



MENNO HENSELMANS



---

# FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DEL PROGRAMA:

## Volumen, Frecuencia & Intensidad

---

## Contenido

<b><i>Intensidad del entrenamiento</i></b>	<b>5</b>
Volumen total	11
Fatiga	13
Recuperación del tejido conectivo	14
Fuerza vs. tamaño	15
Combinando rangos de repeticiones	27
Conclusión sobre la intensidad de entrenamiento	28
Variabilidad interindividual	30
El método de hipertrofia muscular específica	36
Estimando el 1RM	38
Prueba de relación carga-intensidad	45
Un método más simple	49
<b><i>Volumen de entrenamiento</i></b>	<b>50</b>
Encontrando el punto dulce	52
Mas no siempre es mejor	58
Capacidad de recuperación	64
<b><i>Frecuencia de entrenamiento</i></b>	<b>67</b>
SPM vs. frecuencia de entrenamiento	69
Estudios sobre la frecuencia de entrenamiento	71
Frecuencia de entrenamiento vs. volumen de entrenamiento	77

El volumen máximo por sesión	79
Aplicación práctica sobre la frecuencia de entrenamiento	83
<b>¿Qué hay de la recuperación?</b>	<b>85</b>
1. Calidad del sueño	88
2. Reducción del dolor	89
3. Recuperación activa	89
4. Perfil hormonal anabólico mejorado	90
Lesiones	92
<b>Mensajes finales</b>	<b>94</b>
<b>Objetivos de aprendizaje</b>	<b>95</b>
<b>Ejemplos de preguntas del examen</b>	<b>96</b>

## ➤ **Conferencia**

[Diseño óptimo del programa: Intensidad, volumen y frecuencia](#)

*Nota: Las conferencias de esta semana brindan una pequeña y simplificada versión de los contenidos del curso, por lo cual pudieras evitarlas por completo.*

## Intensidad del entrenamiento

¿Cuántas repeticiones (reps) debes realizar cada set? Esta pregunta se puede reformular de la siguiente manera: ¿cuál es la intensidad de entrenamiento óptima? La intensidad del entrenamiento en la ciencia del ejercicio se define como el porcentaje de tu repetición máxima (% 1RM) con el que estas entrenando, es decir, la carga relativa. Esto debe distinguirse de la intensidad del entrenamiento, que es una medida subjetiva de cuán esforzado es el entrenamiento.

La intensidad del entrenamiento se correlaciona con el recuento de repeticiones: consulta la tabla siguiente para la conversión. Por ejemplo, la mayoría de las personas pueden hacer unas 8 repeticiones con un 80% de su 1RM y 3 repeticiones con un 90%. Por definición, cualquiera puede realizar solo una repetición con el 100% de su 1RM.

		Estimated Reps at Percent of 1 Repetition Maximum													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	
%1RM	Reps:	Brzycki	100	95	90	88	86	83	80	78	76	75	72	70	
		Baechle	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75		67	65
		dos Remedios	100	92	90	87	85	82		75		70		65	60

Brzycki, Matt (1998). *A Practical Approach To Strength Training*. McGraw-Hill.

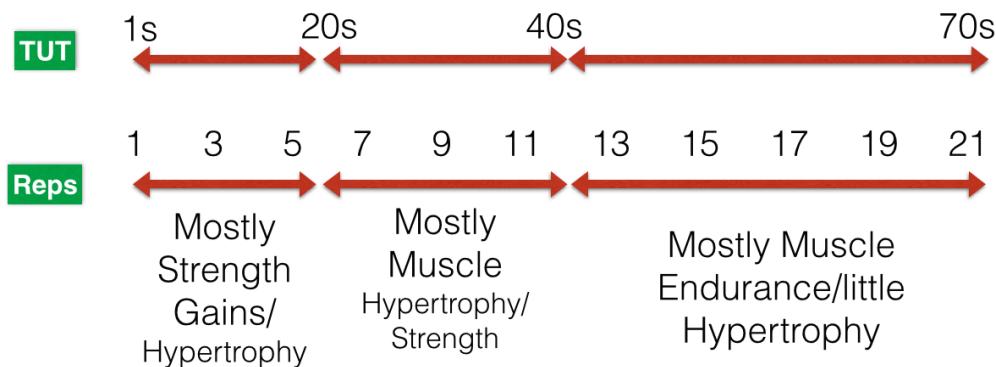
Baechle TR, Earle RW, Wathen D (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 2: 395-425.

dos Remedios R (2007) *Men's Health Power Training*, Rodale Inc. 23.

Fuente: ExRx.net

Uno de los mayores mitos de la brosciencia que persiste hasta la fecha es que existe una zona de hipertrofia óptima de 6 a 12 repeticiones (reps) que es mejor para el crecimiento muscular. Esto parecía estar basado en nada

más que la sensación subjetiva del entrenamiento, como la mayoría de la sabiduría general. Cuando realizas series con pesos lo suficientemente ligeros como para realizar más de 12 repeticiones, apenas sientes las primeras repeticiones. No se sienten lo suficientemente pesadas. Cuando entrenas con pesos tan pesados que no puedes realizar al menos 6 repeticiones, no obtienes ninguna bomba ni “la quemadura”. Entonces, el punto dulce desde un punto de vista sensorial parece ser de 6-12 repeticiones por serie.



*La zona de hipertrofia: solo porque alguien la convirtió en una imagen elegante no la hace verdadera.*

Sin embargo, si piensas en lo que hace que los músculos crezcan, no tiene sentido que los pesos pesados sean inferiores a los pesos más livianos. El principal impulsor del crecimiento muscular es la tensión mecánica, como aprendiste en el módulo sobre entendiendo el crecimiento muscular. Los pesos más pesados generalmente requieren una mayor tensión mecánica para levantarse, lo que significa que deben ser por repetición más efectivos para el crecimiento muscular que los pesos más livianos.

Y, de hecho, ni un solo estudio ha encontrado que un volumen dado de trabajo de baja repetición dé como resultado un menor crecimiento muscular que ese volumen en forma de un trabajo de mayores repeticiones. De regreso al 2002, Campos et al. encontró que 4 series de 3-5 repeticiones daban como resultado tanto crecimiento muscular en todas las fibras musculares como 3 series de 9-11 repeticiones. Toda la investigación hasta la fecha ha confirmado consistentemente que un volumen dado de trabajo de baja repetición produce niveles similares de hipertrofia muscular como ese volumen en forma de repeticiones más altas por serie, mientras que a menudo proporciona un mejor desarrollo de fuerza para comenzar [2, 3].

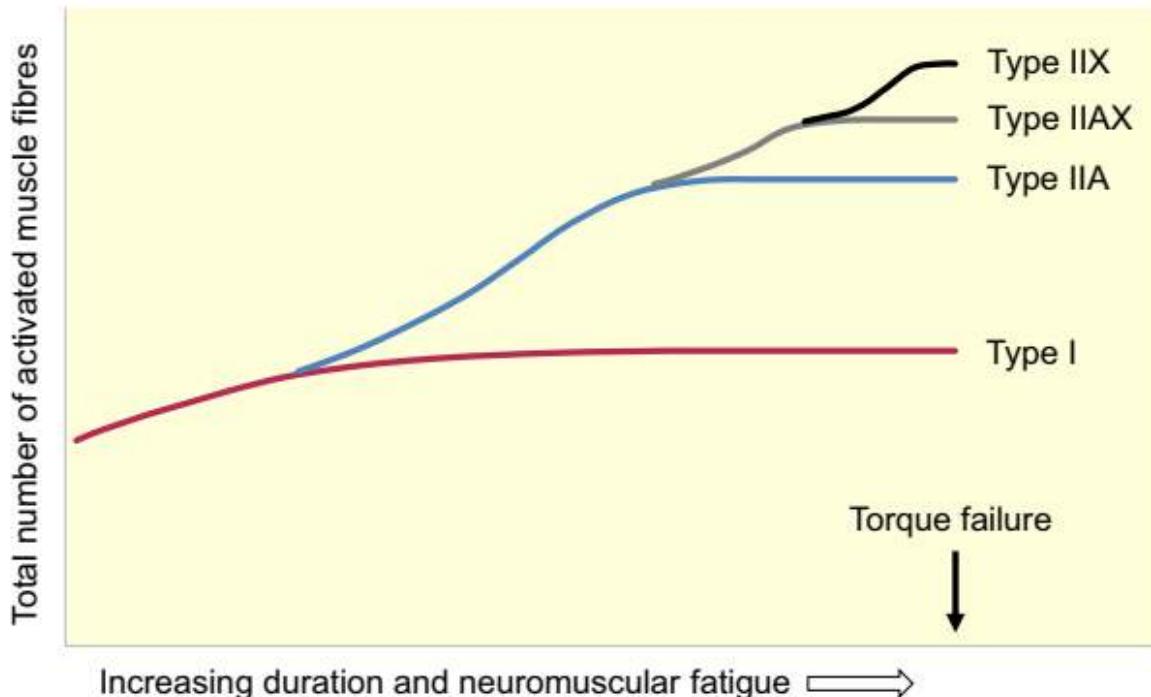
Sin embargo, el mito de la brosciecia del rango de hipertrofia de 6-12 reps no murió durante muchos años. Finalmente comenzó a desmoronarse en los últimos años cuando los estudios comenzaron a mostrar repetidamente que incluso las repeticiones muy altas (30% 1RM) son tan efectivas para el crecimiento muscular como el intervalo de repeticiones tradicional del culturismo (~ 80% 1RM) cuando se llevan al fallo [2, 3, 4].

El entrenamiento cercano al fallo parece ser crucial para que los sets de alta repetición sean máximamente efectivos. Simplemente equiparar el volumen total con un 30% de 1RM al realizado con un 90% del 1RM no estimula tanto crecimiento muscular [2].

Si no entrenas con un peso pesado o más cerca del fallo, no lograrás el reclutamiento completo de la unidad motora. Si recuerdas del módulo sobre la comprensión del crecimiento muscular, las unidades motoras de umbral más alto solo se reclutan cuando se deben producir fuerzas altas o cuando las unidades motoras de umbral más bajo se fatigan y las mas grandes tienen que tomar el relevo. La fatiga es crucial para reducir el umbral de reclutamiento de las unidades motoras más grandes. Las unidades motoras más grandes no solo tienen más fibras musculares que probablemente no crecerán al máximo a menos que sean reclutadas, sino que

también tienen fibras musculares de contracción rápida más potentes, que tienen mucho más potencial de crecimiento que las fibras musculares de contracción lenta. Entonces, a menos que entrenes con un peso que sea lo suficientemente pesado como para reclutar todas las fibras musculares desde el principio, lo que requiere un peso alrededor de tu ~ 8RM, debes acumular fatiga neuromuscular antes de poder estimular todas las fibras musculares al máximo. Solo cuando se haya acumulado suficiente fatiga como para que todas las unidades motoras sean reclutadas, es probable que puedas lograr el máximo crecimiento muscular.

Cuando se entrena al fallo, al final del set, las series a altas y bajas repeticiones normalmente habrán estimulado todas las unidades motoras y habrán realizado una cantidad similar de trabajo anaeróbico, aunque en diferentes períodos de tiempo: las series con 30% y 80% del 1RM producen una cantidad similar de agotamiento de glucógeno en las fibras musculares tipo I y tipo II y una cantidad similar de señalización anabólica muscular aguda.

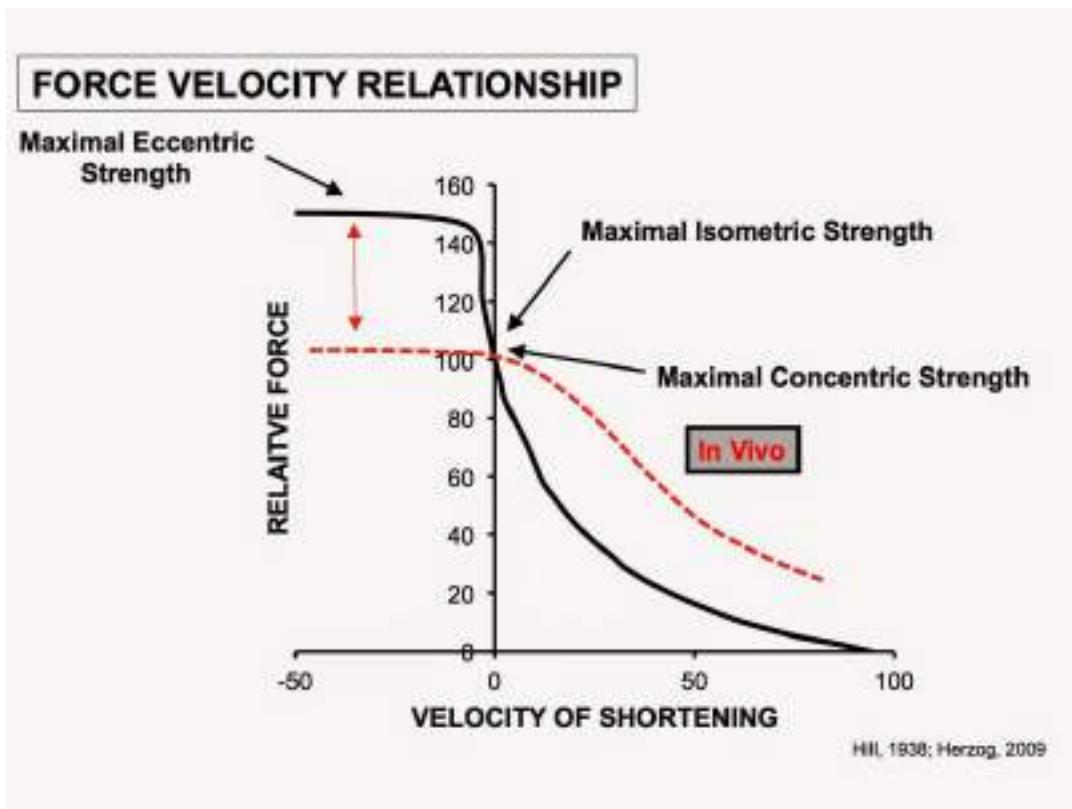


*Durante el entrenamiento con bajo peso al fallo (~ 30% de 1RM), se reclutan unidades motoras de umbral más alto más adelante en el set para ayudar a medida que se acumula la fatiga muscular local.*

*Al final, todas las unidades motoras y sus fibras musculares se reclutan al igual que con el entrenamiento con pesas pesadas, solo en diferentes momentos. [Fuente](#). Sin embargo, vale la pena señalar que para el momento en que se reclutan las unidades motoras de umbral más alto, las tasas de disparo de las unidades motoras de umbral más bajo ya pueden haber disminuido, lo cual es parte de la razón por la cual la producción total de fuerza muscular permanece constante, junto con la reducción de la fatiga neuromuscular en la fuerza producida por las unidades motoras cuando se disparan. Todavía estás levantando el mismo peso después de todo. Si está interesado en un modelo altamente detallado de las tasas de disparo de la unidad motora durante las contracciones sostenidas, eche un vistazo [a este modelo](#).*

Tú puedes ser testigo de esto a medida que la velocidad de tu movimiento se ralentiza a medida que te fatigas. Las fibras musculares tienen que producir niveles muy altos de tensión, la gran cantidad de puentes cruzados de actina-miosina que tienen que pasar por el apego y el desprendimiento evitan que la fibra se contraiga rápidamente. Esta propiedad mecánica del tejido muscular da lugar a la famosa [relación fuerza-velocidad del tejido muscular humano](#) que se ilustra a continuación.

La producción de grandes cantidades de fuerza requiere una velocidad de movimiento lenta. Por ejemplo, no puedes levantar tu 1RM rápidamente. Esta relación es válida para las contracciones isométricas (contracciones musculares que no producen movimiento) y contracciones excéntricas en las que los músculos también se alargan. Durante los movimientos de peso libre, como durante un press de banca o sentadilla, la contracción excéntrica es igual a la fase de movimiento hacia abajo. Es por lo que puedes evitar que se caiga más peso del que realmente puedes levantar. Y tus músculos producen la mayor fuerza cuando tomas un peso más pesado que tu 1RM y controlas su descenso (1RM negativo).



*La relación fuerza-velocidad del músculo esquelético humano.*

Como resultado, la máxima velocidad de movimiento de las últimas repeticiones de cualquier set, independientemente del peso, son sorprendentemente similares [2]. La última repetición que puedes hacer de cualquier serie se parece mucho a tu 1RM. Como tal, la tensión mecánica y el estímulo de crecimiento de las últimas repeticiones de cualquier serie son probablemente similares. Estas son probablemente las repeticiones más "efectivas", como las llamó el entrenador de fuerza noruego Børge Fagerli.

En resumen, set por set cuando se entrena cerca del fallo, el "rango de intensidad de hipertrofia" parece ser de aproximadamente 30-85% del 1RM, que generalmente es equivalente a un rango de 5-30 repeticiones. Dentro de este rango, cualquier cantidad dada de sets produce niveles similares de crecimiento muscular a corto plazo.

En la naturaleza usual de la formación de ideas, similar a un péndulo, de la historia, muchas personas en el fitness basado en evidencias concluyeron: "La intensidad del entrenamiento no importa en absoluto para el crecimiento muscular".

Sin embargo, hay varias consideraciones a tener en cuenta al seleccionar la intensidad de entrenamiento, aparte de que el peso sea más pesado que el 30% de tu 1RM.

## Volumen total

A intensidades de entrenamiento muy altas (~ 90 – 100% del 1RM), es posible que no pueda acumular el volumen suficiente para lograr la hipertrofia muscular óptima a menos que realice muchos ejercicios. Si bien la tensión mecánica puede ser alta con pesos tan pesados, el tiempo bajo tensión puede no ser suficiente para estimular el crecimiento muscular máximo. Por ejemplo, [cuando tu programa de entrenamiento de pierna consiste en nada más que 12 series de sentadillas a la semana, realizar solo 3 – 5 repeticiones por serie logra un crecimiento muscular menor que realizar series de 13 – 15 o 23 – 25 repeticiones.](#)

Del mismo modo, realizar solo 8 1RM's para un músculo es bastante efectivo para el desarrollo de la fuerza, pero no te dará el mismo crecimiento muscular que realizar 8 series de 8 – 12 repeticiones.

Como tal, cuando incorporas intensidades mayores al 5RM o 85% de 1RM en un programa, para un crecimiento muscular máximo tienes que agregar series o implementar otras técnicas de entrenamiento para alcanzar un tonelaje total similar al que obtendrías con sets de 5RM o con cargas del 85% del 1RM. En la práctica, probablemente no deseas preocuparte por calcular el tonelaje total (peso x reps x sets) y es más fácil asegurarte de que tus sets son de 4+ repeticiones por set planificado. Entonces, si aumentas la carga de 3 series de press de banca de un 80% a un 90% de intensidad, aún querrás realizar un total de 12 o más repeticiones para un crecimiento muscular máximo. En el módulo de técnicas avanzadas de entrenamiento, discutiremos cómo la pirámide inversa es una forma muy efectiva de garantizar que alcances suficiente volumen de entrenamiento total para el crecimiento muscular sin tener que agregar series.

## Fatiga

Muchas personas igualan intuitivamente los pesos ligeros con los fáciles, pero si alguien le dice que los sets a alta repeticiones son menos fatigosos que los sets a bajas repeticiones, sabrás que nunca han intentado seriamente el trabajo con altas repeticiones. El trabajo con altas repeticiones es brutal, especialmente durante los ejercicios compuestos, como las sentadillas. Se siente como si estuvieras haciendo cardio y entrenamiento de fuerza al mismo tiempo. [Dada la misma proximidad al fallo, el trabajo de menor intensidad da como resultado una mayor pérdida de la producción de fuerza muscular y el esfuerzo percibido-incomodidad \[2\]](#), y [algo de esta fatiga adicional puede estar en el sistema nervioso central.](#)

Si lo piensas, es obvio que las intensidades más bajas son considerablemente más fatigosas que las intensidades más altas. Llevemos un set al fallo a una intensidad de 95% contra uno a 30%. En el set a 95%, la mayoría de las personas solo puede completar 2 repeticiones. Entonces el nivel de fatiga es tal que ya no pueden levantar su 2RM. Eso no dice mucho. En un mal día, es posible que alguien no pueda levantar su 2RM a pesar de que todavía no haya experimentado fatiga muscular. En contraste, después de un set de 30RM, estás tan cansado que ya no puedes levantar tu 30RM, y mucho menos tu 2RM.

Además, cuanto menor es la intensidad, mayor es el tonelaje total que levantas en el set. Si suponemos 1 RM de 100 kg, el tonelaje total después de 2RM es de solo  $95\text{ kg} \times 2 = 190\text{ kg}$ . Después del 30RM, es  $30\text{ kg} \times 30 = 900\text{ kg}$ . Entonces tus músculos hicieron más de 4 veces más trabajo físico.

Puedes pensar que la mayor fatiga después de los sets de menor intensidad es principalmente aguda en forma de estrés metabólico. Sin embargo, [el trabajo de menor intensidad también](#)

[lleva más tiempo de recuperación que el trabajo de alta intensidad \[2\]](#). Parece que independientemente de lo que causó la fatiga, el tiempo de recuperación es similar.

El mayor trabajo causado por el trabajo de menor intensidad es un inconveniente importante. De manera precisa, reducirá el rendimiento en el resto de la sesión. Podrías compensarlo realizando más series, pero el problema crónico es que tendrás problemas para recuperarse de esto. Por lo tanto, la mayor fatiga causada por un trabajo de menor intensidad impide que sea adecuada como estrategia de entrenamiento predeterminada.

## Recuperación del tejido conectivo

Puedes preguntarte si alguna vez hay alguna razón para incluir el trabajo de baja intensidad en un programa, ya que es particularmente fatigoso. Hay una muy buena razón: cuidar tus articulaciones. [Tus tendones pueden aumentar de tamaño y rigidez junto con tus músculos \[2\]](#). Sin embargo, [la intensidad mínima para las adaptaciones máximas del tendón es mayor que para el crecimiento muscular \[2, 3\]](#). [Para las adaptaciones máximas del tendón, se requiere una intensidad superior al 70% de la contracción máxima voluntaria](#), que debería corresponder aproximadamente al 70% del 1RM.

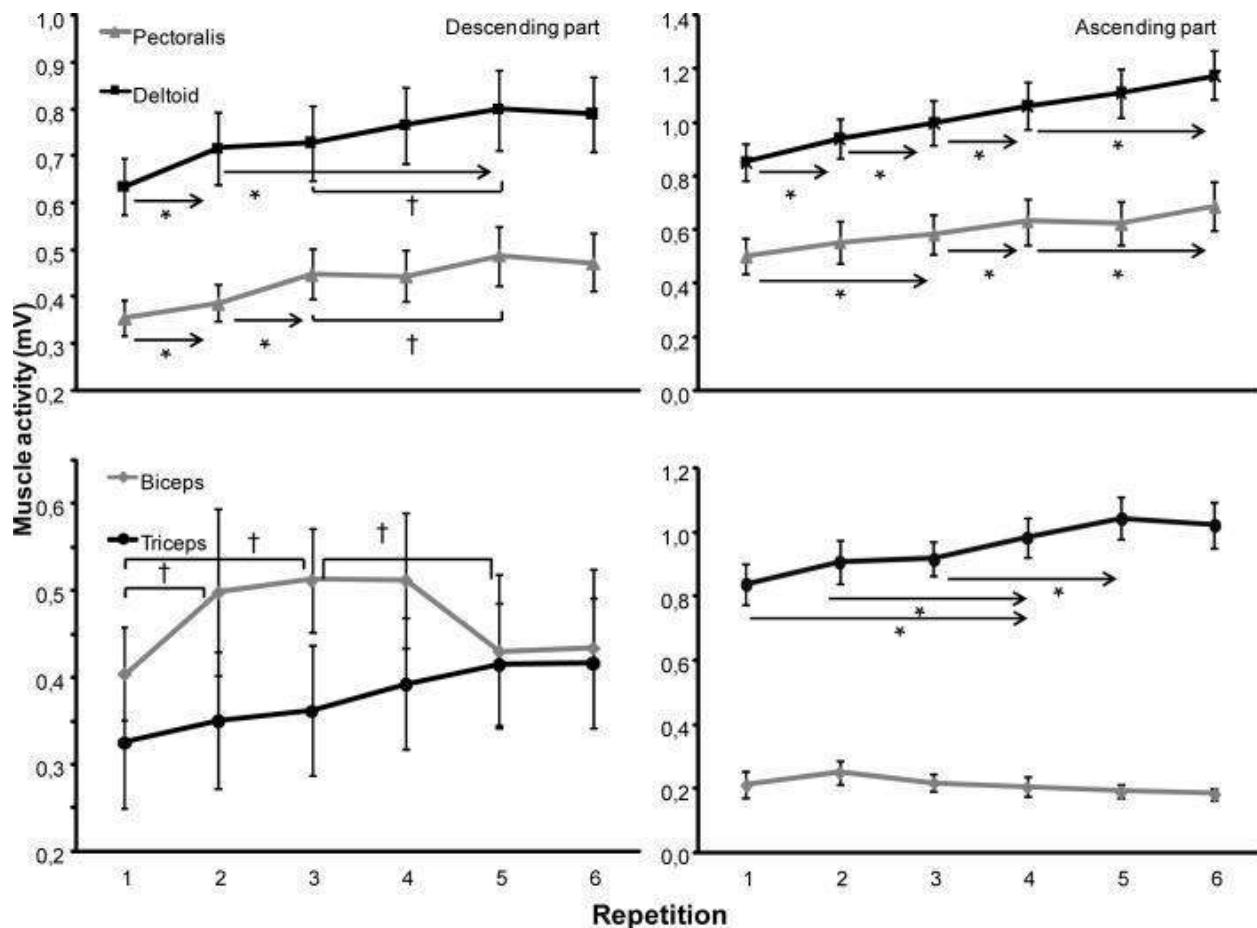
Si deseas permanecer por encima o por debajo de este umbral depende de la salud de tu tejido conectivo. Si estás lesionado o eres propenso a lesiones, deseas utilizar intensidades más bajas para evitar sobrecargar el tendón. A largo plazo, sin embargo, también debes asegurarte de incorporar trabajo de carga pesada para fortalecer los tendones y prevenir futuras lesiones, ya que [los músculos fuertes con tendones débiles aumentan el riesgo de lesión](#). También puede ser necesario para un crecimiento muscular máximo, ya que un tamaño de tendón dado probablemente solo puede soportar una cierta cantidad de masa muscular.

## Fuerza vs. tamaño

Los sets de baja intensidad pueden dar como resultado tanto crecimiento muscular como series de mayor intensidad, pero [entrenar con pesos ligeros ciertamente no es tan efectivo para el desarrollo de la fuerza máxima como entrenar con pesas pesadas.](#) ¿Porqué pasa eso?

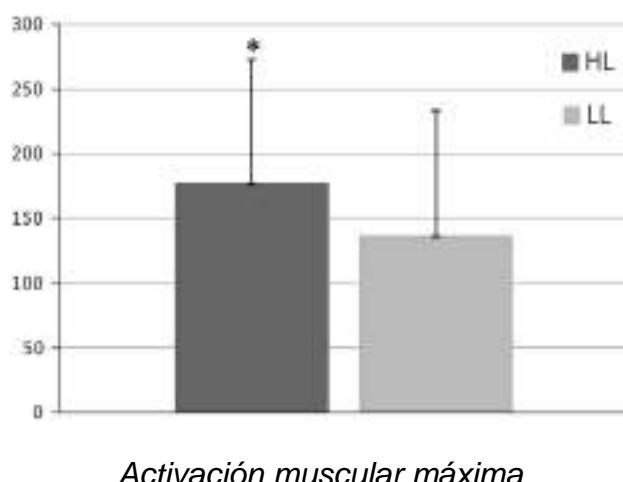
Como aprendiste en el módulo sobre entendiendo el crecimiento muscular, la fuerza puede considerarse como la suma de las propiedades neuronales y morfológicas del tejido muscular. Específicamente, el área de sección transversal del músculo (tamaño) y la frecuencia de disparo de las fibras musculares (codificación de frecuencia) son los factores clave de la producción de fuerza. Dado que la tasa de crecimiento muscular no se ve afectada en gran medida por la intensidad del ejercicio, la diferencia en el desarrollo de la fuerza debe residir en las adaptaciones neuronales. Se estima que incluso con [el reclutamiento completo de unidades motoras, la producción de fuerza muscular puede aumentar de 4 a 10 veces al aumentar su frecuencia de disparo.](#)

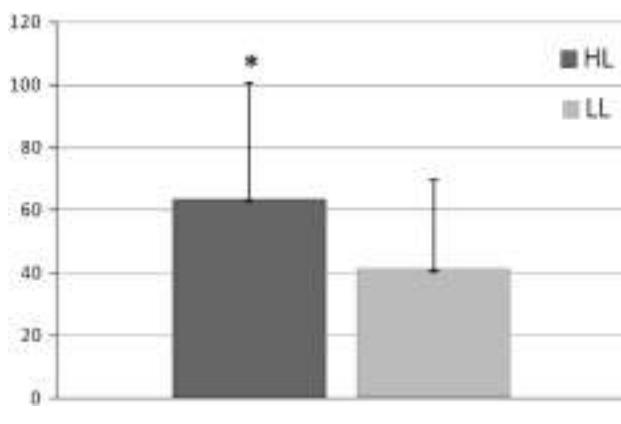
[A intensidades superiores al ~ 85%, el reclutamiento completo de la unidad motora ocurre desde la primera repetición de un set \[2\].](#) En ese punto, los niveles de activación muscular están cerca de su máximo, pero aún pueden aumentar más a través de aumentos en la codificación de frecuencia: mientras todas las fibras musculares ya están reclutadas, pueden ser reclutadas más rápidamente en sucesión para producir más fuerza. Por ejemplo, [en hombres entrenados en fuerza, los niveles de activación muscular continúan aumentando durante cada repetición en un set de press de banca al 6RM \[2\]](#) (ver datos a continuación). Aunque un estudio diferente descubrió que durante [una sentadilla de 6RM, la activación muscular máxima se logró alrededor de la cuarta repetición.](#)



Al entrenar con intensidades más bajas, los niveles de activación muscular comienzan mucho más bajos, ya que no todas las unidades motoras se reclutan desde el principio. La activación muscular luego aumenta junto con el reclutamiento a través del set, a medida que la fatiga disminuye el umbral para el reclutamiento de las unidades motoras más grandes en línea con la decreciente perdida de la capacidad de producción de fuerza de las unidades motoras activas. Básicamente, las unidades motoras más grandes se activan cuando las pequeñas se cansan.

Sin embargo, la fatiga también disminuye la frecuencia de disparo de las unidades motoras o incluso hace que dejen de disparar por completo, lo que limita el reclutamiento simultáneo total de unidades motoras, por lo que los niveles de activación muscular cerca del final de un set de baja intensidad aún no suelen rivalizar con los alcanzados con intensidades más altas. Cuando los hombres entrenados en fuerza realizan sentadillas al fallo en la máquina Smith con el 50% de su 1RM, no alcanzan la misma activación muscular máxima en los cuádriceps comparado con el 90%. De hecho, apenas alcanzan el nivel máximo de activación muscular de un set muy submáximo con un 70%. Los hombres entrenados en fuerza que llegan al fallo concéntrico en la prensa de piernas no alcanzan los mismos niveles de activación muscular promedio o pico con un 30% (LL) comparado con un 75% (HL) (ver gráficos a continuación).

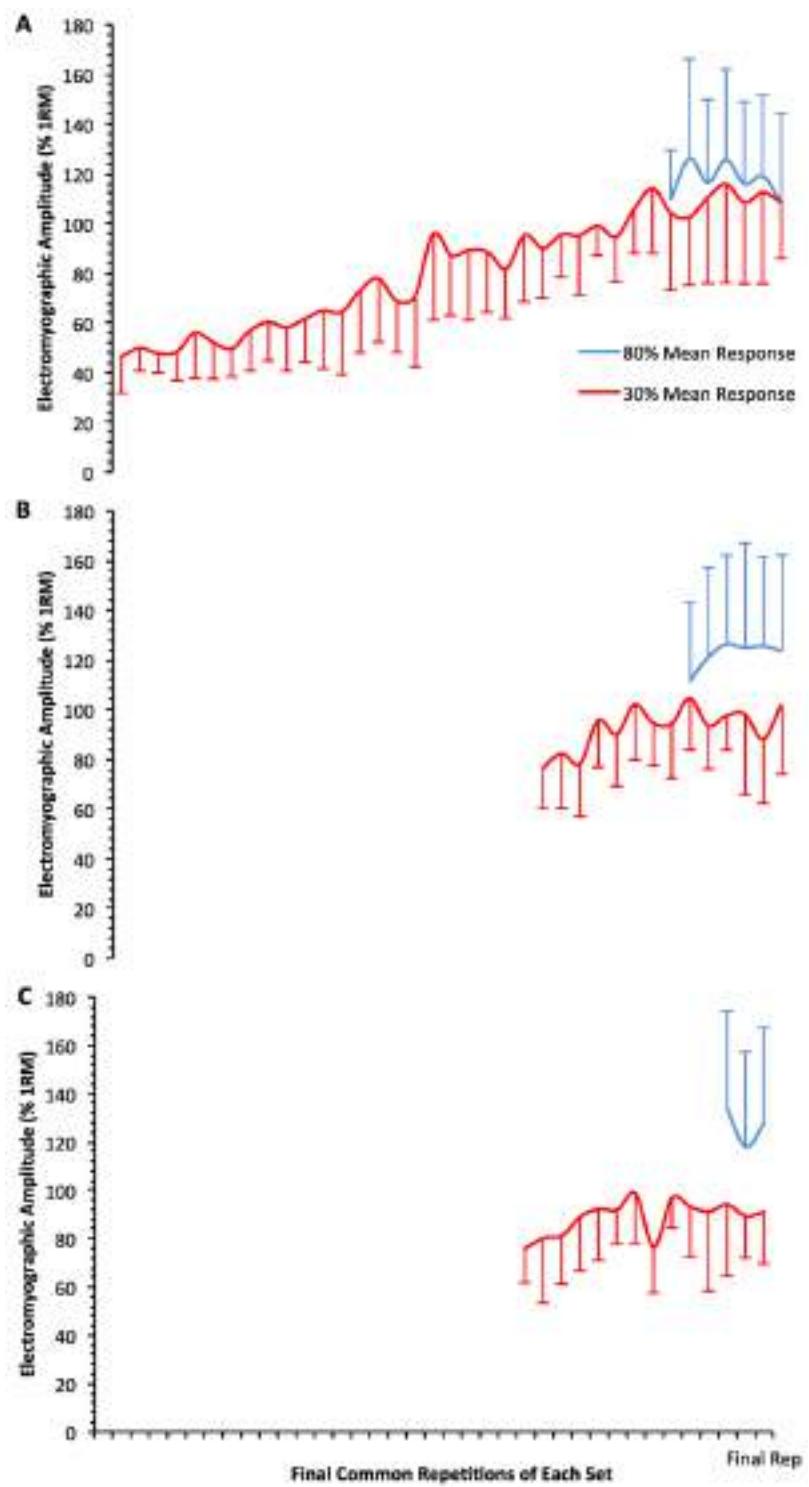




*Activación muscular media*

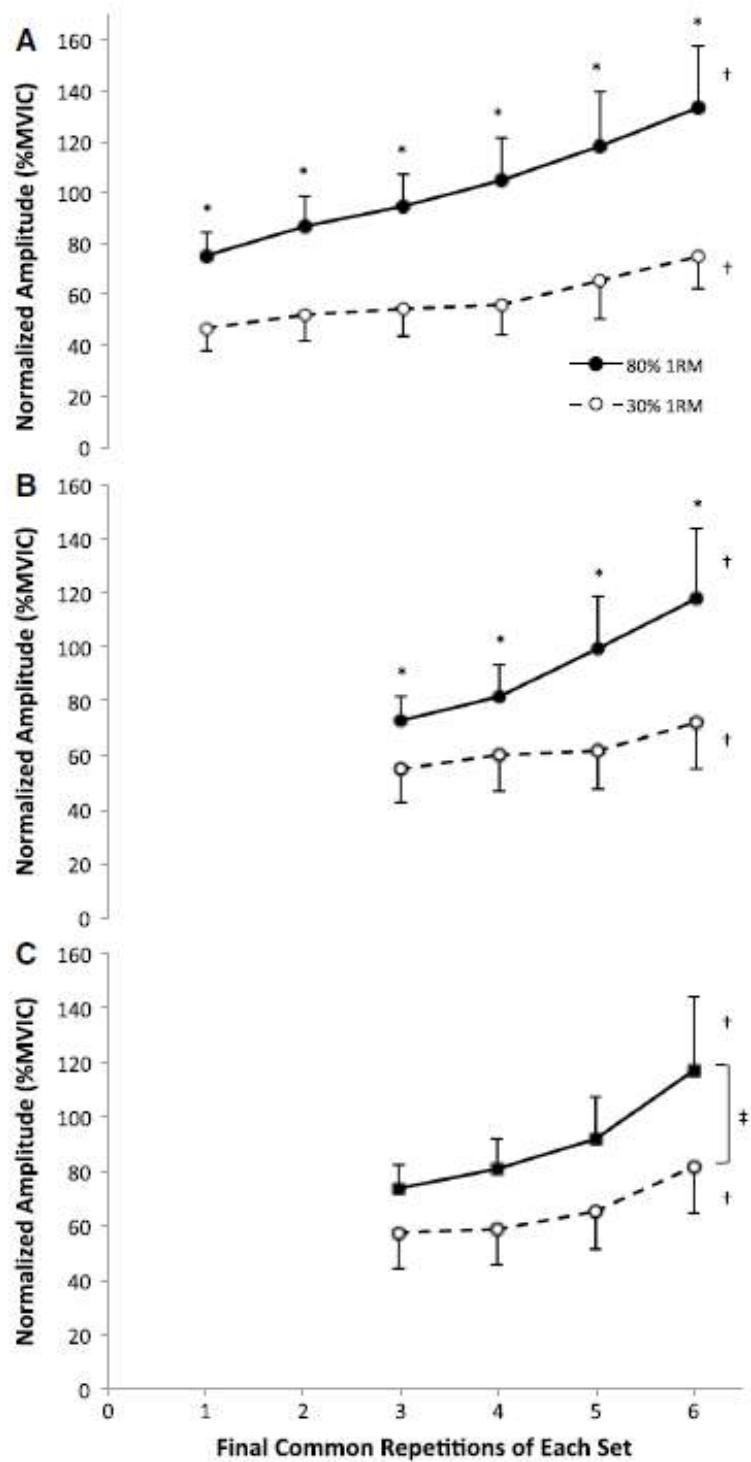
De manera similar, los hombres no entrenados que realizan extensiones de pierna al fallo con 50% y 70% de su 1RM apenas alcanzan los niveles de activación del cuádriceps al final del set con el 50%, sin embargo, estos se logran desde la primera repetición con el 70%.

Para darte una idea de cómo se desarrollan los niveles de activación muscular en un set con el ejercicio de baja y alta intensidad hasta el fallo, consulta los gráficos a continuación. El primer gráfico muestra los niveles de activación muscular en 3 series de curl de bíceps con mancuernas hasta el fallo a una intensidad del 30% y 80%. Incluso las últimas repeticiones realizadas con el 30% apenas rivalizan con las primeras repeticiones realizadas con el 80% y solo durante el primer set. (Este gráfico también ilustra muy bien cómo son ruidosos los datos de electromiografía (EMG), incluso cuando se promedian).



*Una comparación de la media ( $\pm 95\%$  de intervalo de confianza) de las respuestas de la amplitud EMG durante las repeticiones finales comunes para el 80% frente al 30% del 1 RM de los grupos durante (A) set 1; (B) set 2; y (C) set 3. El número de repeticiones analizadas para cada set se basó en el número mínimo de repeticiones logradas por cualquier sujeto en cada grupo. [Fuente](#)*

El siguiente gráfico muestra los mismos datos para las extensiones de pierna ([fuente](#)). Aquí, las repeticiones finales con 30% rivalizan con las de 80%, pero los niveles pico y promedio de activación muscular son claramente más altos con 80% que con 30% en cada punto de tiempo (84% - 127% de diferencia en la amplitud EMG). Lo cual es consistente con investigaciones previas.



En contraste, los niveles de activación muscular durante un set de press de banca al fallo a 8, 10 o 12RM son muy similares.

Dado que los sets de baja intensidad nunca causan la activación muscular máxima debido a la fatiga que impide el reclutamiento simultáneo completo, no estimulan el sistema nervioso para que se adapte al grado que lo hacen los pesos máximos. El entrenamiento de mayor intensidad puede estimular mayores aumentos en la activación voluntaria que el entrenamiento de baja intensidad, aunque esto puede ser una fase temprana de adaptación, después de lo cual los cambios en la coordinación intermuscular son una adaptación neural más importante para el desarrollo continuo de la fuerza [2, 3]. Independientemente del mecanismo preciso, la intensidad del entrenamiento se correlaciona con el desarrollo de la fuerza y la tasa de desarrollo de la fuerza: los pesos más pesados conducen a un mayor desarrollo de la fuerza [2, 3, 4]. El desarrollo máximo de la fuerza se ve al 100% del 1RM, presumiblemente porque los niveles de activación muscular no pueden aumentar aún más en ese punto: el entrenamiento supramáximo con sobrecarga excéntrica al 150% de la 1RM no mejora aún más el desarrollo de la fuerza.

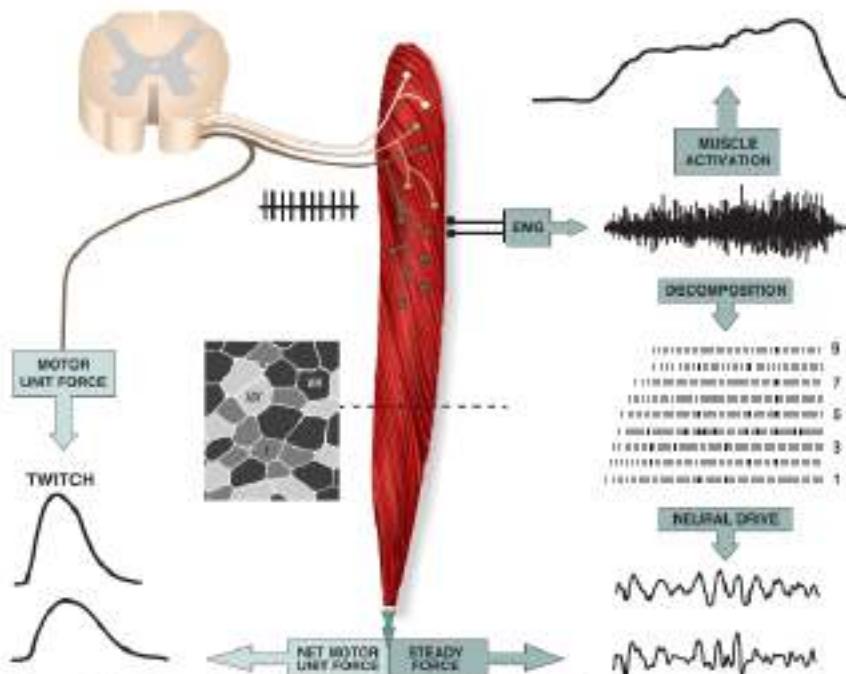


Fig. 1. The force exerted by muscle depends on the characteristics of the activated motor units. In response to synaptic input from descending pathways and peripheral sensory receptors, motor neurons located in the ventral horn of the spinal cord or brain stem generate action potentials that are transmitted along motor axons to muscle fibers and subsequently activate the contractile proteins. The muscle image represents the orientation of the fascicles along the length of the muscle with the distal attachment at the bottom of the image and the muscle fibers attaching to superficial and deep aponeuroses. The forces produced by the activated muscle fibers are transmitted via associated connective tissues to the aponeuroses and then exert a pulling force on the skeleton. The cross-section through the muscle (left of muscle) shows the mosaic pattern of intermingling muscle fibers with different myosin heavy chain isoforms as identified by histochemical assays (only types I, IIa, and IIx are shown). The motor unit force indicates the twitch force exerted by a single motor unit in response to a single stimulus, whereas the net motor unit force indicates the attenuating influence of the surrounding tissues on the motor unit twitch force. The activation signal received by the muscle during a voluntary contraction can be recorded as an interference EMG signal that is either rectified and integrated to provide an index of muscle activation or decomposed into the discharge times of individual motor units (9 are shown) to derive a key control signal for muscle activation. The decomposition of surface EMG recordings into single motor unit activity is most effectively accomplished with high-density surface electrodes (16). The control signal derived from the decomposed signal can be estimated from the cumulative sum of action potentials discharged by concurrently active motor units (17). Note the similarity in fluctuations in the control signal derived from the motor unit discharge times and the force fluctuations during a steady submaximal contraction (15).

*Barra lateral técnica: cómo se mide la activación muscular mediante electromiografía (EMG).*

[Fuente](#)

Incluso si no te importa la fuerza per se, es posible que, a la larga, una mayor fuerza se traduzca en un mayor crecimiento muscular. [El desarrollo de la fuerza se acompaña de un aumento de los niveles de activación muscular durante el ejercicio \[2, 3\]](#), (aunque esto puede ser específico para el ejercicio, [ya que los niveles de activación muscular durante la producción de fuerza máxima no parecen aumentar más allá](#)

de las etapas iniciales del entrenamiento). Los niveles más altos de activación muscular y la producción de fuerza deben corresponderse con los niveles elevados de tensión mecánica en el músculo. Sin embargo, no está claro si la tensión mecánica absoluta o solo la tensión relativa a la capacidad máxima determina el crecimiento muscular.

Solo un estudio apoya la eficacia de incorporar trabajo de muy alta intensidad para el crecimiento muscular. En 2015, Magine et al. (2015) encontraron que los individuos entrenados en fuerza desarrollan más fuerza y más masa muscular cuando realizan 4 series con 90% y un intervalo de descanso de 3 minutos en comparación con 70% y un descanso de un minuto en el transcurso de un estudio de 2,5 meses. Se realizó un seguimiento de la dieta de los sujetos, se implementó una fase de entrenamiento preparatorio para evitar los efectos de confusión del programa de entrenamiento anterior, se midió la masa muscular mediante DXA y ultrasonografía en varios lugares y los sujetos fueron legítimamente levantadores de nivel intermedio con un promedio de 1RM pre-estudio en el press de banca de 235 lb (107 kg) a 198 lb (90 kg). Sin embargo, las diferencias absolutas en el crecimiento muscular no fueron importantes y pueden ser confundidas por el mayor intervalo de descanso en el grupo de 90% (ver el tema del curso sobre los intervalos de descanso).

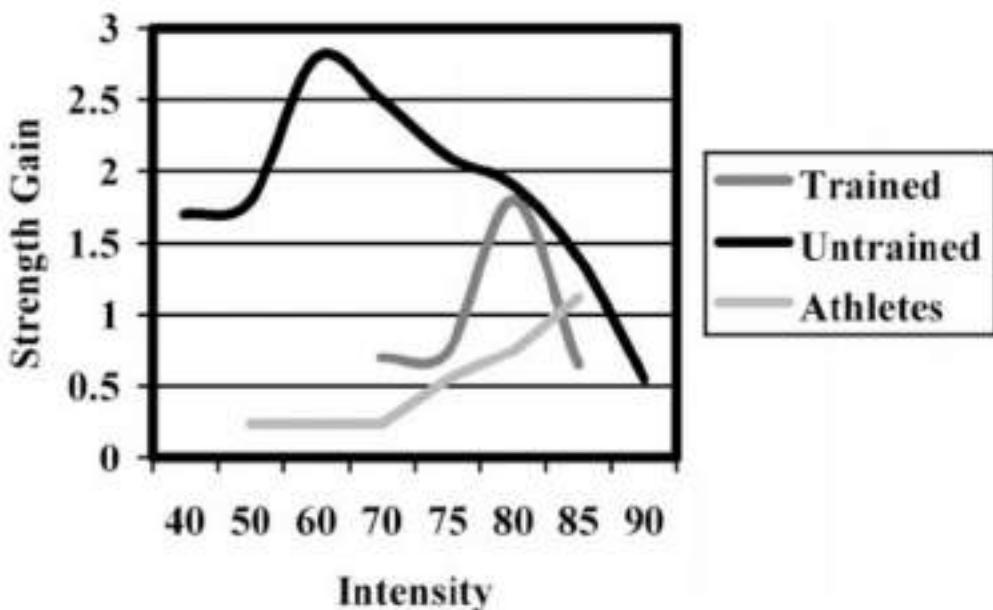
Otra razón por la cual el desarrollo de fuerza puede beneficiar a aquellos que solo están interesados en el crecimiento muscular es la facilitación de la sobrecarga progresiva. Si no ganas mucha fuerza, es difícil lograr la sobrecarga progresiva en tu programa, lo que a su vez puede dificultar el desarrollo del crecimiento muscular, como discutiremos en el tema sobre periodización.

En tercer lugar, Fredrik, miembro del equipo de investigación de Menno, está trabajando en un documento de revisión sobre el efecto

de la intensidad del entrenamiento en varias fibras musculares. Lo que podemos compartir hasta ahora es que las fibras musculares de tipo II de contracción rápida parecen crecer más a intensidades de entrenamiento superiores al 60% de 1RM, mientras que las fibras de tipo I crecen a un ritmo similar en un rango de intensidad muy grande. Dado que las fibras tipo II tienen el potencial de una tasa de crecimiento aproximadamente un 33% mayor, para un crecimiento máximo a largo plazo, es probable que sea necesario entrenar con pesos superiores al 60% del 1RM en el largo plazo.

Los beneficios del trabajo de mayor intensidad para el desarrollo de la fuerza dependen de tu experiencia con el entrenamiento. Los principiantes no necesitan una gran intensidad de entrenamiento, ya que no necesitan alcanzar niveles muy altos de activación muscular para causar adaptaciones musculares. Los pesos excesivamente pesados solo interrumpen el desarrollo de la técnica. Sin embargo, a medida que avanzas más, esto cambia. Los aprendices avanzados pueden alcanzar niveles más altos de activación muscular durante el entrenamiento de fuerza de alta intensidad que los individuos menos entrenados, hasta el punto de noquear a las unidades motoras.

Los metanálisis de Rhea sobre la intensidad de entrenamiento óptima para el desarrollo de fuerza lo demuestran bastante bien: cuanto más avanzado eres, mayores son los beneficios que obtienes de intensidades de entrenamiento más altas.



**FIGURE 1.** Intensity of training: the average percentage of 1 repetition maximum used throughout the training program.

Los levantadores experimentados probablemente se benefician más de una intensidad más alta que los novatos, porque los individuos entrenados tienen una mayor tolerancia al estrés metabólico que los individuos menos entrenados. Específicamente, los individuos entrenados tienen una mayor capacidad para protegerse contra el estrés metabólico durante el ejercicio. Esto aumenta su umbral de lactato y mejora su capacidad de trabajo en presencia de estrés metabólico. Dado que el estrés metabólico aumenta los niveles de activación muscular (discutidos con mayor detalle durante el ejercicio sobre restricción de flujo sanguíneo), los levantadores avanzados tienen más dificultades para alcanzar niveles altos de activación muscular con bajas intensidades de entrenamiento, al menos durante el ejercicio no explosivo.

En resumen, mientras que pesos tan bajos como 30% de 1RM pueden maximizar el crecimiento muscular, ciertamente no maximizarán las adaptaciones neuronales y, en consecuencia, el

desarrollo de fuerza. Los levantadores experimentados necesitan incorporar intensidades superiores al 85% para obtener ganancias de fuerza máximas e incluso los principiantes se benefician al mantenerse por encima de una intensidad del 60%. Los individuos altamente entrenados como los powerlifters necesitarán trabajar cerca de su 1RM a veces para una progresión de fuerza máxima.

## Combinando rangos de repeticiones

Si bien el entrenamiento de altas y bajas repeticiones parece estimular el mismo crecimiento muscular total por serie, pueden hacerlo a través de vías anabólicas ligeramente diferentes. El entrenamiento de altas y bajas repeticiones activa diferentes vías de crecimiento celular según algunas investigaciones, pero no otras. Como veremos en la sección de "variabilidad interindividual", el entrenamiento de repeticiones muy bajas y muy altas también puede enfatizar diferentes tipos de fibras musculares. Como resultado, algunas investigaciones encuentran que los hombres entrenados experimentan un mayor crecimiento muscular cuando entranan un músculo con una mayor variación en el rango de repeticiones en lugar de solo la misma cantidad de repeticiones y otras investigaciones encuentran un mayor crecimiento muscular total cuando combinan entrenamiento de altas y bajas repeticiones que cuando solo hacen uno de ellos. Por lo tanto, es aconsejable realizar entrenamientos de altas y bajas repeticiones para cada grupo muscular.

## Conclusión sobre la intensidad de entrenamiento

En general, cualquier set llevado al fallo, genera un crecimiento muscular similar si la intensidad se encuentra entre ~ 30-90% del 1RM. Los pesos más pesados son los mejores para el desarrollo de fuerza, pero cuando llegas a pesos tan pesados que solo puedes levantarlos por 1-4 repeticiones, tendrás que realizar series adicionales o reducir el peso para cruzar el umbral de volumen mínimo para un crecimiento muscular máximo.

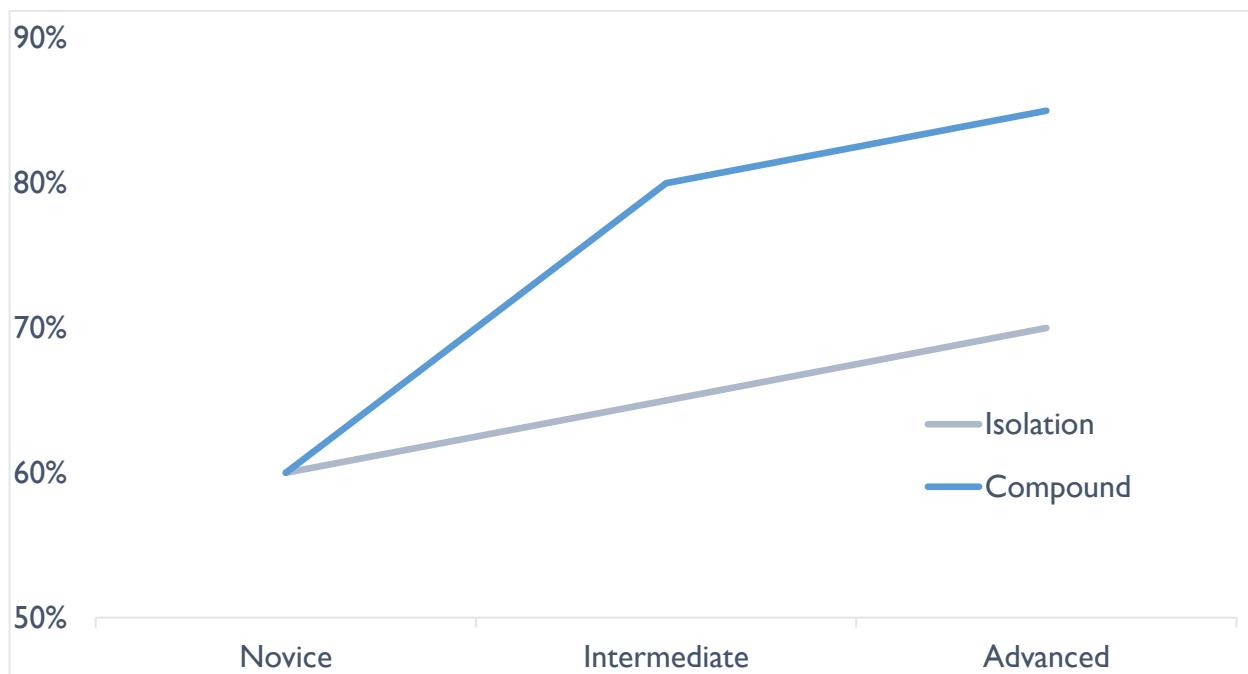
En la práctica, las personas no entrenadas tienen poco que ganar del entrenamiento con más del 60% de su 1RM. La intensidad de entrenamiento óptima aumenta relativamente rápido al 70% del 1RM para apoyar un mayor desarrollo de fuerza y crecimiento de los tendones. Los levantadores avanzados pueden beneficiarse de la incorporación del trabajo a una intensidad del 85 – 90% de su 1RM en su programa para facilitar el desarrollo continuo de la fuerza y la sobrecarga progresiva.

La mayoría de los levantadores de fuerza que se encuentran más allá del nivel de principiante generalmente deben emplear tanto repeticiones altas y bajas en su entrenamiento para cada grupo muscular, ya que pueden estimular vías de crecimiento anabólico ligeramente diferentes.

Ciertos ejercicios se prestan mejor a trabajos de mayor intensidad que otros. En general, los ejercicios multiarticulares / compuestos se prestan bien para el trabajo de alta intensidad. Los sets de menor intensidad pueden ser problemáticos para ejercicios como las sentadillas debido al alto estrés cardiovascular que puede interferir con la técnica. Las sentadillas frontales son un ejemplo notorio de un ejercicio que se presta muy mal al entrenamiento a altas repeticiones. Debido a la tensión constante en la parte superior del cuerpo necesaria para mantener la barra en los hombros, a repeticiones más altas, la parte superior del cuerpo puede fatigarse antes

que la parte inferior del cuerpo. Además, la posición de la barra hace que sea difícil respirar. Por el contrario, los ejercicios de aislamiento / de una sola articulación se prestan muy bien para el trabajo a altas repeticiones, pero no para el trabajo a bajas repeticiones, ya que la descomposición de la técnica es muy común. Por ejemplo, intenta hacer un 1RM de elevaciones laterales. Es perjudicial y difícil sin hacer trampa. Estas consideraciones prácticas deben tenerse en cuenta en el diseño del programa.

Por las razones anteriores, tiene sentido usar diferentes intensidades de entrenamiento para ejercicios compuestos y de aislamiento en individuos entrenados. Concretamente, recomendamos las siguientes intensidades de entrenamiento predeterminadas en función de cuán avanzada es la musculatura objetivo y si se trata de un ejercicio de aislamiento o uno compuesto. Vamos a entrar en detalles sobre cómo determinar el nivel de entrenamiento de alguien en el módulo sobre el diseño de programas personalizados.



## Variabilidad interindividual

Entonces, ¿qué significa esto en términos de cuántas repeticiones debes hacer en cada set? La mayoría de los programas prescriben un número fijo de repeticiones por realizar, como 4 series de 12 repeticiones, o incluso un peso / intensidad fijo y repeticiones, como 4 series de 12 repeticiones al 65% del 1RM. Prescribir un número fijo de repeticiones como este ignora la variabilidad interindividual. Mientras que para muchas personas una intensidad del 70% se corresponde con un set de 12 repeticiones, algunas personas podrán hacer muchas más o menos repeticiones con ese peso. Muchas características fisiológicas de tus músculos lo hacen más adecuado para la fuerza o para el ejercicio de resistencia. Puedes aprovechar esto entrenando de acuerdo a tus fortalezas genéticas.

[Colakoglu et al. \(2005\)](#) utilizaron un diseño de estudio notablemente detallado para estudiar cómo diferían los efectos del volumen establecido de entrenamiento (1 vs. 3 series) y la

intensidad de entrenamiento (8-12 RM vs. 12-15 RM) entre personas con un genotipo de ECA diferente.

Considerando que las personas con el genotipo ID o II ganaron más fuerza al realizar más series, mientras que las personas con el genotipo ACE DD, que se asocia con una mayor proporción de fibras musculares de contracción rápida y un gran potencial para deportes de fuerza y potencia, no ganaron más fuerza cuando realizaron un mayor volumen de entrenamiento en cualquier intensidad.

Además, las personas con el genotipo ACE II que es el opuesto ganaron más fuerza con cargas de 12-15 RM que con cargas de 8-12 RM.

El desarrollo general de la fuerza fue más alto en el orden de DD> ID> II.

"Estos datos sugieren que el alelo I de ACE podría ser responsable de una mejor respuesta al entrenamiento de resistencia muscular de baja intensidad y alto volumen mientras que el alelo D podría estar relacionado con un mejor desarrollo de fuerza con mayor intensidad y menor volumen de entrenamiento de resistencia ".

En otras palabras, las personas tienden a responder favorablemente al tipo de ejercicio para el que son genéticamente buenos.

Otra investigación encuentra una variabilidad aún más sorprendente en la que la intensidad y el volumen de entrenamiento resultan en el mayor desarrollo de fuerza y el aumento de peso

corporal. ¿Qué es lo que te hace mejor a altas vs bajas repeticiones? Una característica muscular en la cual tenemos mucha investigación es la composición del tipo de fibra muscular.

Hay tres tipos diferentes de fibra musculares que vale la pena conocer. Para aumentar la velocidad de contracción, aumentar la producción de fuerza y disminuir la resistencia a la fatiga, tienes fibras tipo I, tipo IIa y tipo IIb. Las fibras de tipo I son de contracción lenta y las fibras de tipo II son de contracción rápida. Esencialmente, las fibras tipo II son las encargadas de generar altas cantidades de fuerza en forma explosiva, mientras que las fibras tipo I generan menos fuerza, pero lo hacen en forma sostenida, lo que las hace ideales para las actividades cotidianas y de resistencia. La siguiente tabla enumera las principales características de cada tipo de fibra muscular.

	Fibras tipo I	Fibras tipo IIa	Fibras tipo IIb
<b>Tiempo de contracción</b>	Lento	Moderadamente rápido	Muy rápido
<b>Tamaño de la unidad motora</b>	Pequeño	Medio	Muy grande
<b>Resistencia a la fatiga</b>	Alto	Moderadamente alto	Bajo
<b>Actividad donde son utilizadas</b>	Aeróbica	Anaeróbicas de larga duración	Anaeróbicas de corta duración
<b>Máximo tiempo en uso</b>	Horas	<30 minutos	<1 minuto
<b>Producción de potencia</b>	Baja	Media	Muy alta
<b>Densidad mitocondrial</b>	Alta	Alta	Baja

Densidad capilar	Alta	Intermedia	Baja
Capacidad oxidativa	Alta	Alta	Baja
Capacidad glucolítica	Baja	Alta	Alta
Combustible mayormente almacenado	Triglicéridos	Fosfato de creatina y glucógeno	Fosfato de creatina y glucógeno

Cada músculo tiene una composición de tipo de fibra diferente. Algunos músculos tienen dominancia de contracción rápida, mientras que otros son dominantes de contracción lenta. La distribución del tipo de fibra en cada músculo está en gran medida genéticamente determinada. Alguna conversión tiene lugar cuando comienzas el entrenamiento de fuerza, sobre todo a una mayor proporción de fibras tipo IIa y una menor proporción de tipo IIb, pero esto no parece depender mucho de las características específicas del protocolo de entrenamiento de fuerza y el proceso de conversión parece ser completo en unas pocas semanas.

Mientras más lento dominante sean tus músculos, mejor serás en el entrenamiento de resistencia en lugar del entrenamiento de fuerza. Por ejemplo, la distancia de carrera preferida de patinadores de velocidad de élite y sub-élite se correlaciona bien con su composición de tipo de fibra muscular. El polimorfismo del gen R577X del gen  $\alpha$ -actinina-3 (ACTN3) es una de las variaciones del gen contribuyente en la determinación de la composición del tipo de fibra muscular y el estado atlético. Los atletas de élite, como los levantadores de pesas y los velocistas, suelen tener músculos dominantes de contracción muy rápida, mientras que los atletas de resistencia de élite, como los corredores de maratón, suelen tener músculos dominantes de contracción lenta.

Con relevancia directa para el entrenamiento con pesas, la composición del tipo de fibra muscular puede influir en la cantidad de repeticiones que puedes hacer a cualquier intensidad.

Teóricamente, cuanto más dominante de contracción lenta sea un grupo muscular, más repeticiones podrá hacer con cualquier intensidad. Un velocista nacido con músculos dominantes de contracción rápida probablemente no pueda hacer tantas repeticiones con una cierta intensidad de entrenamiento como un atleta de resistencia nacido con músculos dominantes de contracción lenta.

Sin embargo, tu tipo de fibra muscular es solo uno de muchos factores que regula tu relación individual rep-intensidad. [Terzis et al. \(2008\)](#) encontraron que el tipo de fibra muscular no influía en la cantidad de repeticiones que los participantes podían hacer con una intensidad del 85% o del 70%. Sin embargo, otro factor lo hizo: la densidad capilar. Los capilares son pequeños vasos sanguíneos. Más vasos sanguíneos permiten un mejor flujo sanguíneo y, por lo tanto, una mayor oxigenación, lo que permite que las fibras de tipo I permanezcan activas durante más tiempo.

[Bagley et al. \(2017\)](#) tampoco encontraron ninguna relación entre la composición del tipo de fibra muscular y la fatigabilidad para series de 30 y 50 repeticiones.

Independientemente de por qué exactamente un músculo es mejor para realizar series de repeticiones más altas o más bajas, [cuántas repeticiones haces por serie pueden influir en el crecimiento muscular relativo de las fibras de contracción lenta vs. rápida \[2, 3, 4, 5, 6\]](#). El entrenamiento regular de fuerza pesada provoca el crecimiento preferencial de las fibras de tipo II, especialmente el entrenamiento de tipo Powerlifting, mientras que el entrenamiento de altas repeticiones puede causar el crecimiento preferencial de las fibras de tipo I. Sin embargo, la diferencia es inconsistente. [Schuenke et al. \(2012\)](#), [Holloway et al. \(2018\)](#) y [Morton et al. \(2016\)](#) no encontraron diferencias en las tasas de crecimiento relativas de las fibras tipo I y tipo II después del entrenamiento con

cargas pesadas o ligeras. [Campos et al. \(2002\)](#) y [Mitchell et al. \(2012\)](#) encontraron tendencias, pero no alcanzaron significación estadística. [Schoenfeld y col. \(2020\)](#) encontraron que el músculo sóleo de contracción lenta y el gastrocnemio de contracción mixta crecen igualmente bien tanto con el entrenamiento de altas como el de bajas repeticiones, aunque no se evaluaron los tipos de fibras musculares individuales y el estudio fue en individuos no entrenados. La literatura rusa, por otro lado, es bastante clara sobre la relación entre el volumen de repeticiones y el crecimiento específico del tipo de fibra: por ejemplo, consulte la tabla a continuación.

**Table 1.** The comparison of the effects the traditional high-intensive strength training (control groups, C) and training without muscle relaxation (experimental groups, E) during leg extension series (L series), knee extension series (K series), and leg extension series, when the group trained with middle intensity (M series)

Group	Work, kJ	1 RM gain, %	Area of MFI, gain, %	Area of MFII, gain, %
L series				
LC group (80% 1 RM)	1604 ± 62	34 ± 3.1*	9.4 ± 3.9	23.4 ± 8.3*
LE group (50% 1 RM)	834 ± 44§	21 ± 2.5%§	17.7 ± 6.8*	8.2 ± 3.59
K series				
KC group (80% 1 RM)	951 ± 60	29 ± 5.8*	6.5 ± 4.3	19.4 ± 5.3*
KE group (50% 1 RM)	400 ± 27§	24 ± 3.6*	17.7 ± 5.3*	5.6 ± 4.3
M series				
MC group (85% 1 RM)	2100 ± 31	33.5 ± 3.9*	5.7 ± 4.5	33.0 ± 5.1*
ME group (65% 1 RM)	2188 ± 33	30.1 ± 4.8*	18.1 ± 6.9*	6.2 ± 3.8

Note: The total work for the entire training cycle; the gains in one repetition maximum (1 RM), and the areas occupied by the muscle fibers of the first and second types (MFI and MFII) on a cross section of *m. vastus lateralis* are shown. \* Significant gain compared from the baseline ( $p \leq 0.05$ ); § significant difference from this parameter in the control group.

[En culturistas competitivos, se ha encontrado una hipertrofia igual de tipos de fibras I y II. Por el contrario, los levantadores de pesas y los levantadores de pesas olímpicos muestran una hipertrofia preferencial de las fibras tipo II.](#) Esto bien puede ser el resultado de su entrenamiento. Los levantadores de pesas y los levantadores de pesas olímpicos suelen gastar una cantidad relativamente grande de

su entrenamiento a una intensidad de 90%, mientras que los culturistas suelen entrenar con más repeticiones por set.

La composición del tipo de fibra de un músculo también influye en la rapidez con la que se fatiga y se recupera, aparentemente en particular del entrenamiento de tipo fuerza-resistencia. Los músculos de contracción rápida sufren más fatiga (pérdida de producción de fuerza) después de [30 segundos de sprints Wingate \[2\]](#), [contracciones isométricas voluntarias máximas sostenidas](#), [extensiones isocinéticas de pierna a muy altas repeticiones \[2\]](#), y cuando [se realiza un minuto de salto](#). Más directamente relevante para nosotros, [en los días posteriores al entrenamiento de fuerza a altas repeticiones, los músculos de contracción rápida muestran una tendencia a sufrir una pérdida de producción de fuerza considerablemente mayor después del entrenamiento con 30% del 1RM pero no con el 80% del 1RM](#), lo que sugiere que las fibras musculares de contracción rápida tienen dificultades para recuperarse del trabajo a altas repeticiones. En línea con su mayor fatiga, los músculos de contracción rápida también muestran una peor recuperación [en las horas posteriores a los sprints Wingate de 30 segundos, durante el intervalo de descanso de 1 minuto, después de las extensiones isocinéticas de la pierna al 30 RM y durante los intervalos de descanso de 5 minutos después de 16 segundos de contracciones isométricas voluntarias máximas.](#)

## El método de hipertrofia muscular específica

Para personalizar el programa de entrenamiento de alguien a su fisiología muscular, puede ser beneficioso prescribir intensidades de entrenamiento en lugar de objetivos fijos de repetición. Entonces, en lugar de programar, digamos, 4 series de 9 repeticiones al 70% de 1RM, el programa establece 4 sets al 70% del 1RM en una proximidad al fallo determinada. Las

repeticiones de un individuo pueden ser 15, 13, 11, 10, mientras que las repeticiones de otro pueden ser 8, 5, 4, 3. Estos son volúmenes de entrenamiento significativamente diferentes. Con este método, autorregulas el volumen de repeticiones del entrenamiento en función de las fortalezas genéticas del individuo. [Una revisión sistemática de 2019](#) encontró que las ganancias de fuerza tienden a ser mayores en los estudios que utilizan porcentajes del 1RM como método para determinar la intensidad del entrenamiento que los enfoques con repeticiones máximas en forma directa, aunque la revisión no controló la proximidad al fallo o el volumen de entrenamiento.

Prescribir un porcentaje de 1RM en lugar de un RM también suele gustar más a las personas, ya que a las personas generalmente les gusta entrenar en rangos de repeticiones en las que son más fuertes.

Además, el método por porcentajes del 1RM controla que ciertos ejercicios no sean adecuados para ciertos rangos de repeticiones. Si alguien tiene poca resistencia, es mejor que haga series de 6 al 75% de su 1RM en lugar de obligarse a hacer el 10RM esperado.

Así es cómo implementas el método de hipertrofia muscular específica.

1. Despues de haber creado una división de entrenamiento con una determinada selección de ejercicios y establecido el volumen, la primera vez que realizas cada ejercicio en el programa, planificas la prueba de 1 – 5RM seguida de la cantidad regular de series restantes, si las hay, con un 50 – 80% de ese peso.
2. Estimas el 1RM de cada ejercicio con la calculadora del 1RM del Método Henselmans.

3. Determinas la intensidad de entrenamiento óptima de cada ejercicio de acuerdo con las pautas de este curso.
4. Calcula el peso correspondiente a esa intensidad y lo planificas para la próxima sesión.
5. Pautas a la persona que haga tantas repeticiones como pueda en cada serie con el peso prescrito. Las repeticiones que logre hacer se convierten en el objetivo de repetición para ese ejercicio en el programa.

Ejemplo: un levantador de pesas masculino avanzado tiene que hacer un volumen de 3 series de sentadillas en el programa. La primera vez que las realiza, intenta encontrar su 1-5RM y termina con 160 x 2 repeticiones. Luego hace 2 series más con el 80% de ese peso, pero el resultado de eso no es relevante para este ejemplo. Una buena intensidad de entrenamiento para usar en este caso es el 85% del 1RM. Según la fórmula de Epley el 1RM es de 171 kg, por lo que el 85% de eso es de 145 kg. Digamos que en este programa él entrena a una repetición del fallo. La segunda vez que hace sentadillas en el programa, es decir, el siguiente entrenamiento de sentadillas, utiliza 145 kg y logra, digamos, 6 repeticiones. Su objetivo de repeticiones entonces se convierte en 6 para este programa, es decir, debe pretender completar 6 reps en el primer set de cada entrenamiento de sentadilla. La progresión de aquí en adelante se discutirá en el módulo del curso sobre periodización.

### ➤ **Conferencia**

[Intensidad de entrenamiento y el método de hipertrofia muscular específica](#)

## Estimando el 1RM

Para prescribir un porcentaje del 1RM, se necesita conocer el 1RM. Por lo tanto, la primera vez que realizas el primer entrenamiento de un programa que emplea el método de hipertrofia muscular específica, necesitas encontrar tu 1RM en cada ejercicio.

Una objeción común al método de hipertrofia muscular específica es que solo los levantadores avanzados pueden encontrar confiablemente su 1RM. Eso es una tontería. Es un ejemplo clásico de "los chicos de laboratorio" no se entranan más duro que los "muchachos en las trincheras". Las pruebas de 1RM en individuos no entrenados se hacen todo el tiempo en la investigación y hay una literatura sustancial que indica que [el 1RM se puede encontrar de manera confiable para casi todos los ejercicios, incluso en individuos sin entrenamiento después de la familiarización con el ejercicio \[2\]](#). De hecho, la prueba de 1RM es mucho más fácil en individuos sin entrenamiento, psicológicamente hablando. Como aprendiste en el tema del curso sobre la intensidad óptima de entrenamiento, los levantadores más avanzados pueden lograr niveles mucho más altos de activación muscular. Como resultado, [los intentos de 1RM son mucho más exigentes mentalmente para los levantadores avanzados en comparación con los individuos sin entrenamiento](#).

Dicho esto, a menudo es más seguro hacer que el cliente realice un 3-5RM y estimar el 1RM en función de eso. Se han creado varias fórmulas para esto con precisión variable: vea la descripción de la investigación a continuación.

Ecuación	Poblaciones entrenadas en fuerza puestas a prueba	Ejercicios puestos a prueba	Error estimado (+/- kg)
----------	---	-----------------------------	-------------------------

	<u>Jugadores de fútbol americano de la división masculina 1</u>	Sentadilla	- 4.8
Brzycki	<u>Mujeres entrenadas en fuerza</u>	Press de banca	+ 10.5
	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	+ 15
	<u>Jugadores de fútbol universitario de la división masculina 2</u>	Press de banca	+ 13
Epley	<u>Jugadores de fútbol universitario de la división masculina 1</u>	Sentadilla	+ 2.7
	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	+ 2
Lander	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	+ 9.7
	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	+ 7
	<u>Jugadores de fútbol universitario de la división masculina 2</u>	Press de banca	+ 12

Chapman et al.	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 3
Lombardi	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 11
Mayhew et al. <sup>(1)</sup>	<u>Jugadores de fútbol universitario de la división masculina 2</u>	Press de banca	- 3
	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 3
Mayhew et al. <sup>(2)</sup>	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 1
O'Conner	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 8
Slovak	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 1
Wathen	<u>Jugadores de fútbol universitario de la división masculina 2</u>	Press de banca	+ 1

	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	+ 2
	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	+ 2
Whisenant et al.	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	- 0
Adams	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	+ 2
Brown	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	- 1.5
Berger	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	- 9
Cummings and Finn	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	+ 2
Kemmler et al.	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	- 2
O'Connor et al.	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	- 1
Reynolds et al.	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	+ 1

Tucker et al.	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	- 0.5
Welday	<u>Jugadores de fútbol universitario de la división masculina 2</u>	Press de banca	+ 1
	<u>Hombres universitarios jugadores de fútbol</u>	Press de banca	+ 2
	<u>Mujeres con entrenamiento de fuerza</u>	Press de banca	+ 2

Con base en la investigación de la tabla, se recomienda la fórmula de Epley, ya que ha sido validada en varios estudios tanto para el press de banca como para la sentadilla:

$$\text{Estimación del 1RM de Epley} = \text{peso} \times (1 + \text{repeticiones} / 30)$$

¿No te gustan las matemáticas? Aquí hay una calculadora para hacer el trabajo por ti. También tiene opciones para ejercicios de peso corporal, como lagartijas y dominadas, ya que para estos ejercicios debes tener en cuenta la proporción de peso corporal levantado en la resistencia total.

### ➤ **Herramientas PT**

[Calculadora del 1RM](#)



## Prueba de relación carga-intensidad

Después de haber encontrado el 1RM de un ejercicio en el primer set del primer entrenamiento en el programa, puedes hacer otra prueba para tener una idea de las propiedades fisiológicas del músculo: esto se logra por realizar tantas repeticiones como sea posible con una carga mucho más ligera para el resto de sets planificados para ese ejercicio. Cuando conoces el rendimiento de un músculo con una intensidad más alta y más baja, tienes una idea bastante clara del rango de repeticiones en el cual el músculo es más fuerte. [La combinación de una intensidad muy alta y muy baja es la mejor forma para determinar las propiedades mecánicas de un músculo.](#) Por ejemplo, si ves que un individuo apenas puede hacer 10 repeticiones con un 40% de su 1RM, eso es una señal de que los músculos involucrados pueden ser de dominancia de fibra tipo 2 (muy rápida), tener una densidad capilar baja o por cualquier otra razón no responden bien a los altos volúmenes de entrenamiento.

Concretamente, la alta intensidad para nuestros propósitos será la prueba de 1-5RM. Para la baja intensidad, podemos usar el rango bajo del rango de hipertrofia: 40% de 1RM. Sin embargo, en la práctica es inconveniente tener que determinar el 40% del 1RM en el gimnasio después del 1RM y es más fácil usar la regla: "realiza tantas repeticiones como sea posible con la mitad del peso de tu 1 – 5RM (redondeado hacia abajo)".

Para ejercicios como las sentadillas que no se prestan bien para desempeñarse con repeticiones muy altas, puedes optar por un mero 20% de reducción de peso para obtener una intensidad de ~ 70%.

Estas pruebas también te darán una idea de la capacidad de trabajo del individuo, que puede usarse más como una señal de si el volumen de entrenamiento debe ajustarse. Discutiremos esto con más detalle en el módulo sobre diseño de programas personalizados.

Aquí hay otro ejemplo completo del método de hipertrofia muscular específica. Supongamos que tienes un levantador de pesas masculino avanzado que entrena 3 veces por semana, alternando entre entrenamientos de cuerpo completo A y B. Los primeros entrenamientos A y B del programa serán sesiones de prueba donde encuentra su 1RM para cada ejercicio y realiza su número restante de sets planificados con 20-50% menos de peso para cada ejercicio. Por lo general, desea hacer la misma cantidad de sets aquí que en el resto del programa, ya que de lo contrario confundirá los resultados de la prueba con la fatiga, pero realizar un set menos también puede ser aconsejable para ahorrar tiempo y evitar una sesión larga y reducir el daño muscular de los nuevos ejercicios. Las sesiones de prueba se deben hacer en el mismo orden con los mismos ejercicios que se realizará en el programa regular. Supongamos que durante la sesión A, el 1RM en sentadilla sale como 455 lbs. Como un aprendiz avanzado, digamos que has determinado que estas sentadillas se deben hacer con una intensidad del 85%. Para la siguiente sesión A, prescribes un peso de  $455 * 0.85 = \sim 390$  lb para las sentadillas. A continuación, realiza tantas repeticiones como sea posible con ese peso (o va tan cerca del fallo a como deseas que vaya, como veremos más adelante). Sin embargo, las repeticiones que logra son entonces un marcador de su volumen óptimo. Obtendrás diferentes volúmenes de entrenamiento para cada ejercicio, de acuerdo con las diferentes composiciones de fibra de las diferentes musculaturas involucradas en los diferentes ejercicios.

A menudo, no obtienes números muy sorprendentes. Por ejemplo, la mayoría de las personas pueden hacer de 6 a 10 repeticiones con el 80% de sus 1RM. Sin embargo, ocasionalmente se obtienen resultados poco comunes y es exactamente en estas personas que el método de hipertrofia muscular específica brilla. Hay 2 perfiles que se destacan en la experiencia de Menno.

1. La mujer dominante de contracción lenta que crece mejor en respuesta al entrenamiento de altas repeticiones (hasta 20 – 30 repeticiones incluso para ejercicios compuestos)

comparados con el entrenamiento de fuerza tradicional. Esto tiende a asustar a los coaches y luego se inclinan a pensar que las pruebas deben haber salido mal, por lo que reducen los objetivos de repeticiones. No lo hagas esta es a menudo exactamente la persona que se beneficiará enormemente del método de hipertrofia muscular específica.

2. El atleta prototípico de fuerza a menudo hombre con un gran potencial genético, que prospera con muy poco trabajo de repetición y simplemente se quema o se lastima haciendo mucho volumen.

El método de hipertrofia muscular específica no es necesario para hacer que un programa sea efectivo. Tampoco está obligado a usarlo en la prueba. Como mencionamos anteriormente, la mayoría de las investigaciones en promedio encuentran un crecimiento muscular similar en un amplio rango de intensidades. La autorregulación de los volúmenes de repetición con el método de hipertrofia muscular específica para los individuos con una fisiología típica, por lo tanto, proporciona un pequeño resultado directo adicional. Solo es potencialmente útil para individuos o músculos con una biología menos común.

Dicho esto, el método también es muy informativo para usar si estás dispuesto a hacer un poco de trabajo adicional con las pruebas. Después de la sesión de prueba, tienes una idea del nivel de fuerza exacto del individuo para cada ejercicio, tienes una estimación de la capacidad de trabajo de cada músculo y tienes una idea de si son más adecuados para repeticiones más bajas o altas y volúmenes de entrenamiento más altos o mas bajos.

Las pruebas también te dicen muchas otras cosas sobre una persona. Aquí hay algunos ejemplos obtenidos de la experiencia de Menno.

- Si no saben cómo trabajar hasta su 1RM, evidentemente no tienen mucha experiencia.

- Si no se sienten cómodos subiendo a pesos de entre 1-5RM, su técnica probablemente necesita trabajo.
- Si te hacen un montón de preguntas sobre cuántos sets de calentamiento deben realizar para encontrar su 1RM, cómo redondear los pesos cuando toman el 50% de su peso y otras preguntas técnicas como estas, a menudo son sobreanalizadores y es bueno hacer que aprendan a autorregularse y a hacer algo, en lugar de pensar durante el entrenamiento.
- Si alguien es mucho más fuerte a altas y bajas intensidades para ejercicios técnicos, como sentadillas 100 x1 y 80 x 4, es aconsejable realizar una prueba técnica, porque hay una buena probabilidad de que sacrifiquen la forma por el peso.
- Si sus repeticiones aumentan en series con el mismo peso, como en sentadillas 100 x 1, 80 x 8,9,11, probablemente no están entrenando muy duro. Las repeticiones en todas las series normalmente solo deben bajar, ya que te fatigas por el entrenamiento.
- Si ves un cierto número máximo de repeticiones aparecer todo el tiempo, eso puede significar que tienen un bloqueo mental. Muchas personas, especialmente los hombres, son reacios a superar las ~ 12 repeticiones por serie, posiblemente implícitamente porque creen que el rango de hipertrofia termina ahí. Estas personas necesitan aprender a autorregular sus programas y entrenar más duro.

## Un método más simple

Si el método de hipertrofia muscular específica te parece demasiado complicado, simplemente puedes establecer objetivos de repeticiones fijos basado en los promedios comunes de repeticiones por intensidad. En lugar de prescribir un peso basado en la intensidad de entrenamiento preferida (% 1RM) para

encontrar los objetivos de repetición de una persona, puedes prescribir los siguientes objetivos de repetición directamente. La siguiente tabla enumera los objetivos de repetición que puedes prescribir en función de la intensidad que prescribirías con el método de hipertrofia muscular específica. Probablemente deseas personalizar un poco estos números en función de los objetivos de repetición para los que cada ejercicio es técnicamente más adecuado. Para la mayoría de las personas, este método probablemente proporcionará resultados similares a los del método de hipertrofia muscular específica. Sin embargo, pierdes parte de la información y la personalización que obtendrías de las pruebas de 1RM y de la prueba de máximas reps a cierta intensidad.

Intensidad (%1RM)	Repetición objetivo
90	3
85	5
80	8
75	10
70	12
65	15
60	20

## Volumen de entrenamiento

El volumen de entrenamiento es una medida de la cantidad total de trabajo realizado en una sesión de entrenamiento. Las siguientes definiciones de volumen de entrenamiento se utilizan en la literatura científica.

- Volumen de carga de entrenamiento (a veces llamado trabajo total) = sets x repeticiones x peso
- Volumen de repetición = sets x repeticiones
- Volumen de sets = número de sets

Ejemplo: 2 series de 9 repeticiones de sentadillas con 100 kg tienen un volumen de carga de entrenamiento de:  $2 * 9 * 100 = 1800$  kg, un volumen de repetición de  $2 * 9 = 18$  repeticiones y un volumen de sets de 2.

Cuando los científicos hablan de "volumen de entrenamiento", a menudo se refieren al volumen de carga de entrenamiento. Sin embargo, el volumen de carga a menudo tiene poco significado práctico. Por un lado, se confunde por el nivel de fuerza de la persona. Si la persona A realiza 4 series de 7 sentadillas con 200 lb., el volumen de carga de entrenamiento de esta persona es de 5600 lbs. Si otra persona puede hacer el mismo entrenamiento con 220 lb., el volumen de carga de entrenamiento de esa persona es 10% más alto. Sin embargo, la estimulación de los músculos es muy similar para ambas personas.

El mismo problema surge al comparar diferentes ejercicios. Las sentadillas rivalizan o son mejores que el press de pierna para el crecimiento muscular, como veremos en el tema de

selección de ejercicios, pero el tonelaje y, por lo tanto, el trabajo total realizado casi siempre será sustancialmente mayor para el press de pierna porque puedes levantar más peso.

Agregue a eso todos los demás factores, biomecánicos, morfológicos y neurales, que cambian la fuerza de alguien incluso con la misma cantidad de masa muscular realizando la misma cantidad de trabajo interno, y está claro que el volumen de carga de entrenamiento a menudo no dice mucho sobre el estímulo para el crecimiento muscular.

El volumen de repetición es más útil, ya que, al eliminar la carga utilizada de la ecuación, se elimina el factor de confusión de la fuerza. Sin embargo, como discutimos en el tema del curso sobre intensidad de entrenamiento, entre aproximadamente 30 y 90% del 1RM, la intensidad del entrenamiento a menudo no afecta en gran medida la cantidad de crecimiento muscular estimulado por el entrenamiento.

Como tal, los levantadores deberían usar el volumen de sets como la medida principal del volumen de entrenamiento en la mayoría de las circunstancias. Los sets totales se correlacionan más fuertemente que el trabajo total o el volumen de repetición con el crecimiento muscular real cuando se entrena cerca del fallo dentro del rango de 30 – 90% del 1RM.

Sin embargo, es importante entender que este es solo un método. Otros métodos de programación pueden beneficiarse de monitorear el volumen de entrenamiento de diferentes maneras. Por ejemplo, aprenderás sobre el método de myoreps, que monitorea las reps efectivas', en el tema de técnicas avanzadas de entrenamiento.

Otra cosa que es muy importante enfatizar es que el volumen de entrenamiento siempre debe ser monitoreado por grupo muscular. Como aprendiste en el tema de las adaptaciones al entrenamiento de fuerza, la hipertrofia muscular es principalmente un proceso local e intrínseco.

Así que ahora hemos determinado nuestra medida del volumen de entrenamiento: **cantidad de series por grupo muscular por semana** (o cualquier otro período de tiempo). El siguiente paso es: ¿cuántos sets es lo óptimo?

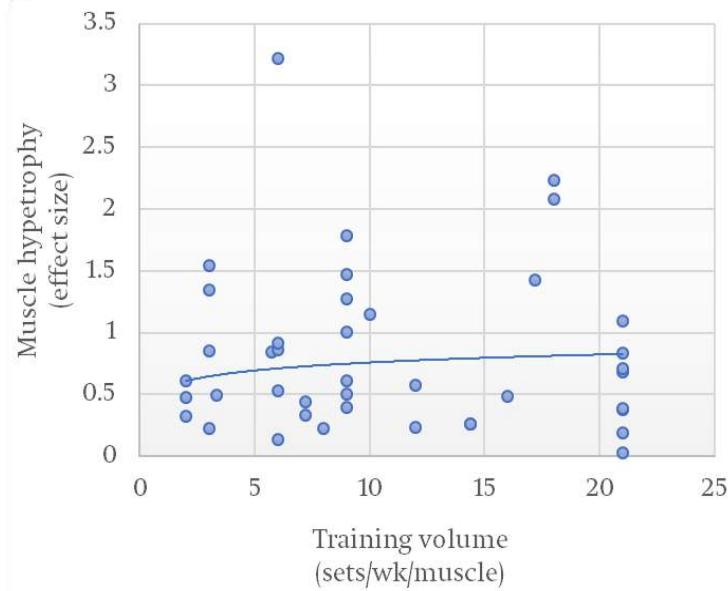
## Encontrando el punto dulce

Los siguientes gráficos proporcionan una visión general de la literatura para responder a esta pregunta. Forman parte de un metaanálisis en curso sobre este tema por parte del equipo de investigación de Menno e incluyen toda la literatura inglesa conocida que compara diferentes volúmenes de entrenamiento de fuerza y mide la hipertrofia muscular a largo plazo o el desarrollo de fuerza (comúnmente el 1RM). El volumen de entrenamiento se calcula aquí como el volumen promedio de trabajo semanal establecido para la medida de resultado objetivo. Se muestra una línea de tendencia logarítmica de mejor ajuste en cada gráfico para ilustrar la tendencia. El análisis formal aún no ha concluido. Aquí puedes encontrar una descripción tabular de los ensayos controlados que comparan diferentes volúmenes de entrenamiento, incluidos los volúmenes de series semanales de más de 10 series:

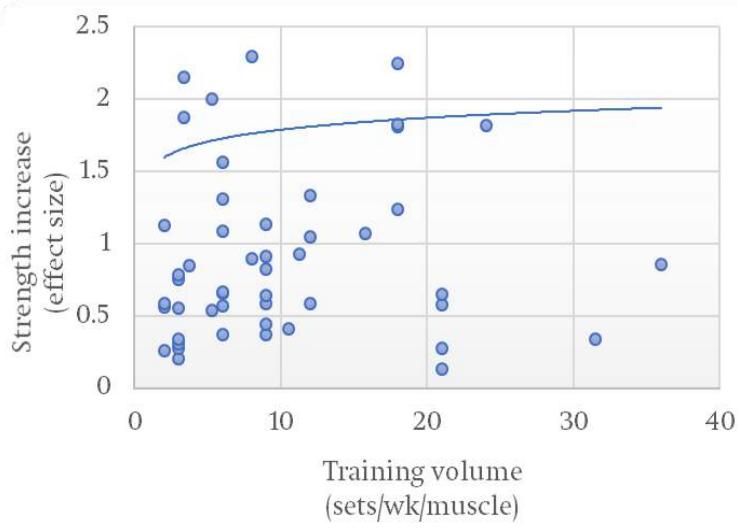
## ➤ **Lectura opcional**

### Revisión de estudios de alto volumen

En individuos no entrenados, hay poco que ganar al entrenar con volúmenes más altos, aunque faltan datos sobre volúmenes de entrenamiento de más de 20 series por semana. El desarrollo de la fuerza parece no verse afectado en gran medida por el volumen de entrenamiento en absoluto y el crecimiento muscular parece aumentar al menos en un promedio de 50% cuando se pasa de casi cualquier entrenamiento hasta 20 series por semana. Curiosamente, los tamaños de efectos informados más altos no son para los volúmenes más altos y los tamaños de efectos no negativos más bajos no son para los volúmenes más bajos, lo que indica que no hay una dosis respuesta clara donde mas es mejor.

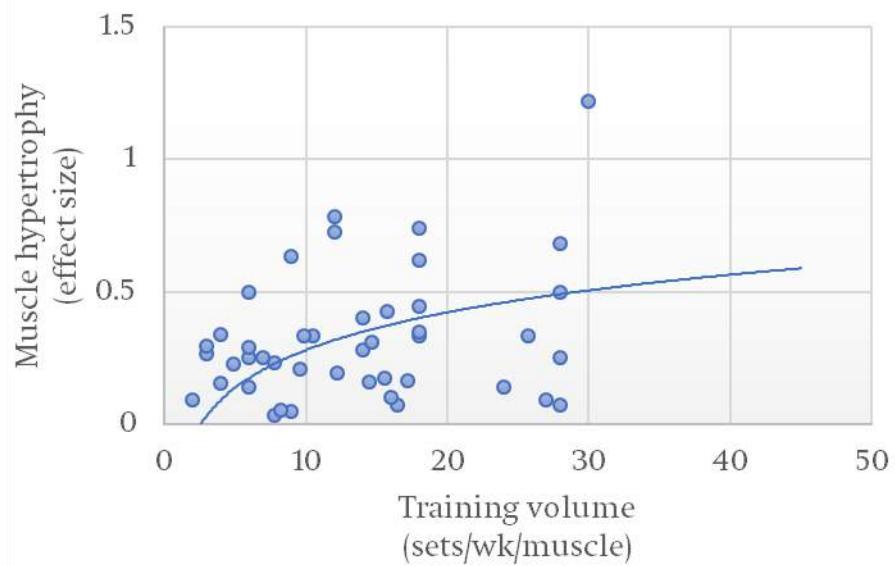


*Effect of training volume on muscle growth in untrained individuals.*

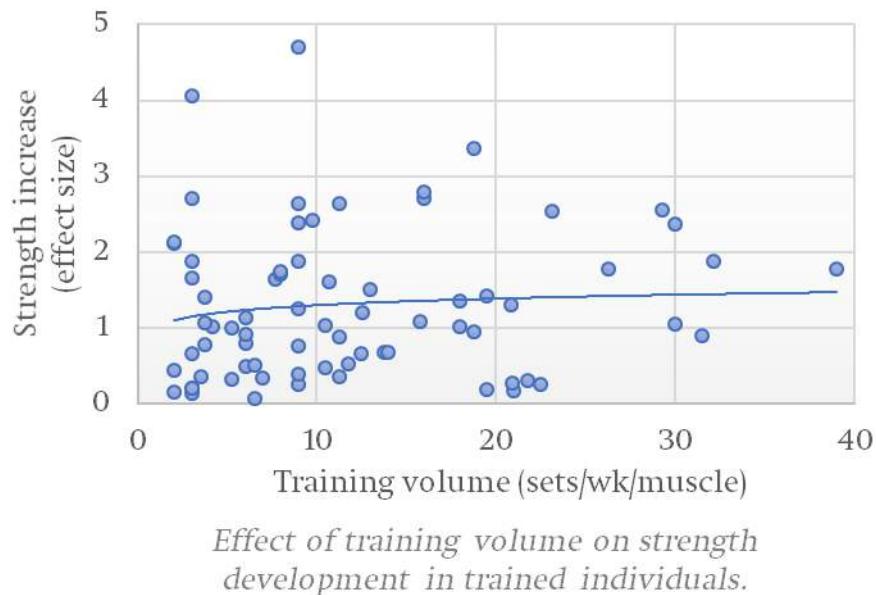


*Effect of training volume on strength development in untrained individuals.*

Los estudios en individuos entrenados pintan una imagen diferente, especialmente para el crecimiento muscular. El desarrollo de fuerza muestra una tendencia aproximada de pasar de un tamaño de efecto de 1 a un tamaño de efecto de 2, lo que indica que, en promedio, las personas podrían duplicar sus ganancias de fuerza al pasar de volúmenes de entrenamiento muy bajos a muy altos. El crecimiento muscular aquí muestra el mejor ajuste a la línea de tendencia de todos los gráficos con un crecimiento muscular aparentemente mayor hasta realizando 45 series por semana, aunque con fuertes rendimientos decrecientes: cada set adicional te brinda progresivamente menos crecimiento muscular extra.

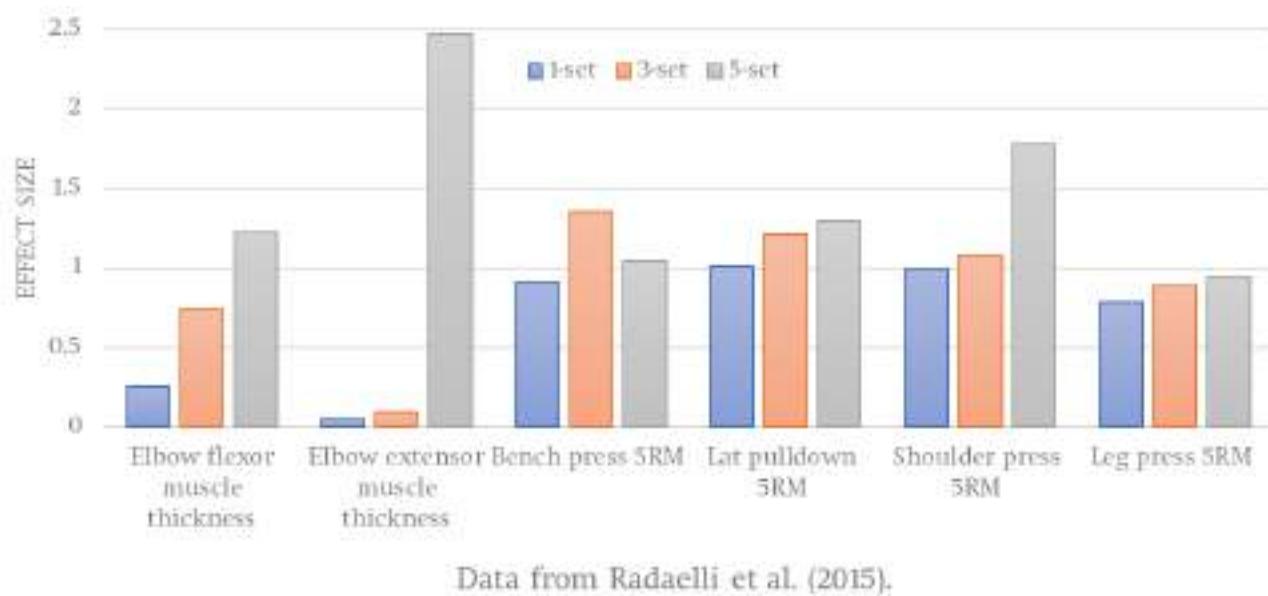


*Effect of training volume on muscle growth in trained individuals.*



El efecto dosis-respuesta del volumen de entrenamiento sobre el crecimiento muscular es bastante evidente en el gráfico anterior de hasta 20 series por semana. Por encima de 20 series, los datos se vuelven más escasos, pero tenemos 2 excelentes estudios que indican que el crecimiento muscular continúa beneficiándose de volúmenes aún mayores que este.

[Radaelli et al. \(2015\)](#) hicieron un estudio de larga duración (6 meses), en una población relevante (personal militar) y compararon 3 volúmenes de entrenamiento. Los participantes realizaron 1, 3 o 5 series por ejercicio con 2 ejercicios para el bíceps y 3 para el tríceps en un programa de entrenamiento de cuerpo completo de 3 veces por semana. Entonces, para los bíceps, los volúmenes de sets por semana fueron 6, 18 y 30; para los tríceps fueron 9, 27 y 45. Con la excepción del press de banca, los resultados para todas las medidas mostraron una mejor relación dosis-respuesta hasta los volúmenes súper altos, como se ilustra a continuación.



[Schoenfeld et al. \(2018\)](#) empleó un diseño similar con hombres entrenados en fuerza que realizaron 1, 3 o 5 series por ejercicio durante un estudio de 8 semanas. Esto llevó a un número total semanal de series por grupo muscular de 6 y 9 series para el grupo de 1 serie, 18 y 27 series para el grupo de 3 series y 30 y 45 series para el grupo de 5 series en las extremidades de la parte superior e inferior del cuerpo, respectivamente. Por lo tanto, el volumen de entrenamiento fue un 50% más alto para los cuádriceps que para los tríceps y los bíceps. Todos los sets se realizaron hasta el fallo. Como se ilustra a continuación, no hubo ningún efecto del volumen de entrenamiento en el desarrollo de la fuerza, mientras que hubo una clara dosis-respuesta del volumen de entrenamiento con volúmenes más altos que dieron como resultado un crecimiento muscular notablemente mayor.



*Effect sizes calculated by Menno Henselmans based on Schoenfeld et al. (2018)'s training volume dose-response study.*

De acuerdo con estos datos, en cuanto más volumen hagas, más crecerás, hasta al menos 45 series por semana por grupo muscular.

Tiene sentido que cuanto más avanzado eres, más alto es el volumen óptimo de entrenamiento. Los levantadores avanzados son más resistentes al daño muscular y a la fatiga neuromuscular. Los levantadores avanzados también muestran una respuesta hormonal-anabólica atenuada a un volumen de entrenamiento dado. Como resultado, se requiere un mayor esfuerzo de entrenamiento para estimular adaptaciones de entrenamiento adicionales. El entrenamiento de bajo volumen a menudo funciona bien en principiantes, pero muchos estudios muestran que un solo set, incluso si se toma completamente al fallo, produce muy poco o incluso cero crecimiento muscular adicional en las personas más avanzadas.

En individuos no entrenados, muchas personas parecen alcanzar el máximo crecimiento muscular con solo 9 series por semana. En los aprendices más avanzados, sin embargo, está claro que los beneficios se extienden mucho más allá de este rango. [En la literatura general, existen beneficios significativos para el crecimiento muscular y el desarrollo de la fuerza hasta de al menos 10 series por semana por grupo muscular \[2\]](#).

Con base en estos datos, puedes estar tentado a concluir que el mejor volumen de entrenamiento es simplemente todo lo que puedes realizar. Sin embargo, esto no es necesariamente el caso.

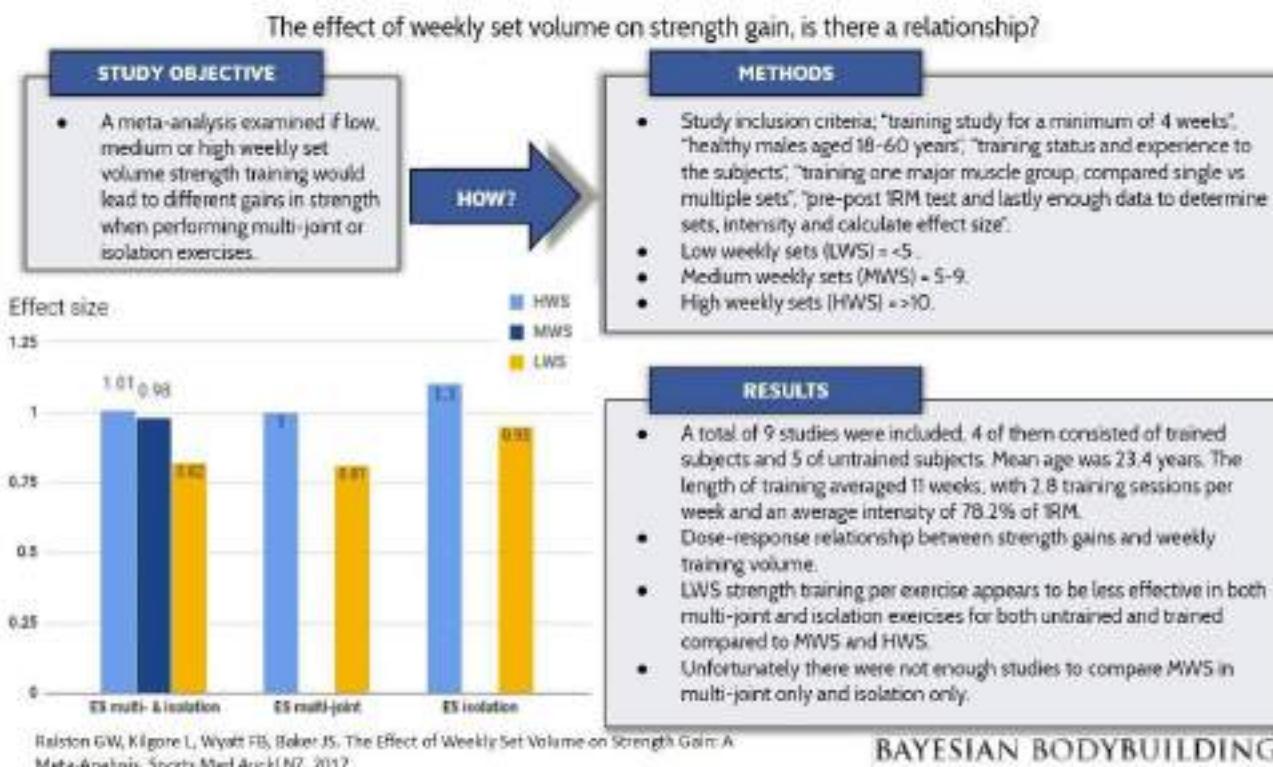
## Mas no siempre es mejor

[Hay retornos fuertemente decrecientes al volumen de entrenamiento \[2, 3\]](#). Cada set adicional que haces resulta en un beneficio adicional cada vez más pequeño para tu progreso. Hay 2 razones principales para los rendimientos decrecientes del volumen de ejercicio.

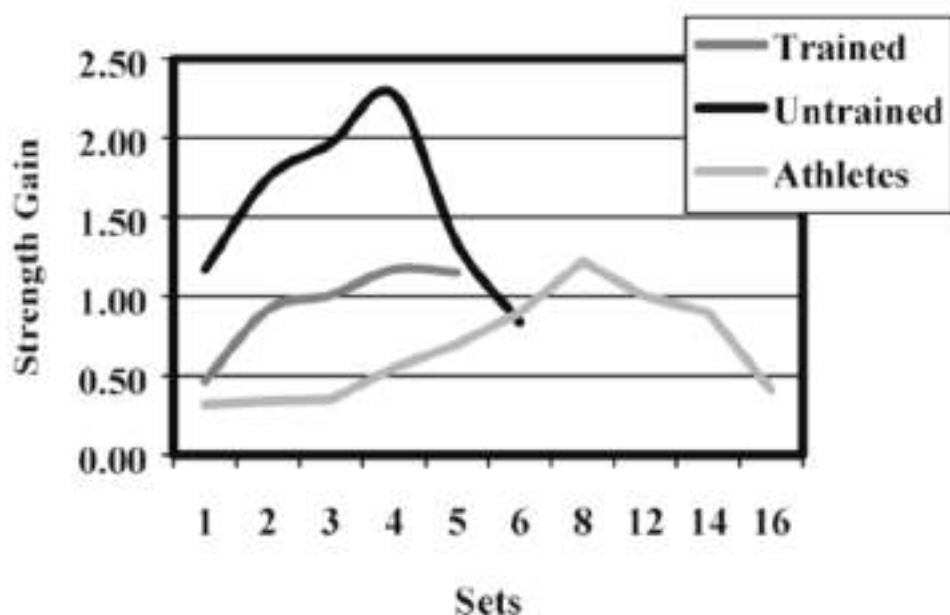
1. El cuerpo tiene una capacidad limitada de adaptación. Después de alcanzar un cierto umbral de estrés, el cuerpo recibe el mensaje y se activa la adaptación. Después de este umbral, hay una relación dosis-respuesta al añadir más estrés, pero después de un cierto punto se excede la capacidad del cuerpo para adaptarse a más estrés y el estrés adicional puede ser incluso perjudicial. Como dijo famosamente Lee Haney: "Ejercítate para estimular, no para aniquilar". (El sobreentrenamiento estará cubierto en el tema del curso sobre periodización).
2. La fatiga afecta la calidad del siguiente entrenamiento. Específicamente, [el daño muscular limita la capacidad de tu cuerpo para activar aún más el tejido muscular](#).

En [este metaanálisis sobre el desarrollo de la fuerza](#), puedes ver que el comienzo de los rendimientos decrecientes comienzan mucho antes de los 10 sets por semana por ejercicio. Toma en cuenta que esto es por ejercicio, no por grupo muscular. Además, se incluyeron pocos datos en el grupo de volumen de entrenamiento de nivel medio. El volumen por grupo muscular generalmente será mucho más alto que por ejercicio.

Además, se disponía de pocos datos sobre los volúmenes de entrenamiento medios, por lo que no deseas leer demasiado en la curva de dosis-respuesta exacta.



No solo hay rendimientos decrecientes del volumen de entrenamiento, en algún punto el volumen adicional se vuelve perjudicial. Excederás la capacidad de tu cuerpo para recuperarse del estrés del entrenamiento y tu cuerpo se volverá incapaz de adaptarte antes de tu próxima sesión de entrenamiento: te sobreentrenas. Como tal, existe un volumen de entrenamiento óptimo, en comparación con el hacer menos o más los cuales ambos resultan en peores resultados [2, 3, 4]. El apoyo más fuerte para el volumen individual óptimo proviene de la investigación en individuos donde una pierna se entrena con un volumen más alto que la otra: algunas personas ganan más músculo en la pierna entrenada con un volumen más alto, mientras que otras personas ganan más músculo en la pierna entrenada con menos volumen. En otras palabras, cada individuo (músculo) tiene su propio "punto dulce de volumen". Esta curva óptima en forma de U para el volumen de entrenamiento se ilustra muy bien en el metanálisis de Rhea sobre el desarrollo de la fuerza, que se muestra a continuación.



**FIGURE 3.** Volume of training: the number of sets performed (per muscle group) during each workout.

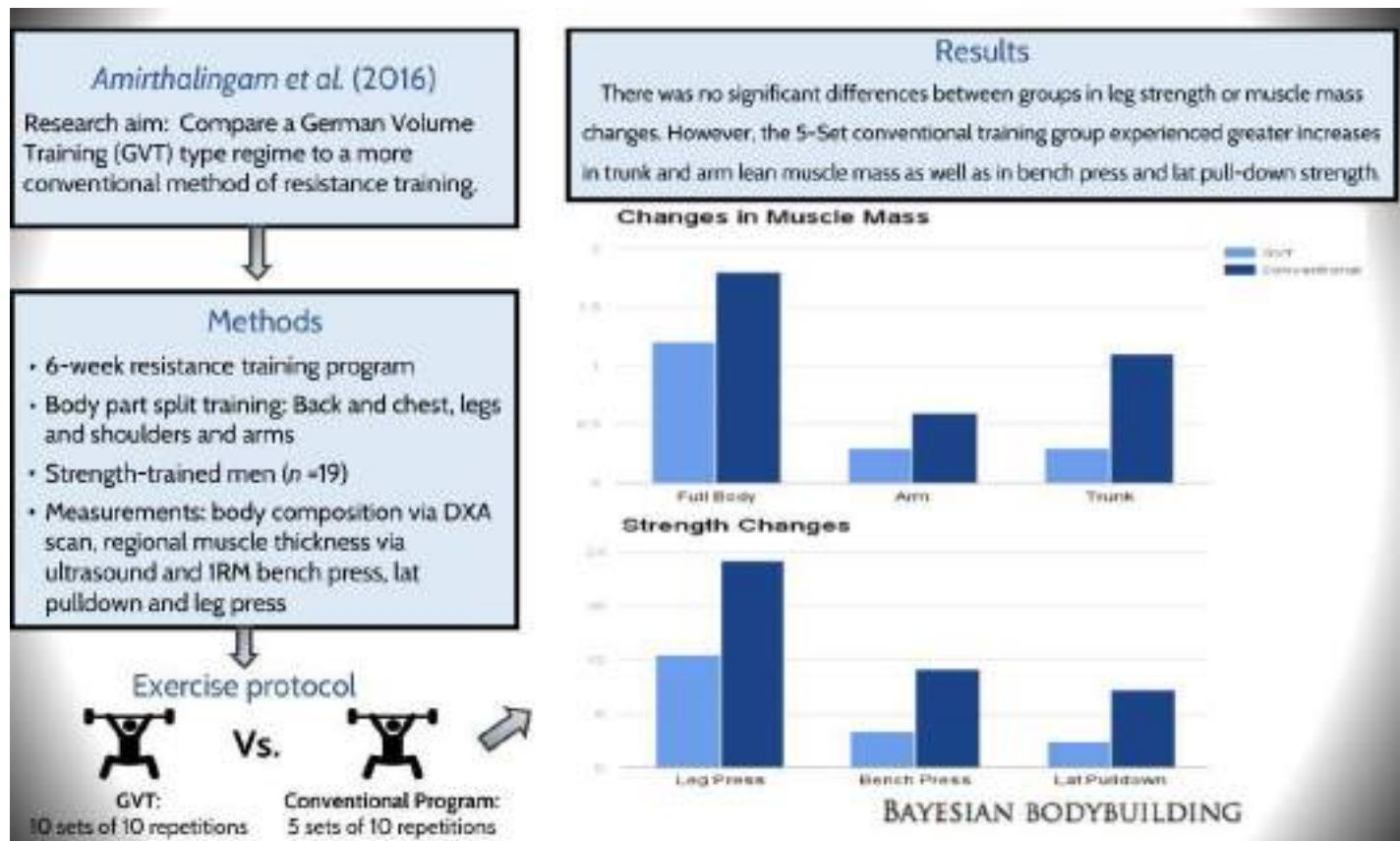
Un estudio particularmente bueno sobre el volumen de entrenamiento óptimo proviene de [Amirthalingam et al. \(2016\)](#). Compararon el entrenamiento de volumen alemán (GVT), una popular rutina de culturismo, contra una variante de menor volumen con 5 en lugar de 10 sets para los ejercicios principales. Aquí están los protocolos de entrenamiento. Los sujetos entrenaron 3 veces por semana.

**Table 1.** Resistance training protocol.

Session 1			Session 2			Session 3		
Exercise	Load	Sets x repetitions	Exercise	Load	Sets x repetitions	Exercise	Load	Sets x repetitions
Flat Bench Press <sup>a</sup>	60% 1RM	10 or 5 x 10	Leg Press <sup>a</sup>	80% 1RM	10 or 5 x 10	Shoulder Press <sup>a</sup>	60% 1RM	10 or 5 x 10
Lat-Pulldown <sup>a</sup>	60% 1RM	10 or 5 x 10	Dumbbell Lunges <sup>b</sup>	70% 1RM	10 or 5 x 10	Upright Row <sup>b</sup>	60% 1RM	10 or 5 x 10
Incline Bench Press	70% 1RM	4 x 10	Leg Extensions	70% 1RM	4 x 10	Tricep Pushdowns	70% 1RM	4 x 10
Seated Row	70% 1RM	4 x 10	Leg Curls	70% 1RM	4 x 10	Bicep Curls	70% 1RM	4 x 10
Crunches	close to RM	3 x 20	Calf Raises	close to RM	3 x 20	Sit-ups with twist	close to RM	3 x 20

<sup>a</sup>10 and 5 sets respectively for these exercises (10-SET, 5-SET)

Y aquí hay una descripción general de los resultados.



Observa cómo el grupo de mayor volumen ganó menos músculo en los brazos y el tronco, pero para la parte inferior del cuerpo no hubo diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, hubo una tendencia ( $p < 0.1$ ) para un menor crecimiento muscular en el grosor del músculo anterior (el cuádriceps) en el grupo GVT. Estos hallazgos tienen sentido, porque el volumen de entrenamiento para brazos, cuádriceps y hombros era extremadamente alto en el grupo de 10 series, ya que estas partes del cuerpo se entrenaban semiintencionalmente dos veces por semana, una superposición común en rutinas divididas que intentan enfocarse en cada grupo muscular solo una vez por semana. Un sesgo similar común en las rutinas de

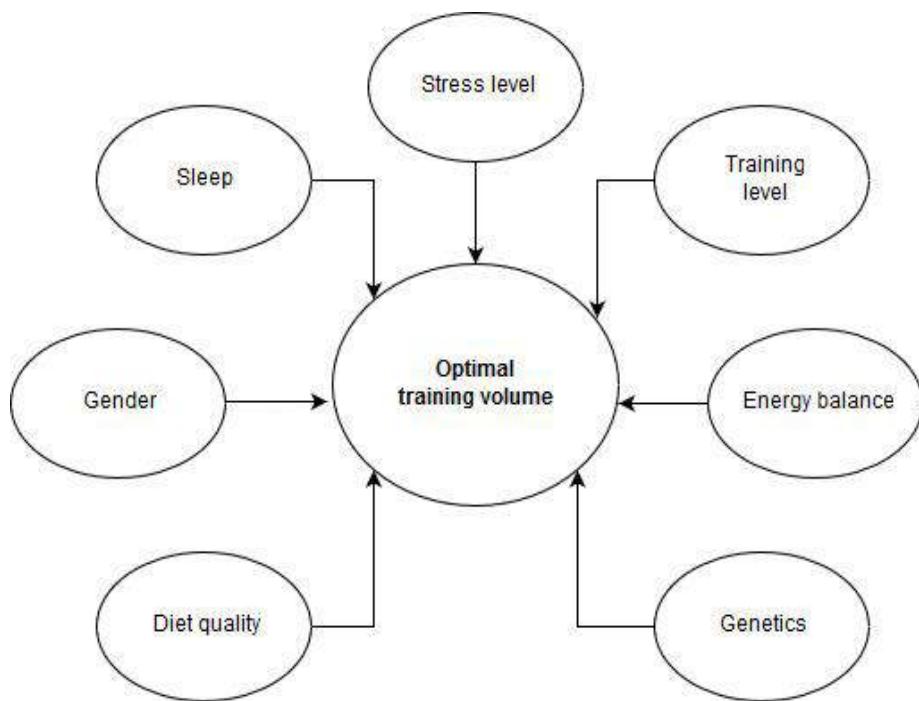
musculación es que "las piernas" son tratadas como un único grupo muscular y la mayoría de los ejercicios para esta parte del cuerpo se dirigen preferentemente a los cuádriceps, descuidando la cadena posterior (músculos isquiotibiales, pantorrillas y glúteos). Debido a que los ejercicios compuestos también trabajaban los brazos, cuádriceps y hombros, el entrenamiento total semanal para el tríceps, el bíceps y los cuádriceps fue de más de 20 series y para los deltoides anteriores el volumen de entrenamiento fue de más de 30 series. Para los levantadores de pesas de nivel principiante, esto fue evidentemente excesivo.

En la sección sobre frecuencia de entrenamiento también discutiremos por qué puede haber un límite superior de volumen de entrenamiento productivo por sesión.

*Nota: veremos cómo determinar qué ejercicio estimula qué grupo muscular y en qué grado en el tema del curso sobre selección de ejercicios.*

## Capacidad de recuperación

Evidentemente, los volúmenes de entrenamiento de más de 20 series por grupo muscular por semana merecen precaución, ya que en este punto la investigación muestra el potencial de una reducción en lugar de una mejora en los resultados. Para asegurarte de mantenerte en el rango de volumen de entrenamiento óptimo y no cruzar el rango de sobre-esfuerzo, el volumen de entrenamiento debe basarse en la capacidad de recuperación. Las personas varían considerablemente en cuanto al volumen que pueden tolerar sin lesionarse o sin llevarse cerca del sobre entrenamiento debido a varios factores.



En el módulo sobre el estilo de vida fitness, aprendiste que el estrés psicológico puede efectivamente duplicar el tiempo que le lleva a alguien recuperarse de sus entrenamientos. La falta de sueño puede ser igualmente destructiva para la capacidad de alguien de mantener altos volúmenes de entrenamiento.

También hemos discutido la importancia del estado de entrenamiento. Los músculos más avanzados son más resistentes al estrés metabólico y experimentan menos daño muscular de un entrenamiento dado, por lo que pueden recuperarse más rápidamente que los músculos menos entrenados.

En el tema de diseño de programas personalizados, aprenderás que las mujeres pueden tolerar más volumen que los hombres.

Otro factor importante que hemos mencionado es la calidad de la dieta. Entre más anabólica sea la dieta de alguien, mayor será el potencial de crecimiento muscular y mejor será la capacidad de recuperación de la persona. Esto incluye la sincronización de los nutrientes y, por lo tanto, el reparto de nutrientes, el índice inflamatorio, si se consumen suficientes macro y micronutrientes, el balance energético, las elecciones de alimentos, todo importa. Sin embargo, el balance energético es en la práctica el factor más importante, porque significa que las personas tolerarán un volumen de entrenamiento más alto cuando hacen una fase de volumen que cuando están en una fase de perdida de grasa. De hecho, durante el Ramadán, los atletas en ayunas ganan fuerza más rápido cuando reducen su volumen en un 22% que cuando se quedan con su volumen de entrenamiento habitual.

Entonces, en un déficit de energía, el estrés total del entrenamiento debería reducirse. Esto se puede lograr de muchas maneras, pero el método más simple por mucho es reducir el volumen de entrenamiento. En la experiencia de Menno y en base a la literatura, una reducción del 20 al 33% en el volumen es apropiada durante una fase de perdida de grasa en comparación con una fase de volumen. Se puede pensar que las ingestas de una fase de volumen recomendadas en el curso son representativas de estar cerca del consumo de energía de mantenimiento con una buena pero no necesariamente excelente calidad de la dieta. Entonces, si alguien comienza un programa con un déficit de energía significativo, la cantidad de series por semana puede necesitar reducirse en un 10 – 16% en comparación con la recomendación promedio. Por el contrario, al hacer una fase de volumen el volumen de sets semanal se puede aumentar en un 10 – 16%.

Sin embargo, en la práctica, mientras que el estrés del entrenamiento generalmente se puede aumentar cuando alguien realiza una transición a una fase de volumen, a veces no es necesario

reducir el estrés de entrenamiento cuando se hace la transición a una fase de definición. Durante una definición prolongada, si se ha avanzado bien, no es raro que alguien haya avanzado lo suficiente como para manejar el mismo volumen de entrenamiento en un déficit de energía. Menno a menudo prefiere mantener el estrés de entrenamiento constante durante el inicio de una fase de definición para evitar decir al cliente: "Bienvenido una fase de definición. Prepárate para que tus sesiones de entrenamiento sean mucho mas difíciles".

Para ayudarte a obtener una estimación del volumen de entrenamiento óptimo de una persona, puedes usar la siguiente calculadora. Debería pensar en el resultado de esta calculadora como una guía. La calculadora solo considera los factores enumerados. Muchos otros factores también pueden ser relevantes, especialmente la genética, las dietas vegetarianas y el consumo de medicamentos.

### ➤ ***Herramientas PT***

[Calculadora de volumen de entrenamiento](#)

## Frecuencia de entrenamiento

La frecuencia de entrenamiento se puede definir de 3 maneras y, como con la discusión de cualquier concepto, es importante acordar ciertas definiciones para comprender el tema.

1. La frecuencia total de entrenamiento es la cantidad de veces por semana que vas al gimnasio. Si entrenas los lunes, miércoles y viernes, tu frecuencia total de entrenamiento es de 3.
2. La frecuencia por ejercicio es la cantidad de veces por semana que realizas un ejercicio. Si estás en una división superior / inferior con una frecuencia total de 4 entrenamientos a la semana y los dos días de tu parte inferior del cuerpo haces sentadillas, la frecuencia de sentadillas es de 2.
3. La definición más relevante para el crecimiento muscular es la frecuencia de entrenamiento por grupo muscular. A tus músculos no les importa la frecuencia con la que estás en el gimnasio o la división de tu entrenamiento. Solo reaccionan a la frecuencia con la que experimentan una alta tensión mecánica.

Los culturistas tradicionalmente entranan un músculo solo una vez a la semana. De esta manera obtienes una gran bomba durante el entrenamiento y mucho dolor después. Pero como has aprendido, una bomba grande y músculos adoloridos, o sus variantes racionalizadas, estrés metabólico y daño muscular, no equivalen al crecimiento muscular. Y sería una coincidencia si el curso temporal del crecimiento muscular coincidiera exactamente con lo que definimos como una semana en el calendario gregoriano.

Sin embargo, varios estudios muestran que no hay o existe muy poco beneficio de entrenar un músculo más de una vez a la semana, dado el mismo volumen total de entrenamiento [1, 2, 3,

[4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#)]. Un metaanálisis de 2019 realizado por Schoenfeld et al. confirma que, en promedio, los estudios de volumen equivalente encuentran un crecimiento muscular similar independientemente de la frecuencia de entrenamiento.

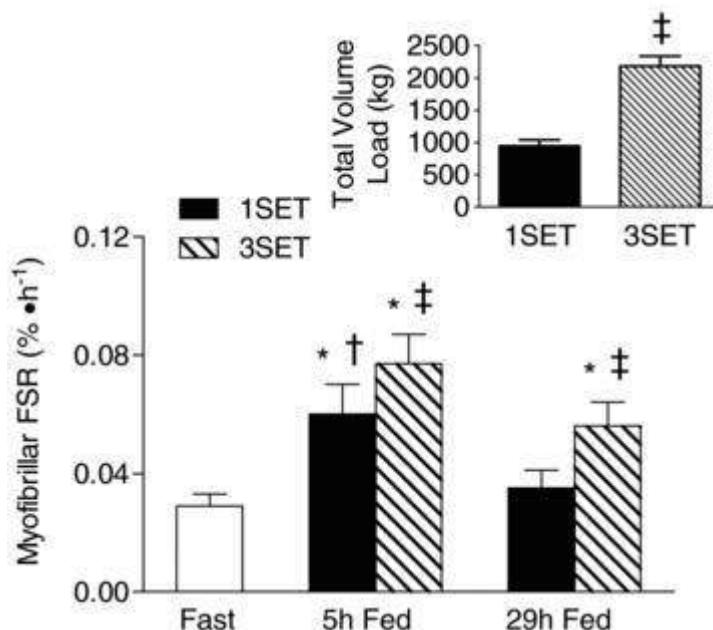
Sin embargo, la mayoría de estos estudios tienen una característica de diseño clave en común: son en participantes no entrenados. Solo 2 estudios encuentran beneficios de frecuencias de entrenamiento más altas que una vez por semana en individuos no entrenados en una base de volumen equivalente.

1. [Ochi et al. \(2018\)](#) encontró que entrenar un músculo 3 veces por semana resultó en mayores ganancias de fuerza, pero no en una mayor crecimiento muscular comparado con entrenar un músculo una vez por semana.
2. [Pina et al. \(2019\)](#) encontraron una mayor pérdida de grasa con el mismo desarrollo de fuerza y crecimiento muscular al entrenar 3 veces por semana en lugar de 2 veces por semana.

Hemos visto que el tiempo de evolución de la síntesis de proteína muscular disminuye en individuos entrenados, se genera menos músculo por entrenamiento y aumenta la tasa de recuperación. En base a esto, las personas entrenadas deberían requerir frecuencias de entrenamiento más altas para seguir desarrollando músculos todo el día. De hecho, si la SPM solo permanece elevada durante 24 horas después de un entrenamiento, lógicamente se deduce que debes entrenar a un grupo muscular todos los días para lograr un crecimiento muscular máximo. Sin embargo, hay 2 razones por las cuales esto no es el caso.

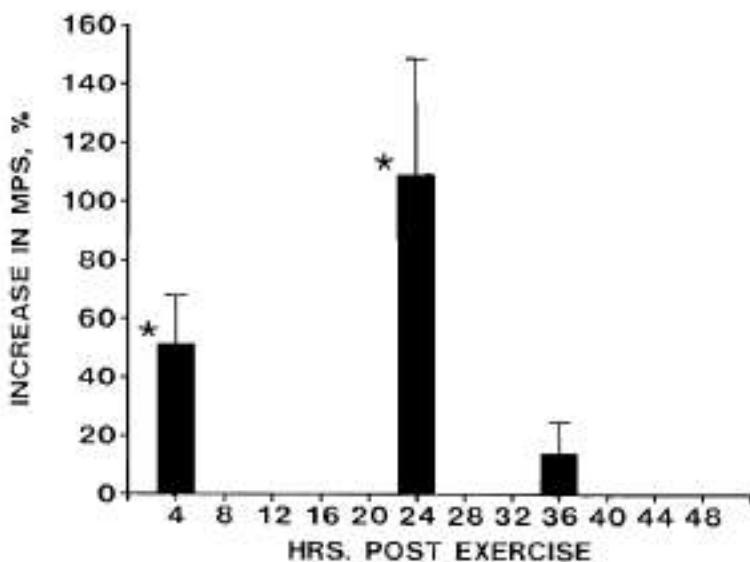
## SPM vs. frecuencia de entrenamiento

Por un lado, los mayores volúmenes de entrenamiento pueden alargar la ventana anabólica. [Burd et al. \(2010\)](#) compararon la longitud de la ventana anabólica de 1 frente a 3 sets de extensiones de pierna en hombres entrenados recreativamente. Triplicar el volumen de entrenamiento aumentó significativamente la síntesis de proteínas a las 5 y 29 horas después del entrenamiento: básicamente desplazó toda la curva de tiempo de la SPM de la ventana anabólica hacia arriba en alrededor de un tercio (ver la figura a continuación).



Si extrapolamos estos resultados linealmente con el tiempo, esto podría posponer la ventana anabólica de aproximadamente un día a aproximadamente dos días, bastante plausiblemente más largo con volúmenes de entrenamiento de más de 4 series por grupo muscular por sesión.

Sin embargo, otra investigación sugiere efectos más modestos del volumen de entrenamiento en la duración de la SPM. En fisicoculturistas recreativos, los niveles de SPM en el bíceps habían regresado al 14% de los niveles de reposo dentro de las 36 horas posteriores a la realización de 12 sets de curl de bíceps al fallo (ver figura a continuación).



La segunda razón por la cual la literatura de la SPM puede no contar toda la historia de la frecuencia de entrenamiento ideal es que la mayoría de las investigaciones miran la SPM mixta. Para la sincronización de nutrientes, esto es todo lo que es importante, ya que queremos alimentar todos los tipos de SPM.

Sin embargo, para la frecuencia de entrenamiento, no estamos preocupados por la máxima SPM total, sino por la duración total de la SPM miofibrilar. Siempre que la SPM miofibrilar se eleve, un músculo sigue creciendo a partir del entrenamiento anterior. Debido a que la SPM miofibrilar es parte de la SPM mixta (total), se esperaría que un retorno de la SPM mixto a la línea de base lógicamente implica que la SPM miofibrilar también ha regresado a la línea de

base. Sin embargo, nuestros métodos de medición aparentemente no son lo suficientemente refinados como para decírnos esto, ya que algunas investigaciones concluyen que el la SPM miofibrilar permanece elevada durante más tiempo que la SPM mixta.

## Estudios sobre la frecuencia de entrenamiento

Por lo tanto, no podemos asumir que la longitud de la ventana anabólica refleja al 100% la frecuencia de entrenamiento óptima. Con esto en mente, veamos la literatura sobre la frecuencia de entrenamiento en personas que realmente levantan. Hemos resumido la investigación en la tabla a continuación. A menos que se mencione lo contrario, estos estudios son todos ensayos controlados aleatorios que comparan diferentes frecuencias de entrenamiento de programas que de otro modo serían idénticos, equiparables en trabajo. Ejemplo: un grupo realiza un único entrenamiento de cuerpo entero el lunes y el otro grupo divide exactamente el mismo entrenamiento en 3 entrenamientos: lunes, miércoles y viernes.

Estudio	Población ( <i>n</i> )	Mediciones	Frecuencia de entrenamiento optima por semana / por grupo muscular
<a href="#"><u>McLester et al. (2000)</u></a>	Hombres y mujeres entrenados en fuerza (18)	Composición corporal, 1RMs	3 > 1 (tendencia fuerte)
<a href="#"><u>Heke (2010)</u></a>	Hombres entrenados en fuerza (24)	Composición corporal, 1RMs	3 > 1 (tendencia pequeña pero consistente)
<a href="#"><u>Schoenfeld et al. (2015)</u></a>	Hombres entrenados en fuerza (20)	Grosor muscular en el tríceps, bíceps y vastos laterales, 1RMs	3 > 2

<u>Thomas &amp; Burns (2016)</u>	Hombres y mujeres entrenados en fuerza (19)	Composición corporal, 1RMs	3 = 1
<u>Schoenfeld et al. (2014)</u>	Hombres entrenados en fuerza (34)	Grosor muscular en el bíceps, 1RM en press de banca y sentadilla	3 = 2 = 1
<u>Crewther et al. (2016)</u>	Hombres jugadores de rugby entrenados en fuerza (24)	Mediciones de pliegues cutáneos, 1RM en press de banca y sentadilla	3 > 1.5
<u>Häkkinen &amp; Kallinen (1994)</u>	Atletas mujeres (10)	CSA del cuádriceps y máxima contracción isométrica y fuerza en la extensión de pierna	14 > 7
<u>Häkkinen &amp; Pakarinen (1991)</u>	Hombres culturistas y powerlifters (9)	Fuerza isométrica máxima	14 > 7
<u>Kilen et al. (2015)</u>	Hombres y mujeres entrenados en fuerza (29)	Composición corporal, Fuerza MVIC	2 > 1 (tendencia débil pero consistente)
<u>Norwegian Frequency</u>	Hombres y mujeres powerlifters	Grosores musculares, 1RMs	6 > 3 (tendencia fuerte)

<u><a href="#">Project (unpublished)</a></u>	experimentados (16)		
<u><a href="#">Gomes et al. (2018)</a></u>	Hombres entrenados en fuerza (23)	Composición corporal, 1RMs	5 = 1 (tendencia débil pero consistente en favor de 5)
<u><a href="#">Brigatto et al. (2018)</a></u>	Hombres entrenados en fuerza (20)	Grosores musculares, 1 RMs, RTF	2 = 1 (tamaño del efecto trivial y tendencia en favor de 2)
<u><a href="#">Yue et al. (2018)</a></u>	Hombres entrenados en fuerza de forma recreativa (18)	Composición corporal, Grosores musculares, 1RMs	4 = 2 & 2 = 1 (tendencia débil en favor de 1/2x vs. 4/2x)
<u><a href="#">Colquhuon et al. (2017)</a></u>	Hombres entrenados en fuerza (28)	Composición corporal	6 = 3 (tamaño del efecto en favor de 6 para FFM)
<u><a href="#">Hartman et al. (2007)</a></u>	Levantadores de pesas competitivos hombres (10)	CSA en el cuádriceps y fuerza isométrica en la extensión de pierna	8 > 4 (tendencia)
<u><a href="#">Gentil et al. (2018)</a></u>	Hombres entrenados (16)	Grosores musculares, torque máximo	2 = 1 (tendencia para 2 > 1 pero confundida por la experiencia en el entrenamiento)
<u><a href="#">Zaroni et al. (2018)</a></u>	Hombres bien entrenados (18)	Grosores musculares y 1RMs	5 > 2 (no se igualó el trabajo)

<a href="#"><u>Saric et al. (2018)</u></a>	Hombres entrenados (27)	Espesor muscular (4 sitios), 1RM's y rendimiento muscular	3 = 6 (excepto para el flexor del codo MT 3 > 6)
<a href="#"><u>Leonardo et al. (2018)</u></a>	Hombres novatos (36)	Composición corporal, fuerza por medio del 10RM	1 = 2 = 3 (Sin recomposición corporal en alguno de los grupos)
<a href="#"><u>Lasevicius et al. (2019)</u></a>	Hombres novatos (24)	Espesor muscular y fuerza por medio del 1RM	3 = 2 (tendencia débil para 2 > 3)
<a href="#"><u>Barolomei et al. (2020)</u></a>	(21) Hombres entrenados de nivel intermedio	1RMs, fuerza isocinética, espesor muscular (3 sitios)	3 = 1 (diseño deficiente: la frecuencia de entrenamiento por músculo solo difirió para los pectorales y el grupo dividido terminó con un trabajo total superior – no significativo - en lugar de inferior)

En general, está claro que la frecuencia de entrenamiento no es tan importante como el volumen de entrenamiento. Dado el mismo trabajo total, muchos estudios no encuentran diferencias significativas en el desarrollo de la fuerza o el crecimiento muscular.

Sin embargo, varios estudios controlados en volumen encuentran beneficios significativos y aún más encuentran tendencias positivas. En contraste, solo hay un estudio, [Saric et al. \(2018\)](#), en el que el grupo de frecuencia más baja logró resultados significativamente mejores que el

grupo de frecuencia más alta, y fue solo en una de muchas medidas en un estudio de 6 semanas con todas las otras medidas que no mostraron diferencias entre los grupos. Esta tendencia sugiere que hay beneficios para las frecuencias de entrenamiento más altas, pero están oscurecidas por un bajo poder estadístico.

En varios estudios, el bajo poder estadístico es evidente. Por ejemplo, [McLester et al. \(2000\)](#) estudiaron a aprendices de nivel apenas intermedio que realizaban un volumen muy bajo de entrenamiento en uno o más de 3 sesiones de entrenamiento de cuerpo completo por semana. La fuerza del cuerpo inferior aumentó en un 23.5% y 37.4% a favor del grupo de 3 días. La fuerza de la parte superior del cuerpo aumentó en un 20.2% y 32.4% a favor del grupo de 3 días. La masa corporal magra total aumentó en un 1% y un 8% a favor del grupo de 3 días.

La única comparación entre grupos que realmente alcanzó significación estadística fue la prensa de piernas (22% vs. 46%), pero la tendencia a lo largo de todos los puntos de tiempo y para todas las mediciones, incluso la presión arterial diastólica, es bastante clara. Los investigadores lo llamaron una "tendencia definida". El poder estadístico era casi seguro demasiado bajo para alcanzar significación estadística, porque:

- No hubo control de la dieta.
- El volumen fue extremadamente bajo: 3 sets por semana.
- Los plíométricos fueron utilizados para estimar la composición corporal.
- Hubo una gran variación en las muestras en cuanto a género y experiencia de entrenamiento.

Por lo tanto, un mejor estudio y por ende más controlado probablemente habría encontrado que estos efectos son estadísticamente significativos a favor de una mayor frecuencia de entrenamiento.

Normalmente, los metanálisis proporcionan una gran solución para detectar tendencias en la literatura general que pueden no alcanzar significación estadística en los estudios individuales, pero en este caso, incluso los metanálisis no son consistentes. [Un metaanálisis no oficial realizado por Greg Nuckols](#), posiblemente con el mejor diseño de estudio, encontró un desarrollo de la fuerza y un crecimiento muscular significativamente mayor con cada día de entrenamiento adicional por grupo muscular por semana, incluso cuando el volumen total establecido por grupo muscular se igualó entre los grupos [2].

Sin embargo, los metanálisis de [Ralston et al. \(2018\)](#) y [Grgic et al. \(2018\)](#) no encontraron diferencias significativas en el desarrollo de la fuerza entre las frecuencias bajas y altas de entrenamiento cuando se equiparó el volumen de entrenamiento y [un metanálisis de 2019 realizado por Schoenfeld et al.](#) no tampoco encontró diferencias significativas en el crecimiento muscular sobre una base de volumen igualado, aunque [los últimos análisis tuvieron varias limitaciones de diseño considerables con la forma en que definieron el volumen de entrenamiento y analizaron los datos](#), lo que condujo a la confusión de otras diferencias entre estudios además de la frecuencia de entrenamiento.

Cuando se agrupan muchos estudios diferentes y solo se observan los tamaños de efecto promedio por frecuencia de entrenamiento, el análisis se ve confundido por las diferencias entre estudios. Por ejemplo, la mayoría de los estudios que emplean frecuencias de entrenamiento más altas se realizan en levantadores más avanzados que los estudios de frecuencia de entrenamiento más bajas. Los levantadores más serios no se ofrecerían como voluntarios para entrenar solo una vez por semana. Esto confunde el probable efecto positivo de la frecuencia de entrenamiento sobre la fuerza con el probable efecto negativo de la edad de entrenamiento.

sobre la fuerza, lo que significa que no puedes obtener una diferencia en promedio, aunque haya un efecto positivo de la frecuencia del entrenamiento.

Grgic y col. analizó los moderadores de la relación entre la frecuencia de entrenamiento y la fuerza, pero solo en el análisis total, no en el sub-análisis controlado por volumen. Incluso si hubieran hecho esto, controlar una determinada variable aún no es tan confiable como solo comparar estudios en los que esta variable es realmente la misma en ambos grupos.

Una limitación final del análisis de Grgic et al. es que solo se incluyeron 3 estudios en individuos entrenados. McLester y col. (2000) encontraron una fuerte tendencia hacia un mayor desarrollo de fuerza para la frecuencia más alta. Thomas y Burns (2016) no encontraron diferencias entre las frecuencias. Schoenfeld y col. (2015) no encontraron diferencias en el desarrollo de la fuerza, sino un mayor crecimiento muscular en el grupo de mayor frecuencia. Estos hallazgos son posiblemente sugestivos de los beneficios de las frecuencias de entrenamiento más altas en lugar de demostrativos de ningún efecto.

Otra limitación general de la literatura científica es que la mayoría de los estudios equiparan el volumen. En la práctica, esto nunca es así, ya que la frecuencia de entrenamiento afecta el volumen de entrenamiento.

## Frecuencia de entrenamiento vs. volumen de entrenamiento

En un estudio científico, es relativamente fácil diseñar 2 programas equivalentes en trabajo. Sin embargo, en la práctica cuando las personas entran cerca del fallo, aumentar la frecuencia de entrenamiento de un músculo casi invariablemente aumenta su volumen total de trabajo.

Cuando divides un número determinado de ejercicios o series en más sesiones, realizarás en promedio más trabajo porque está menos fatigado. Digamos que toma un típico día de pecho del lunes con 5 ejercicios para pectorales realizados con 3 series cada uno. El último ejercicio es lagartijas con lastre. Ahora toma esos 5 ejercicios y extiéndelos a lo largo de la semana, lo que significa que el sábado solo haces 3 series lagartijas con lastre para tus pectorales. ¿En qué condición puedes realizar más repeticiones con un peso dado: después de 12 series de trabajo de pecho el lunes o cuando todavía está fresco y con sabor a fruta el sábado? Obviamente, tu rendimiento es mejor cuando realizas un ejercicio fresco en lugar de cuando ya está exhausto.

Justo después de tu calentamiento, tu sistema nervioso aún está fresco y los desechos metabólicos aún no se han acumulado en tu sangre. Tu cuerpo está en un estado perfecto para adaptarse a cualquier cosa que le arrojes. A medida que comienza el entrenamiento riguroso, las fibras musculares y el tejido conectivo se desgarran, los sustratos de energía se agotan y los productos de desecho metabólicos se acumulan en la sangre. [La descomposición de AMP y BCAA provocan la acumulación de amoníaco, que puede filtrarse en tu sangre a niveles que exceden a los de pacientes con enfermedad hepática, causando cierto grado de toxicidad cerebral y diversas alteraciones neurológicas.](#) El resultado es fatiga neuromuscular y posiblemente también del sistema nervioso central.

Este estado de fatiga no es propicio para tu rendimiento en el entrenamiento. [Hartman et al. \(2007\)](#) descubrieron que cuando los levantadores de pesas competitivos de nivel nacional dividían su programa de entrenamiento en 2 entrenamientos diarios en lugar de uno, experimentaban el doble del aumento en los niveles de activación muscular (EMG + 20.3% vs. + 9.1%) durante el programa.

El efecto de la fatiga en el rendimiento del ejercicio empeora en personas más fuertes, como verás en el tema sobre la capacidad de trabajo. [Las personas más fuertes tienen una capacidad de trabajo más pobre que las personas más débiles](#). Por lo tanto, los levantadores más fuertes experimentan rendimientos decrecientes mas fuertes de agregar series a ejercicios en el mismo entrenamiento. Esta es otra razón para implementar frecuencias de entrenamiento más altas en individuos más fuertes: ya que puedes lograr más repeticiones con la misma cantidad de sets. De modo que obtienes un mayor rendimiento y una mejor eficiencia de tiempo.

Ochi et al. (2018) también encontraron que [dividir un volumen dado de trabajo en 3 entrenamientos reduce el esfuerzo percibido](#). En este estudio, el grupo de mayor frecuencia también obtuvo mejores ganancias de fuerza a pesar del menor nivel de esfuerzo promedio percibido.

Mientras puedas recuperarte, un mayor volumen de entrenamiento debería significar más tensión mecánica en tus fibras musculares y, en consecuencia, más crecimiento con el tiempo. Esta puede ser la razón por la que los metanálisis de Greg Nuckols encontraron una mayor fuerza y ganancias musculares, ya que equiparó el volumen total establecido, en lugar del trabajo total.

## El volumen máximo por sesión

La frecuencia y el volumen de entrenamiento pueden interactuar no solo porque dividir tus series en varias sesiones resulta en un mayor rendimiento de repetición, sino que las frecuencias de entrenamiento más altas también pueden permitir volúmenes de entrenamiento más productivos. Si observamos todos

los estudios hasta el momento que encontraron efectos perjudiciales de los volúmenes de entrenamiento más altos en comparación con los más bajos, no tuvieron volúmenes de entrenamiento absurdamente altos, sino un volumen alto por sesión.

- 2 estudios de Barbalho et al. ([2018](#), [2019](#)) descubrieron que cuando se entrena un músculo solo una vez por semana y se trata de entrenar para el verdadero fallo muscular momentánea, el volumen de entrenamiento óptimo es de solo 5 – 10 series por semana. Los grupos que realizaron 15 y 20 series por semana lograron peores ganancias musculares y de fuerza.
- El estudio de entrenamiento de volumen alemán de 2017 de [Amirthalingam et al.](#) mostró mejores ganancias en fuerza y tamaño con 5 en lugar de 10 series de su ejercicio principal por entrenamiento. El volumen total establecido por entrenamiento fue de alrededor de 9 en el grupo de volumen medio en comparación con 14 en el grupo de alto volumen.
- [Heaselgrave y col. \(2019\)](#) encontraron una tendencia para un volumen de entrenamiento óptimo de 18 series por semana para los bíceps: los grupos de entrenamiento con 9 y 27 series lograron un peor desarrollo muscular y de fuerza en general. Los grupos de volumen medio y alto entrenaron sus bíceps dos veces por semana, por lo que el grupo de alto volumen realizó 13-14 series por entrenamiento para los bíceps en comparación con 9 series para el grupo medio.

El volumen total no fue tan extremo en ninguno de estos estudios. Fue solo 5 – 10 series por semana en los estudios de Barbalho et al. y menos de 30 series en los otros 2 estudios. Por el contrario, [Radaelli et al. \(2015\)](#) y [Schoenfeld et al. \(2019\)](#) ambos encontraron un mayor crecimiento muscular en general con 45 en comparación con 30 series por músculo por semana, lo que a su vez condujo a un mayor crecimiento muscular general que hacer 15 series por músculo. La diferencia con estos estudios es que entrenaron cada músculo 3 veces por

semana, por lo que los grupos de 30 series todavía estaban "solo" haciendo 10 series por músculo por entrenamiento.

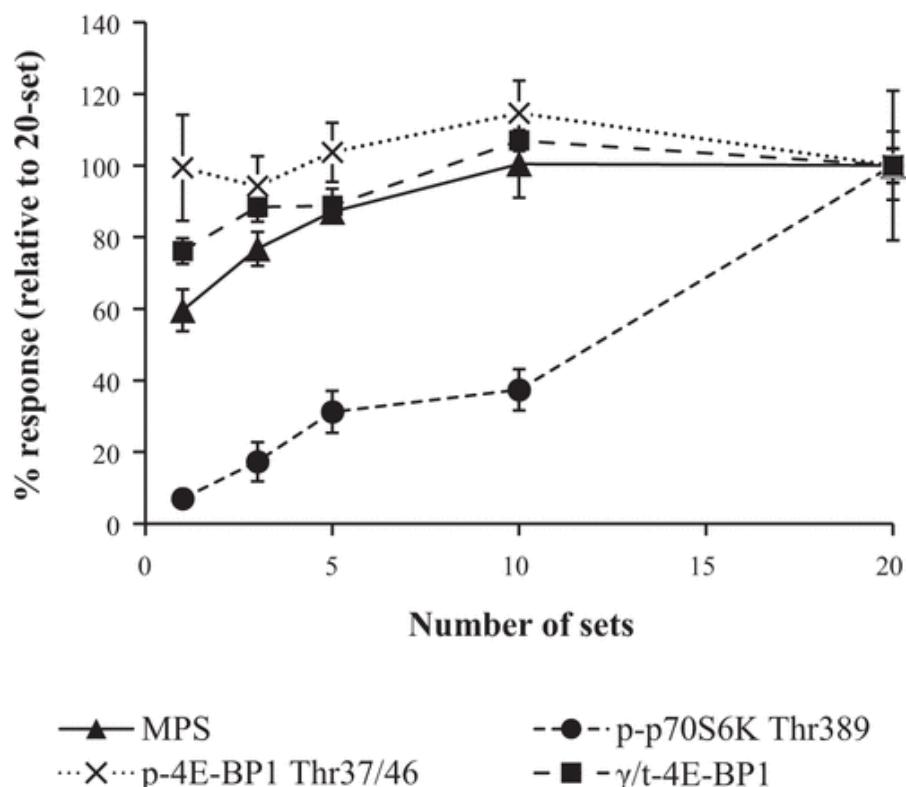
Juntos, estos resultados sugieren que el volumen de entrenamiento productivo se limita a 9 – 13 series por grupo muscular por entrenamiento. El volumen óptimo exacto probablemente depende de los detalles del programa de entrenamiento, en particular, qué tan cerca del fallo está entrenando y factores individuales como la genética.

Tiene sentido que solo puedas estimular tanto crecimiento muscular en un entrenamiento. La capacidad de adaptación del cuerpo es limitada. Hablando evolutivamente, tampoco tendría sentido que el cuerpo se transformara en Hulk después de un solo día de trabajo manual extremo. Las adaptaciones solo son deseables contra tensiones que se repiten con el tiempo.

También hay un límite para la cantidad de volumen de calidad que puedes hacer en una sesión. La acumulación de fatiga neuromuscular y daño muscular puede reducir el rendimiento, la activación muscular y la tensión mecánica cada vez más con cada serie adicional. Sin mencionar la fatiga mental y la disminución de la motivación del entrenamiento.

El daño muscular excesivo puede resultar en un balance negativo de proteínas, ya que solo aumenta aún más los niveles de descomposición de proteínas musculares sin estimular un mayor crecimiento muscular. Sabemos que el daño muscular causa una mayor degradación de las proteínas. Si bien también puede causar una mayor síntesis de proteínas musculares, en algún momento el equilibrio probablemente se vuelve negativo.

Como resultado, después de hacer aproximadamente 10 series, es posible que ya no puedas aumentar aún más la síntesis de proteínas musculares (SPM). Los datos en humanos para caracterizar la relación dosis-respuesta precisa entre el volumen de entrenamiento establecido y la SPM son escasos, pero al menos respaldan rendimientos decrecientes. Si bien [hay aumentos claros de la SPM cuando se pasa de 1 a 3 series por entrenamiento, y de 6 a 8 series, cuando se aumenta el estrés del entrenamiento más allá de 8 series por entrenamiento, solo hay un pequeño aumento adicional que no está relacionado con el crecimiento muscular](#), lo que sugiere que se cancela por descomposición de proteínas provocada por el daño muscular excesivo. [En ratas, tenemos una buena investigación que muestra una meseta de la señalización anabólica y de la SPM alrededor de 10 sets](#): vea la figura a continuación.



[Fuente](#)

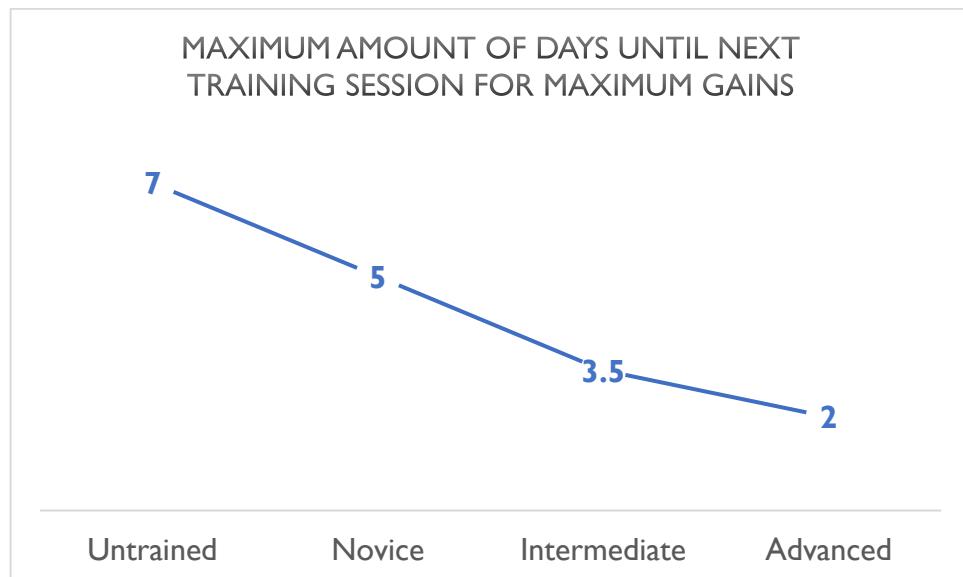


## Aplicación práctica sobre la frecuencia de entrenamiento

Como en la práctica se diseña un programa con un cierto número de sets en lugar de una cierta cantidad de trabajo total, la interpretación práctica de la literatura es que parece haber una tendencia a que las frecuencias de entrenamiento superiores superan a las frecuencias de entrenamiento más bajas.

En individuos no entrenados, solo hay un estudio que encuentra beneficios significativos de entrenar un músculo más de una vez por semana y es solo para el desarrollo de la fuerza, no para el crecimiento muscular. En individuos entrenados, hay varios estudios que encuentran beneficios significativos de entrenar un músculo más de dos veces por semana. Las mayores frecuencias de entrenamiento se encuentran beneficiosas en los levantadores de élite. Esta tendencia se alinea con la teoría de que a medida que te haces más avanzado, tu ventana anabólica se acorta, hay menos degradación de proteínas durante el entrenamiento y te vuelves más resistente al daño muscular y a la fatiga neuromuscular. Esto significa que puedes tolerar más volumen total de ejercicio y más frecuente.

Todos los individuos entrenados en fuerza deben ejercitarse cada grupo muscular al menos dos veces por semana. Los aprendices intermedios deben entrenar cada músculo al menos una vez cada 72 horas; los aprendices avanzados una vez cada 48 horas. Aquí hay una gráfica de la frecuencia con la que debe entrenar a un grupo muscular según su nivel de entrenamiento.



## ¿Qué hay de la recuperación?

Hablando de eso, una preocupación común del entrenamiento de alta frecuencia es que no hay tiempo para la recuperación. Sin embargo, este es un razonamiento fundamentalmente equivocado, en cuanto a la recuperación, al igual que para el crecimiento muscular, el volumen total, no la frecuencia de entrenamiento es la clave.

Si bien hay muchos estudios que consideran que lleva varios días recuperarse de un entrenamiento, la gran mayoría de estos estudios son prácticamente irrelevantes, ya que someten a las personas a un nuevo estímulo de entrenamiento. El daño muscular y el dolor son muy altos después de realizar un entrenamiento al que tus músculos no están acostumbrados. Sin embargo, a medida que realizas el entrenamiento más a menudo, se produce el efecto de ataque repetido.

¿Repetido qué? El efecto de ataque repetido es el fenómeno en el que los levantadores desarrollan menos daño muscular cuando repiten un entrenamiento ("ejercicio") en comparación con la primera vez que realizaron ese entrenamiento, incluso si los pesos que pueden levantar ahora son más altos. El entrenamiento hace que tu tejido conectivo y tus fibras musculares se adapten y se vuelvan más fuertes. Básicamente, lo que no mata a un músculo lo fortalece. Además, los músculos también parecen fortalecerse a medida que mueren las fibras más débiles ("necrosis de la fibra", posiblemente seguida de una regeneración completa) y solo las células más fuertes sobreviven con el tiempo. Esta es la razón por la que dejas de sentirte tan dolorido con la mayoría de los programas de entrenamiento a lo largo del tiempo.

Una agradable excepción a los protocolos artificiales antes mencionados proviene de Raastad & Hallén (2000). Estudieron el curso

del tiempo de recuperación de un entrenamiento duro pero realista en powerlifters competitivos y atletas de fuerza. El entrenamiento consistió en 3 series máximas de 3 reps para la sentadilla trasera y la sentadilla frontal con un intervalo de descanso de 6 minutos seguido de 3 series máximas de 6 reps de extensiones de piernas con un intervalo de descanso de 4 minutos. La recuperación se evaluó usando la altura de salto, torque de la extensión de pierna y estimulación eléctrica

La conclusión: "Todas las medidas de rendimiento mostraron el mismo patrón de recuperación del 100% después del protocolo. Hubo una disminución en el rendimiento de  $12 \pm 22\%$  después del ejercicio. La recuperación fue bifásica, con recuperación rápida durante las primeras 11 h, seguida de una nivelación o una segunda caída en el rendimiento hasta la mañana siguiente, 22 h después del ejercicio. Todas las variables volvieron a los niveles basales 33 h después del ejercicio".

Así que se logró una recuperación total dentro de las 33 horas después de 9 sets de alta intensidad.

Ahora, la pregunta permanece si tus músculos solo se vuelven más resistentes al daño o si también se recuperan más rápido. Si los músculos solo se vuelven más resistentes al daño sin un cambio en la capacidad de recuperación, entonces los músculos más desarrollados solo necesitarán ser entrenados con un mayor volumen de entrenamiento sin necesidad de una mayor frecuencia de entrenamiento.

La respuesta parece ser que los músculos más desarrollados no solo son más resistentes al daño, sino que también se recuperan más rápido. Hay 2 mecanismos principales por los cuales los músculos entrenados en fuerza tienen un mayor potencial regenerativo.

1. Los músculos más grandes tienen más células satélite y muestran una mayor actividad de células satélite y otras células miogénicas. (Si no sabes por qué las células satélite aumentan el potencial de recuperación, revisa el tema del curso sobre las adaptaciones al entrenamiento de fuerza y cómo crece el músculo).
2. El entrenamiento de fuerza da como resultado la angiogénesis, la formación de nuevos vasos sanguíneos. Estos nuevos vasos sanguíneos aumentan el flujo de sangre a tus músculos, lo que permite una entrega más rápida de nutrientes y la eliminación de productos de desecho. El resultado es una mayor capacidad de los músculos esqueléticos para remodelarse luego de sufrir daños durante el ejercicio, es decir, los músculos se recuperan más rápido.

Varios otros estudios sobre la recuperación del entrenamiento de fuerza en individuos entrenados respaldan que la recuperación ocurre mucho más rápido de lo que la mayoría de la gente piensa.

- Los hombres altamente entrenados pueden recuperar su fuerza de un entrenamiento de cuerpo completo con más de 4 series por grupo muscular en 24 horas, aunque el dolor puede tardar 48 horas en disiparse.
- Los jugadores de rugby de élite recuperan su fuerza isométrica en 48 horas después de 5 series de sentadillas casi máximas al 85% de su 1RM con un descanso de 5 minutos entre series, aunque la potencia aún se vio comprometida a las 48 h, lo que puede ser relevante para los atletas.

- La mayoría de los hombres entrenados en fuerza recuperan su rendimiento en el press de banca después de 12 series matadoras *al fallo* en un plazo de 48 – 72 horas.

También puede no ser necesario permitir la recuperación completa de un músculo antes de volver a entrenarlo en primer lugar. Realizar un programa en 3 días consecutivos de la semana (como lunes-martes-miércoles) es tan efectivo como distribuir las sesiones durante la semana [2]. Esto sugiere que tus músculos retienen su estímulo para crecer incluso si el proceso de crecimiento se ve interrumpido por otro entrenamiento.

Ya que la recuperación es importante, en realidad hay buenas razones para pensar que las frecuencias de entrenamiento más altas **mejoran** la capacidad de recuperación.

## 1. Calidad del sueño

El entrenamiento de fuerza mejora significativamente la calidad del sueño. Incluso el entrenamiento de alta intensidad antes de acostarse generalmente no afecta adversamente la calidad del sueño, aunque mucha gente piensa e informa subjetivamente que sí lo hace. Dada la gran importancia de la calidad del sueño para la recuperación, dividir tu programa en más entrenamientos puede mejorar la capacidad de recuperación.

Aumentar la frecuencia por grupo muscular pero no la frecuencia total de entrenamiento probablemente no beneficie tu sueño.

## 2. Reducción del dolor

Al extender el volumen de entrenamiento muscular durante la semana se reduce el dolor muscular sin reducir el crecimiento muscular, lo que sugiere un daño muscular menor. El daño muscular prolonga la ventana anabólica regulando al alza la degradación de proteínas, lo que significa que tarda más tiempo antes de que un músculo termine su síntesis neta de proteínas después de un entrenamiento. Por lo tanto, el daño muscular generalmente no es deseable y el hecho de sufrir menos debería permitir una recuperación más rápida y una mayor tolerancia total al volumen.

## 3. Recuperación activa

Una frecuencia de entrenamiento más alta es efectivamente una forma de recuperación activa. Más entrenamiento es igual a más flujo sanguíneo y una mayor tasa de cambio de tejidos. Abaïdia et al. (2017) encontraron que una sesión de entrenamiento de la parte superior del cuerpo mejoró la recuperación y la producción de fuerza en los isquiotibiales después de que fueron dañados por su entrenamiento el día anterior.

Discutiremos la recuperación activa en mayor detalle en el módulo del curso sobre manejo de lesiones.

## 4. Perfil hormonal anabólico mejorado

El entrenamiento de mayor frecuencia aumenta la producción de testosterona y mejora la relación testosterona-cortisol (TC), una medida del sobrentrenamiento [2, 3].

La única excepción es [Häkkinen y Pakarinen \(1991\)](#), en los que el entrenamiento dos veces al día no afectó la relación T / C y la redujo de manera interesante durante la semana de descarga. Sin embargo, la producción de fuerza máxima isométrica, un correlato significativo del crecimiento muscular aumentó en mayor medida en la fase de entrenamiento dos veces al día en comparación con la fase de entrenamiento diario en este estudio, por lo que evidentemente el cambio hormonal no fue perjudicial. Es plausible que el grupo de entrenamiento dos veces al día pueda entrenar más duro debido al entrenamiento en un estado menos fatigado (a pesar del mismo volumen) y, por lo tanto, causó mayores disrupciones hormonales.

Para ver cómo estas 4 mejoras teóricas en la capacidad de recuperación se traducen en una recuperación real de la fuerza muscular a lo largo del tiempo, [Raastad et al. \(2003\)](#) estudiaron hombres de nivel intermedio entrenando 4 veces por semana con una división típica superior-inferior (5 ejercicios, 3-4 series máximas cada sesión) o entrenando todos los días. Después de un período de familiarización, estaban realizando sentadillas con 110 kg (242 lb) y sentadilla frontal con 85 kg (187 lb) para 6 repeticiones con un peso corporal de 82 kg (181 lb).

El grupo de entrenamiento diario incrementó significativamente el volumen de entrenamiento de su cuerpo inferior y comenzó a entrenar sus cuádriceps con 3 series máximas de 2 ejercicios, es decir, 6 series pesadas todos los días (!42 series por semana!). Esto resultó en un aumento de fuerza significativamente mayor en la prensa de piernas del 12% en el grupo de entrenamiento diario en comparación con un 5% en el grupo de división superior-inferior.

Las sentadillas aumentaron en un 19% frente a un 4% a favor del grupo de entrenamiento diario.

Asegurémonos de que haya entendido. **El entrenamiento diario, pesado y de alto volumen fue más del doble de efectivo que una división superior-inferior tradicional.**

Además, los investigadores estudiaron la capacidad de recuperación de los participantes antes y después del programa de entrenamiento. El entrenamiento de prueba consistió en 3 series de 6 reps para sentadillas, sentadillas frontales y extensiones de pierna con sus 6RM y un intervalo de descanso largo para permitir la recuperación completa entre series (8 minutos para las sentadillas, 3 minutos para las extensiones de pierna). Así que eso es 9 sets para los cuádriceps con cargas pesadas llevadas a una repetición del fallo.

Las medidas de recuperación indicaron que el entrenamiento diario mejoró significativamente la resistencia a la fatiga hasta el punto de que la fuerza de extensión de la pierna se recuperó dentro de las 22 horas posteriores a la sesión de prueba. Para citar a los investigadores, "En conclusión, 2 semanas de entrenamiento intenso redujeron la fatiga neuromuscular aguda después de un entrenamiento de prueba. Como resultado, la recuperación se completó 22 h después del entrenamiento realizado después del período de entrenamiento pesado, pero no después del entrenamiento realizado antes del período de entrenamiento pesado. Esta recuperación más rápida puede explicar por qué la mayoría de los sujetos toleraron bien los entrenamientos diarios de fuerza de extensiones de pierna".

En conclusión, en contraste con la creencia popular, el entrenamiento de alta frecuencia parece mejorar la capacidad de recuperación. Las personas que anecdotíicamente experimentan una

peor recuperación en los programas de mayor frecuencia a menudo simplemente hacen más volumen y el volumen adicional es lo que los lleva a experimentar más fatigas, no la frecuencia más alta.

## Lesiones

Si bien las frecuencias más altas de entrenamiento total y las frecuencias más altas por grupo muscular pueden mejorar la recuperación neuromuscular, existe la preocupación de aumentar la frecuencia por ejercicio. Realizar cierto ejercicio más de dos veces por semana aumenta el riesgo de lesiones por uso excesivo para los tejidos conectivos, especialmente los tendones y ligamentos. Como anécdota, la mayoría de las personas no tolera el entrenamiento de alto volumen de ejercicios sensibles a las lesiones, como los 3 levantamientos de potencia (sentadillas, press de banca y peso muerto) más de tres veces por semana. Los powerlifters tienen una tasa de lesiones mucho más alta que los culturistas y la mayoría de las lesiones ocurren durante los powerlifts, sin embargo, los Powerlifters que se entrena con frecuencias de entrenamiento totales más altas parecen tener índices de lesiones más bajos. Por lo tanto, parece que la frecuencia de entrenamiento en sí no es el problema. El culpable es el uso excesivo, ya sea por volumen o por frecuencia excesiva por ejercicio.

Para el desarrollo de la fuerza de los ejercicios específicos, que es el objetivo de las competiciones de levantamiento de pesas, las frecuencias más altas pueden ser deseables para las ganancias de fuerza máxima. Sin embargo, cuando el objetivo principal es el crecimiento muscular, generalmente es recomendable restringir la frecuencia por ejercicio a dos veces por semana. Los incrementos adicionales en la frecuencia del entrenamiento por

grupo muscular se logran mejor al incorporar más ejercicios diferentes en lugar de realizar el mismo ejercicio más a menudo.

La variedad del ejercicio se discutirá con mayor detalle en el módulo del curso sobre selección de ejercicios.

## Mensajes finales

Para un crecimiento muscular máximo, un programa de entrenamiento debe tener los siguientes parámetros:

- Intensidad de entrenamiento: 30 – 90% del 1RM, idealmente con el método de hipertrofia muscular específica e intensidades más altas para ejercicios compuestos.
- Volumen de entrenamiento: generalmente entre 10 – 30 series por semana por grupo muscular con volúmenes de entrenamiento de hasta 45 series cuando la capacidad de recuperación es ideal.
- Frecuencia de entrenamiento: al menos dos veces por semana para la mayoría de los levantadores, aumentando a medida que el volumen de entrenamiento y el nivel de entrenamiento aumentan hasta el entrenamiento diario o incluso dos veces al día. En la práctica, muchas personas entrenadas pueden hacer que cada entrenamiento sea una sesión de entrenamiento de cuerpo completo.

## Objetivos de aprendizaje

Después de haber estudiado este módulo, deberías poder hacer lo siguiente:

- Explicar las diferentes definiciones de intensidad, frecuencia y volumen de entrenamiento.
- Explicar por qué los sets de 20 repeticiones pueden dar como resultado tanto crecimiento muscular como las series de 5 repeticiones.
- Explicar por qué los sets de 2 repeticiones pueden no construir tanto músculo como los sets de 20.
- Explicar los pros y los contras de los sets de repeticiones altas versus bajas.
- Explicar por qué las intensidades de entrenamiento más altas pueden estimular un mayor desarrollo de fuerza sin un mayor crecimiento muscular.
- Explicar cuáles son las ventajas del método de hipertrofia muscular específica.
- Estimar el volumen de entrenamiento óptimo para poblaciones específicas.
- Explicar por qué el crecimiento muscular puede ser similar entre el entrenamiento de frecuencia más baja y más alta cuando se iguala el trabajo total.
- Explicar la relación entre el volumen de entrenamiento y la frecuencia.
- Explicar qué es el efecto de ataque repetido.
- Estimar las frecuencias de entrenamiento óptimas para poblaciones específicas.

## Ejemplos de preguntas del examen

- ¿Es el rango de repeticiones de 6 – 12 óptimo para el crecimiento muscular? Explica por qué las series de repeticiones más bajas y más altas pueden estimular un crecimiento muscular similar.
- Independiente del crecimiento muscular, brinda 1 razón para entrenar con intensidades más altas y 1 razón para entrenar con intensidades más bajas.
- ¿Por qué no hay un volumen de entrenamiento único que sea óptimo para todos?
- ¿Por qué el volumen de entrenamiento debería definirse prácticamente como series por grupo muscular por semana en lugar de volumen total de trabajo o volumen de repetición?
- Explica la diferencia entre la intensidad absoluta y relativa del entrenamiento.
- ¿Por qué la frecuencia de entrenamiento y el volumen de entrenamiento interactúan inherentemente en un programa cuando se entrena al fallo?
- ¿Por qué más volumen no siempre es mejor?