



## Efectos del rango de movimiento y el torque sobre la hipertrofia muscular. Una revisión sistemática

*Effects of range of motion and torque on muscle hypertrophy: a systematic review*

### Autores

Alberto Armero-Sotillo<sup>1</sup>  
Pedro J. Benito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Spain

Autor de correspondencia:  
Alberto Armero Sotillo  
alberto.armero@alumnos.upm.es

Recibido: 21-11-24  
Aceptado: 23-10-25

### Cómo citar en APA

Armero-Sotillo, A., & Benito, P. J. (2025). Efectos del rango de movimiento y el torque sobre la hipertrofia muscular. Una revisión sistemática. *Retos*, 73, 1618-1628.  
<https://doi.org/10.47197/retos.v74.i11528>

### Resumen

**Introducción:** Entre los múltiples factores que afectan al incremento de la masa muscular se encuentran las variables de entrenamiento, entre ellas se hallan el rango de movimiento y el torque o perfil de resistencia del ejercicio.

**Objetivos:** Examinar los efectos del rango de movimiento y el torque sobre la hipertrofia muscular y como la interrelación entre ambas variables pueden afectar al aumento de la masa muscular.

**Métodos:** Pubmed y Web of Science fueron las bases de datos en las que se realizó la búsqueda bibliográfica.

**Resultados:** Tras la identificación y filtrado de artículos, diecisiete artículos fueron incluidos en la revisión final. Para establecer el grado de validez de los artículos se aplicó la escala PEDro.

**Discusión:** Los efectos del rango de movimiento sobre la hipertrofia son diferentes en función de si el rango de movimiento parcial se produce en acortamiento o estiramiento muscular. El rango de movimiento parcial en acortamiento obtuvo peores resultados que el rango completo o el parcial en estiramiento. Respecto a los efectos del torque, la limitada evidencia actual solo permite establecer que el rango de movimiento debe pasar por la zona de mayor torque del ejercicio para maximizar la hipertrofia.

**Conclusiones:** Parece ser clave para la hipertrofia que el rango de movimiento pase por el estiramiento muscular y a su vez por la zona de mayor torque del ejercicio.

### Palabras clave

Entrenamiento con cargas; entrenamiento de fuerza; masa muscular; perfil de resistencia; variables de entrenamiento.

### Abstract

**Introduction:** Among the many factors that affect muscle mass increments are training variables, among them are range of motion and torque or exercise resistance profile.

**Aims:** To examine the effects of range of motion and torque on muscle hypertrophy and how the interrelationship between these two variables may affect muscle mass gain.

**Methods:** Pubmed and Web of Science were the databases in which the bibliographic search was performed.

**Results:** After the identification and filtering of articles, seventeen articles were included in the final review. To establish the degree of validity of the articles, the PEDro scale was applied.

**Discussion:** The effects of range of motion on hypertrophy are different depending on whether the partial range of motion occurs in muscle shortening or lengthening. Partial range of motion in muscle shortening obtains worse results than full range or partial range in lengthening. Regarding the effects of torque, the current limited evidence only allows us to establish that the range of motion should go through the highest torque zone of the exercise to maximize hypertrophy.

**Conclusions:** It seems to be key for hypertrophy that the range of motion goes through the muscle stretched position, at the same time this range of motion should go through the highest torque zone of the exercise.

### Keywords

Muscle mass; resistance profile; resistance training; strength training; training variables.



## Introducción

Las personas que practican entrenamiento de fuerza o con resistencias, *resistance training* (RT), habitualmente tienen una menor mortalidad y menor riesgo de padecer enfermedades (Stamatakis et al., 2018). La masa muscular (MM) es indispensable en la producción de fuerza, ya que esta se produce por la contracción de las fibras musculares al recibir el estímulo nervioso. Si bien el aumento de la fuerza puede producirse sin hipertrofia, el aumento de la fuerza no puede producirse sin adaptaciones neuronales a través de la plasticidad (Reggiani & Schiaffino, 2020), demostrándose que la fuerza es una propiedad del sistema motor, no sólo del músculo.

La hipertrofia ha sido generalmente definida como el aumento de la MM y área transversal del músculo tanto a nivel de tejido como celular (Haun, Vann, Roberts, et al., 2019; Russell et al., 2000). Por su parte, Schoenfeld, en su libro (2016), califica la hipertrofia como “el incremento de volumen del tejido muscular”. Dentro de la definición de hipertrofia muscular, son dos las formas en las que esta puede verse representada (Haun, Vann, Osburn, et al., 2019; Paul & Rosenthal 2002): hipertrofia sarcoplasmática e hipertrofia sarcomérica.

Por otro lado, es bien sabido que, el RT, es el método no farmacológico más eficaz y eficiente para aumentar la MM (Grgic et al., 2019). Esto se debe a que en el RT se encuentran los tres principales mecanismos que inducen a la hipertrofia muscular (Schoenfeld, 2010), siendo el principal de ellos la tensión mecánica, que es la fuerza interna a la que se somete al músculo durante una contracción muscular (Martins-Costa et al., 2022; Wackerhage et al., 2019). Por tanto, el estudio de sus variables de entrenamiento es clave para poder optimizar el proceso de hipertrofia. Benito y colaboradores, en el Simposio Internacional de Actualizaciones en Entrenamiento de la Fuerza (2018) los resumieron dentro de su mapa de la hipertrofia.

Dentro de las variables asociadas al entrenamiento con cargas, sí vemos el rango de movimiento (ROM) del inglés *range of motion* o *range of movement*, que hace referencia a los grados de movimiento que ocurren en una articulación concreta durante la ejecución de un ejercicio (Haff & Triplett, 2017, p. 665). Si, durante la ejecución del ejercicio la articulación recorre todos los grados de movimiento posible se denomina ROM completo o *full ROM* (fROM), mientras que si solo se recorre parte del ROM posible, se denomina ROM incompleto, ROM parcial o *partial ROM* (pROM) (Hartmann et al., 2013). El estudio del ROM en el RT se ha tenido en cuenta para parámetros como la producción de fuerza máxima o la rehabilitación de lesiones (Bloomquist et al., 2013; Kubo et al., 2019), pero sus efectos sobre la hipertrofia en relación con la posición de acortamiento o estiramiento muscular no han sido objeto de tanta investigación. Dentro de la bibliografía actual no existen subdivisiones del pROM, para el desarrollo de nuestro estudio sí se ha tenido en consideración la subdivisión del pROM en *partial range of motion in shortened position* (pROMs) y *partial range of motion in lengthened position* (pROMl), en función de si el pROM se produce en la zona de acortamiento o estiramiento muscular respectivamente.

Figura 1. Ilustración de los tipos de rango de movimiento.



Note: fROM (*full Range Of Motion*); pROMl (*partial Range Of Motion in lengthened position*); pROMs (*partial Range Of Motion in shortened position*).



Por su parte, el torque, entendido como la fuerza que tiende a causar rotación sobre un eje o el “grado en que una fuerza tiende a girar un objeto sobre un fulcro específico. Se define cuantitativamente como la magnitud de una fuerza multiplicada por la longitud de su brazo de palanca” (Haff & Triplett, 2017, p. 95). Ha sido una variable mucho menos estudiada en lo que al entrenamiento de fuerza para generar hipertrofia se refiere. Generalmente ha sido abordada desde un ámbito más biomecánico que fisiológico y por tanto se conoce mucho más sus efectos en parámetros de fuerza o rehabilitación de lesiones (Fry et al., 2003; Hartmann et al., 2013) que en el aumento de la MM.

Nuestra investigación se ve motivada por la clara relación entre estas dos variables, ROM y torque, ya que la capacidad de un músculo de producir fuerza y, por ende, el torque que genera, varía a lo largo del ROM de la articulación (Kulig et al., 1984). Este comportamiento del músculo se explica gracias a los cambios en la longitud muscular y su capacidad de producción de fuerza en cada una de ellas, este fenómeno se conoce como la relación longitud – tensión (Gordon et al., 1966). Esta capacidad de generar fuerza del músculo en función del estiramiento-acortamiento muscular, sumado al torque generado por la carga y el brazo de momento, crea el perfil de resistencia del ejercicio, que se refiere a la resistencia a vencer en cada punto del ROM del ejercicio.

Por tanto, el principal objetivo de este estudio será como la influencia del ROM y el torque sobre la hipertrofia muscular, para así entender como la selección de ejercicios, en función de su perfil de resistencia, pueda influir sobre el aumento de MM. Además, se analizará si existe una relación entre ambas variables, ya que esto nos permitiría conocer si existen ejercicios que podrían beneficiarse de un ROM en concreto.

## Método

Esta revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo las directrices del protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021). Se realizó la búsqueda en las bases de datos de *Pubmed (Medline)* y *Web of Science (WOS)*. En ambos casos se creó una frase de búsqueda adaptada a cada base de datos donde se incluyeron términos referidos a la MM, ROM y torque, además de términos excluyentes de palabras clave. La búsqueda se realizó a fecha del 14/11/2023 por lo que los artículos incluidos son los publicados hasta esa fecha en las bases de datos consultadas.

Para los criterios de elegibilidad de los artículos se siguió el modelo PICOS (*population, intervention, comparators, outcomes, study design*).

Criterios de inclusión y exclusión:

1. Población: sujetos humanos adultos sin patologías, tanto hombres como mujeres sin importar etnia o experiencia previa de entrenamiento.
2. Intervención: entrenamiento con RT y contracciones musculares de tipo dinámicas. Sin importar grupo muscular trabajado o duración de la intervención.
3. Comparación: como variables independientes ROM o torque, donde se compare fROM con pROM y los diferentes tipos de pROM en función del estiramiento o acortamiento muscular, además de dónde se produce el punto de máximo torque del ejercicio. Sí se requiere grupo control, comparativa entre grupos o intra-sujeto.
4. Resultados: estudios que reporten resultados de hipertrofia muscular, sin importar el método de medición (MRI, DEXA, antropometría, etc.) o el formato en el que la expresen (masa muscular, masa muscular esquelética, masa libre de grasa, etc.).
5. Diseño del estudio: pruebas controladas aleatorizadas o *randomized controlled trials (RCTs)* de comparación entre grupos o intra-sujeto. Además, al no hacerse un tratamiento estadístico de los datos, también se incluyeron revisiones sistemáticas con metaanálisis. No se incluyeron cartas, el editor, revisiones narrativas o cualquier otro tipo de artículo sin datos empíricos.
6. Publicación: artículos publicados en revistas científicas con revisión por pares indexadas en las bases de datos consultadas (*Web of Science* y *Pubmed*)
7. Idioma: estudios publicados en inglés o español.

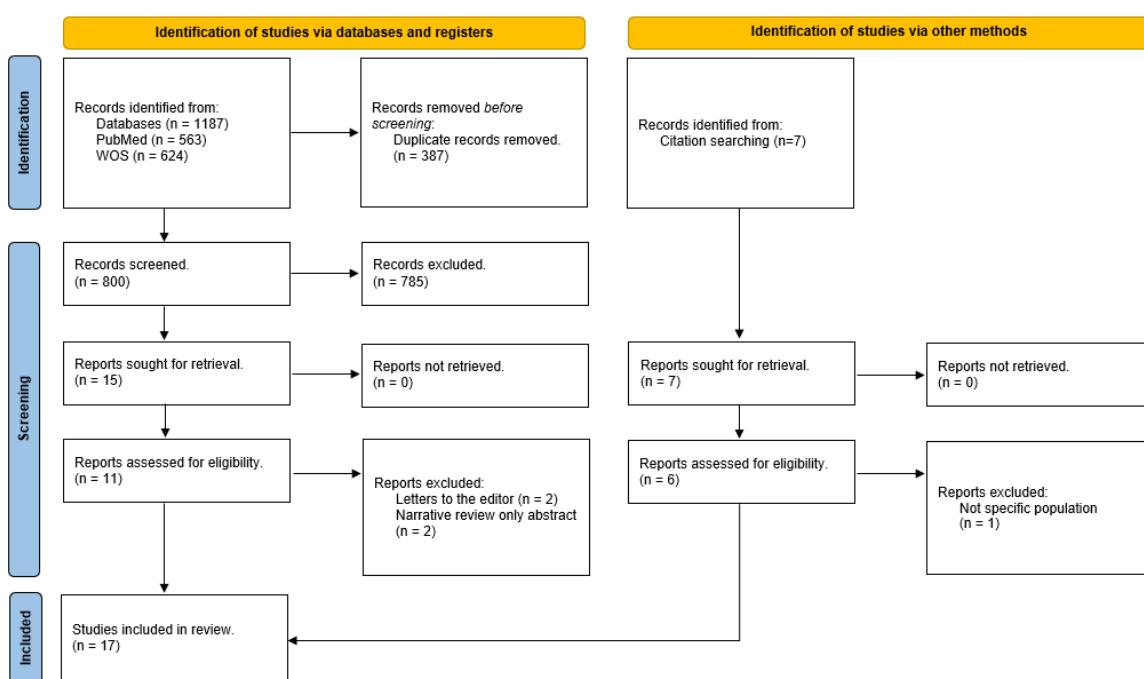


Todos los resultados devueltos por la base de datos fueron importados a EndNote 20 (Clarivate, USA) y procesados en Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA). Tras la eliminación de duplicados se revisaron título y *abstract* de los resultados. Las referencias no eliminadas fueron sometidas a una segunda revisión donde se incluyó el texto completo.

## Resultados

Un total de 1187 artículos fueron extraídos de las bases de datos. A su vez, otros 7 artículos fueron incluidos a la revisión por otras vías. Tras la eliminación de duplicados, filtrado por título y *abstract* y la posterior revisión de texto completo, 17 artículos fueron incluidos para la revisión sistemática que se llevó a cabo, el proceso de filtrado de los artículos seleccionados se refleja en el diagrama de flujo del protocolo PRISMA (Figura 2).

Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA



Para el análisis de los estudios incluidos en la revisión se utilizó una matriz de registro (Tabla 1), incluyendo de los artículos de tipo intervención o RCTs. Los cuatro artículos de devueltos por la búsqueda que eran de revisión sistemática y metaanálisis no fueron incluidos en esta tabla, pero si son tenidos en cuenta en la discusión del artículo para comparar nuestros hallazgos con lo establecido previamente en la bibliografía.

Para la matriz de registro (Tabla 1) se establecieron las características principales de los artículos, como son: el tipo de población de los sujetos, la duración y frecuencia de la intervención, el tipo de intervención de RT usada, la comparativa de nuestras variables de estudio, el método de medición de la hipertrofia muscular y los resultados obtenidos en la comparativa de cada estudio, donde se indica qué grupo de intervención obtuvo mejores resultados en la hipertrofia muscular.

Tabla 1. Características principales y resultados de los artículos incluidos en la revisión.

Estudio	Población	Duración y frecuencia	Grupos musculares y ejercicios	Variable Medida: ROM /Torque	Medición de hipertrofia	Resultados
(Bloomquist et al., 2013)	17 hombres jóvenes no entrenados	12 semanas, 3 días por semana	Extensores de rodilla; sentadilla; 3-4 sets 3-10 reps	fROM vs pROMs	CSA por MRI	fROM → ↑MM



(Masahiro Goto et al., 2019)	44 hombres jóvenes entrenados	8 semanas, 3 días por semana	Extensores de codo; press francés; 3 sets de 8 reps	fROM vs pROMI	Grosor muscular por ultrasonido. CSA por cálculo antropométrico	pROMI → ↑MM
(Kassiano, Costa, Kunevaliki, et al., 2023)	42 mujeres jóvenes no entrenadas	8 semanas, 3 días por semana	Gastrocnemios; extensión de tobillo en prensa horizontal ( <i>calf raise</i> ); 3 sets de 15-20 reps al fallo muscular	pROMI vs pROMs vs fROM	Grosor muscular por ultrasonido	pROMI > fROM > pROMs. pROMI → ↑MM
(Kubo et al., 2019)	17 hombres jóvenes no entrenados	10 semanas, 2 días por semana	Cuádriceps, isquiosurales, aductores y glúteo mayor; sentadilla; 3 sets de 8-10 reps a 60-90% 1RM	fROM vs pROMs	MRI	fROM → ↑MM
(Maeo et al., 2021)	20 hombres jóvenes no entrenados	12 semanas, 2 días por semana	Isquiosurales; <i>curl</i> de Isquios sentado vs tumbado unilaterales; 5 sets por 10 reps al 50-70% 1RM	fROMI vs fROMs	CSA por MRI	fROMI → ↑MM
(McMahon, Morse, Burden, Winwood, & Onambele, 2014)	26 hombres y mujeres jóvenes no entrenados	8 semanas, 3 días por semana	Extensores de rodilla; máquina extensora de rodilla; 3 sets de 10 reps al 80% 1RM	fROM vs pROMs	CSA por MRI	fROM → ↑MM
(Nunes et al., 2020)	35 hombres y mujeres jóvenes no entrenados	10 semanas, 3 días por semana	Bíceps braquial; <i>curl</i> predicción con barra vs con polea; 3 sets de 8-12 reps	Torque en estiramiento vs torque en acortamiento	Grosor muscular por ultrasonido	Torque → =MM
(Pedrosa et al., 2022)	45 mujeres jóvenes no entrenadas	12 semanas, 3 días por semana	Extensores de rodilla; máquina extensora de rodilla; 3-6 sets de 7 reps al 60% 1RM	Initial pROMI vs Final pROMs vs fROM vs Variable pROM	CSA por ultrasonidos	pROMI y Variable pROM > fROM > pROMs pROMI → ↑MM
(Pedrosa et al., 2023)	21 mujeres jóvenes no entrenadas	8 semanas, 3 días por semana	Bíceps braquial; <i>curl</i> predicción con mancuerna; 4 sets al fallo muscular	pROMI vs pROMs	CSA por ultrasonido	pROMI → ↑MM
(Pinto et al., 2012)	30 hombres jóvenes no entrenados	10 semanas, 2 días por semana	Flexores de codo; <i>curl</i> predicción; 2-4 sets, de 20RM a 8RM	fROM vs pROMs	Grosor muscular por ultrasonido	fROM → ↑MM
(Sato et al., 2021)	32 hombres y mujeres jóvenes no entrenados	5 semanas, 2 días por semana	Flexores de codo; <i>curl</i> predicción con mancuerna; 3 sets de 10 reps	pROMs vs pROMI	Grosor muscular por ultrasonido	pROMI → ↑MM
(Valamatos et al., 2018)	19 hombres jóvenes no entrenados	15 semanas, 3 días por semana	Extensores de rodillas; máquina isocinética extensora de rodilla; 2-7 sets de 6-15 reps	pROMs vs fROM	CSA por MRI y ultrasonido	ROM → =MM
(Zabaleta-Korta et al., 2023)	31 mujeres jóvenes con experiencia de RT	9 semanas, 3 días por semana	Bíceps braquial; <i>curl</i> de bíceps inclinado con mancuerna vs <i>curl</i> predicción con mancuerna; 4 sets 12 reps al fallo muscular	pROMI vs pROMI	Torque en estiramiento vs torque en acortamiento	Torque estiramiento → ↑MM

CSA = Cross-Sectional Area; fROM = full Range Of Motion; fROMI = full Range Of Motion in lengthened position; fROMs = full Range Of Motion in shortened position; MM = Muscle Mass; MRI= Magnetic Resonance Imaging; pROM = partial Range Of Motion; pROMI = partial Range Of Motion in lengthened position; pROMs = partial Range Of Motion in shortened position; RCT = Randomized Controlled Trial; RMN = Resonancia Magnética Nuclear; ROM = Range Of Motion.

Como se puede observar en la Tabla 1, el ROM es una variable mucho más estudiada que el torque cuando se analiza la hipertrofia muscular como variable dependiente. En líneas generales, las comparativas de ROM siempre han estado más orientadas a analizar el fROM frente a diferentes tipos de pROM, pero sin entrar a analizar si este pROM se producía en estiramiento o acortamiento muscular, es por ello que la creación de la terminología pROMI y pROMs son claves para poder diferenciar entre tipos de pROM.



Si aplicamos esta subdivisión en el pROM, se puede observar cómo, la comparativa que más veces se ha llevado a cabo en el ROM es fROM frente pROMs, donde, casi siempre, el fROM genera mayores aumentos de la MM. Por otro lado, la comparativa entre pROMs y pROMl siempre genera más hipertrofia el pROMl.

Existen pocas comparativas de pROMl y fROM pero la existente parece favorecer al pROMl en cuanto a hipertrofia se refiere.

Por su parte, solo dos estudios analizan el torque como variable de la hipertrofia y con resultados contrapuestos, por lo que se requiere mayor investigación para saber cómo afecta el punto de mayor torque y en qué punto de estiramiento-acortamiento muscular se produce al aumento de la MM generado por el RT.

Para establecer el nivel de fiabilidad de los artículos, se usó la escala PEDro de la *Physiotherapy Evidence Database*, escala que analiza 11 variables sobre los estudios, otorgando una puntuación entre 0 y 10, a mayor puntuación mayor validez y fiabilidad del estudio.

Tabla 2. Validez y fiabilidad de los estudios según la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database).

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
(Bloomquist et al., 2013)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Masahiro Goto et al., 2019)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Kassiano, Costa, Kunevaliki, et al., 2023)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Kubo et al., 2019)	No	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	6
(Maeo et al., 2021)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(McMahon, Morse, Burden, Winwood, & Onambele, 2014)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Nunes et al., 2020)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Pedrosa et al., 2022)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Pedrosa et al., 2023)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Pinto et al., 2012)	Sí	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5
(Sato et al., 2021)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Valamatos et al., 2018)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
(Zabaleta-Korta et al., 2023)	Sí	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7

## Discusión

Atendiendo a que el objetivo de esta revisión sistemática fue entender cómo las variables de entrenamiento ROM y torque afectan a la hipertrofia muscular. Para nuestro estudio, cómo se mencionó en la introducción y se refleja en la tabla de resultados, hemos subdividido el pROM en pROMl y pROMs en función de si se produce en el estiramiento o acortamiento muscular respectivamente.

Tras analizar los 11 estudios y 4 revisiones que hacen referencia al ROM incluidos en nuestra revisión, podemos ver como el ROM usado durante el RT puede tener influencia directa en la hipertrofia y ganancia de MM que éste genera. Es por ello que cabe preguntarse si todos los pROM que se pueden ejecutar tienen los mismos efectos y si, por ende, todos los estudios que comparan pROM con fROM pueden ser analizados por igual o si bien, como se ha tenido en consideración para este estudio, no es lo mismo ejecutar un pROMs que un pROMl. Posiblemente sea esta diferencia en los tipos de pROM, lo que lleva a algunas revisiones sistemáticas, a afirmar que es mejor ejecutar fROM a pROM (Pallarés et al., 2021; Schoenfeld & Grgic, 2020), ya que al no subdividirse se diluye los efectos de cada tipo de pROM. Por otro lado, la revisión de Kassiano, Costa, Nunes, et al. (2023), concluye que si bien el fROM aventaja al pROMs, es posible que algunos músculos, tales como el cuádriceps y el bíceps braquial, se vean beneficiados de un pROMl, realizándose para ello la parte inicial de un ejercicio donde el músculo esté en estiramiento (Kassiano, Costa, Nunes, et al., 2023). Cuando se comparan las subdivisiones del pROM con el fROM se observa mayor hipertrofia en el grupo de pROMl que en el de fROM (Masahiro Goto et al., 2019; Kassiano, Costa, Kunevaliki, et al., 2023; Pedrosa et al., 2022). Pero menor hipertrofia del pROMs que en el fROM (Bloomquist et al., 2013; Kassiano, Costa, Kunevaliki, et al., 2023; Kubo et al., 2019; McMahon, Morse, Burden, Winwood, & Onambele, 2014; Pedrosa et al., 2022; Pinto et al., 2012). Es por ello que este estudio propone analizar las intervenciones de RT con uso pROM atendiendo a las subdivisiones en pROMs y pROMl. Este efecto de mayor hipertrofia al entrenar entorno al estiramiento muscular podría encontrar su explicación en la fisiología muscular. El estiramiento muscular supone una gran tensión



mecánica que como se sabe es el principal mecanismo asociado al RT para generar hipertrofia (Schoenfeld, 2010; Wackerhage et al., 2019). El estímulo mecánico creado por el estiramiento genera una activación genética de producción muscular del factor de crecimiento insulínico tipo 1 o *insulin-like growth factor 1* (IGF1) (Goldspink, 1999). La activación, por estiramiento muscular, de la producción de este factor hormonal, IGF1, tanto a nivel del hígado como, sobre todo, durante el ejercicio, a nivel muscular, desencadena la formación de la hormona de crecimiento o *growth hormone* (GH) (Goldspink, 1999). Juntas la GH y el IGF1 controlan el crecimiento de los tejidos corporales y, por tanto, de la MM que se genera gracias al RT. Se ha observado también que este incremento de la IGF1 asociado al RT está especialmente relacionado con el estiramiento muscular, llegando a producirse tres veces más de IGF1 en intervenciones de pROMI que en las de pROMs (McMahon, Morse, Burden, Winwood, & Onambélé, 2014). Esto se ve reflejado también en investigaciones donde, con mismo ROM o torque, la hipertrofia muscular es mayor en aquellos grupos con mayor estiramiento muscular en el RT (Larsen et al., 2025; Maeo et al., 2023) viéndose que la propia posición articular y como esta influye en el estiramiento muscular tiene implicaciones en la hipertrofia. Por todo ello, el estiramiento muscular es clave para maximizar las ganancias de MM en el RT, por tanto, se debe limitar el uso de pROMs en favor del fROM y pROMI, si bien la más reciente evidencia científica favorece este último como posible mejor ROM para aumentar la MM (M. Goto et al., 2019; Maeo et al., 2021), se requiere de más investigación al respecto.

Por otro lado, al analizar la variable del torque, los resultados se ven muy limitados por la falta de estudios que analizan dicha variable. Tras analizar los grupos de participantes de los únicos dos estudios que lo analizan, se puede observar cómo, los que realizaban el ejercicio pasando por la zona de mayor torque, sí generaban un aumento significativo de la MM (Nunes et al., 2020), mientras que el único grupo que no generaba diferencias significativas tras la intervención, es el grupo que no aprovechaba todo el rango del ROM donde se producía el punto o zona de máximo torque (Zabaleta-Korta et al., 2023). Esto induce a pensar que, si bien no podemos determinar si la posición del torque dentro de la longitud muscular afecta a la hipertrofia, sí parece ser clave que se pase por la zona donde el torque es mayor para optimizar la hipertrofia muscular.

La relación entre ambas variables es clara, es clave pasar por la zona de mayor torque para optimizar la hipertrofia y por tanto el ROM seleccionado para un ejercicio debería incluir dicho tramo de mayor torque. Por tanto, el uso de un ROM específico, cuando el objetivo es el aumento de la MM, dependerá del ejercicio que se esté realizando. Dado que, según lo observado, el ROM debe pasar por el estiramiento muscular y por la zona de mayor torque, un fROM permitirá cumplir con ambos requerimientos mientras que un pROMs no cumpliría con el estiramiento muscular y además no tendría por qué pasar por el máximo torque, esto explica que, en todas las comparativas resulte como la opción que menos hipertrofia genera. Por su parte el pROMI sí cumpliría con la premisa del estiramiento y también podría cumplir con el torque, en función de donde este se encuentre. Es en estos casos, cuando el torque se encuentre en la zona de estiramiento muscular, donde el pROMI podría ser un ROM más provechoso que el fROM a la hora de aumentar la hipertrofia. Es por ello que el ROM debería ser seleccionado de forma específica en función de las características del ejercicio y atendiendo al perfil de resistencia de cada ejercicio.

Dado que la intensidad de entrenamiento es una variable importantísima en la hipertrofia (Grgic et al., 2022; Refalo et al., 2023), por su relación directa con la tensión mecánica. Cabe preguntarse si, cuando se está cerca del fallo técnico, o lo que es lo mismo, la imposibilidad de completar el ROM establecido, se debe considerar la posibilidad de usar pROM para llegar también al fallo muscular. Esto podría llevar a una clasificación de los ejercicios en función de su perfil de resistencia, donde, en algunos casos, la disminución del ROM no se considere como el fallo y se prosiga realizando repeticiones parciales hasta el fallo muscular real. Potencialmente los ejercicios más beneficiados de una estrategia de este tipo serían aquellos con un torque mayor en el acortamiento muscular, como podrían ser unas elevaciones laterales, donde se inicie realizando el ejercicio con un fROM pero que se acabe con pROMI para la intensidad del ejercicio se ajuste al fallo muscular.

Tras ver como el ROM y el torque sí parecen tener influencia sobre la hipertrofia muscular, deberán ser tenidas en cuenta a la hora del diseño de planes de entrenamiento cuyo objetivo sea el aumento de la MM. Se deberá analizar cada ejercicio, entendiendo sus demandas mecánicas y cómo estas se ajustan a la anatomía muscular para así poder establecer un ROM apropiado para el perfil de resistencia del ejercicio.



## Limitaciones

El conjunto actual de evidencia científica sobre las implicaciones ROM y torque en la hipertrofia presenta algunas limitaciones que requieren ser abordadas. En primer lugar, la mayor parte de sujetos incluidos en los estudios de la revisión era hombres jóvenes no entrenados, por lo que los hallazgos no pueden ser generalizados a otras poblaciones como mujeres, ancianos y, sobre todo, sujetos entrenados, en los que es posible que la respuesta al estímulo del estiramiento muscular fuese distinta ya que la respuesta epigenética al RT depende del nivel de entrenamiento del sujeto (Bagley et al., 2020). En segundo lugar, respecto al torque, el principal limitante fue el escaso número de estudios previos que hacían alusión a dicho parámetro como variable independiente de sus intervenciones, por lo que las conclusiones que se pueden obtener tienen poco respaldo y deben ser secundadas por más investigaciones. Por su parte, en la variable de ROM, se requiere de más estudios que analicen los diferentes tipos de pROM, combinándolos con diferentes tipos de perfil de resistencia, para poder determinar si existe un ROM más favorable a la hora de generar hipertrofia en función del tipo de ejercicio realizado.

## Conclusiones

La evidencia científica parece indicar que, cuando se busca maximizar la hipertrofia muscular, el ROM debe pasar por el estiramiento muscular, evitándose el uso de pROMs. Se debe esclarecer si el pROMI puede ser un ROM idóneo para la hipertrofia debido a la gran tensión mecánica que genera.

No se puede afirmar que dónde se encuentre el punto de máximo torque dentro del recorrido de un ejercicio tenga influencia sobre la hipertrofia muscular. Sí parece ser clave que el recorrido del ejercicio pase por la zona de máximo torque. Por tanto, seleccionar un ROM adecuado para cada ejercicio, ajustado a donde se encuentre el punto de máximo torque, es indispensable para maximizar las ganancias de MM.

La selección de un ROM u otro deberá hacerse atendiendo al perfil de resistencia del ejercicio. A su vez, deberá cumplir con las premisas de realizar un recorrido que pase por el estiramiento muscular y por la zona de máximo torque. Por tanto, posiblemente, se deban usar diferentes ROMs, en función del ejercicio e incluso, diferentes ROMs dentro de una misma serie, ya que esto podría ayudar a cumplir con la alta intensidad de entrenamiento que se requiere para maximizar la hipertrofia muscular.

## Agradecimientos

Los autores del presente artículo desean expresar su agradecimiento a todos aquellos que mostraron su apoyo durante el proceso de la investigación, colaborando y haciendo posible la creación de este manuscrito. Agradecer también al *Laboratory of Exercise Physiology Research Group (LFE Research Group)* por brindarnos la oportunidad y el soporte para realizar nuestro trabajo.

## Referencias

- Bagley, J. R., Burghardt, K. J., McManus, R., Howlett, B., Costa, P. B., Coburn, J. W., Arevalo, J. A., Malek, M. H., & Galpin, A. J. (2020). Epigenetic Responses to Acute Resistance Exercise in Trained vs. Sedentary Men. *J Strength Cond Res*, 34(6), 1574-1580. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003185>
- Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., & Raastad, T. (2013). Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur J Appl Physiol*, 113(8), 2133-2142. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2642-7>
- Fry, A. C., Smith, J. C., & Schilling, B. K. (2003). Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *J Strength Cond Res*, 17(4), 629-633. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0629:eokpoh>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0629:eokpoh>2.0.co;2)
- Goldspink, G. (1999). Changes in muscle mass and phenotype and the expression of autocrine and systemic growth factors by muscle in response to stretch and overload. *J Anat*, 194 (Pt 3)(Pt 3), 323-334. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.1999.19430323.x>



- Gordon, A. M., Huxley, A. F., & Julian, F. J. (1966). The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *J Physiol*, 184(1), 170-192. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1966.sp007909>
- Goto, M., Maeda, C., Hirayama, T., Terada, S., Nirengi, S., Kurosawa, Y., Nagano, A., & Hamaoka, T. (2019). Partial range of motion exercise is effective for facilitating muscle hypertrophy and function through sustained intramuscular hypoxia in young trained men [Article]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1286-1294. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002051>
- Goto, M., Maeda, C., Hirayama, T., Terada, S., Nirengi, S., Kurosawa, Y., Nagano, A., & Hamaoka, T. (2019). Partial Range of Motion Exercise Is Effective for Facilitating Muscle Hypertrophy and Function Through Sustained Intramuscular Hypoxia in Young Trained Men. *J Strength Cond Res*, 33(5), 1286-1294. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002051>
- Grgic, J., McLlvenna, L. C., Fyfe, J. J., Sabol, F., Bishop, D. J., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2019). Does Aerobic Training Promote the Same Skeletal Muscle Hypertrophy as Resistance Training? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 49(2), 233-254. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1008-z>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci*, 11(2), 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2017). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*, NSCA. Ciudad de México : Editorial Paidotribo México.
- Hartmann, H., Wirth, K., & Klusemann, M. (2013). Analysis of the load on the knee joint and vertebral column with changes in squatting depth and weight load. *Sports Med*, 43(10), 993-1008. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0073-6>
- Haun, C. T., Vann, C. G., Osburn, S. C., Mumford, P. W., Roberson, P. A., Romero, M. A., Fox, C. D., Johnson, C. A., Parry, H. A., Kavazis, A. N., Moon, J. R., Badisa, V. L. D., Mwashote, B. M., Ibeanusi, V., Young, K. C., & Roberts, M. D. (2019). Muscle fiber hypertrophy in response to 6 weeks of high-volume resistance training in trained young men is largely attributed to sarcoplasmic hypertrophy. *PLoS One*, 14(6), e0215267. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215267>
- Haun, C. T., Vann, C. G., Roberts, B. M., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., & Roberts, M. D. (2019). A Critical Evaluation of the Biological Construct Skeletal Muscle Hypertrophy: Size Matters but So Does the Measurement. *Front Physiol*, 10, 247. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00247>
- Kassiano, W., Costa, B., Kunevaliki, G., Soares, D., Zacarias, G., Manske, I., Takaki, Y., Ruggiero, M. F., Stavinski, N., Francsuel, J., Tricoli, I., Carneiro, M. A. S., & Cyrino, E. S. (2023). Greater Gastrocnemius Muscle Hypertrophy After Partial Range of Motion Training Performed at Long Muscle Lengths [Randomized Controlled Trial;]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(9), 1746-1753. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004460>
- Kassiano, W., Costa, B., Nunes, J. P., Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., & Cyrino, E. S. (2023). Which ROMs Lead to Rome? A Systematic Review of the Effects of Range of Motion on Muscle Hypertrophy [Review]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(5), 1135-1144. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004415>
- Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2019). Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *Eur J Appl Physiol*, 119(9), 1933-1942. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04181-y>
- Kulig, K., Andrews, J. G., & Hay, J. G. (1984). Human Strength Curves. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12(1), 417-466. [https://journals.lww.com/acsm-essr/fulltext/1984/01000/human\\_strength\\_curves.14.aspx](https://journals.lww.com/acsm-essr/fulltext/1984/01000/human_strength_curves.14.aspx)
- Larsen, S., Sandvik Kristiansen, B., Swinton, P. A., Wolf, M., Bao Fredriksen, A., Nygaard Falch, H., van den Tillaar, R., & Østerås Sandberg, N. (2025). The effects of hip flexion angle on quadriceps femoris muscle hypertrophy in the leg extension exercise. *J Sports Sci*, 43(2), 210-221. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2444713>
- Maeo, S., Huang, M., Wu, Y., Sakurai, H., Kusagawa, Y., Sugiyama, T., Kanehisa, H., & Isaka, T. (2021). Greater Hamstrings Muscle Hypertrophy but Similar Damage Protection after Training at Long versus Short Muscle Lengths. *Med Sci Sports Exerc*, 53(4), 825-837. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002523>
- Maeo, S., Wu, Y., Huang, M., Sakurai, H., Kusagawa, Y., Sugiyama, T., Kanehisa, H., & Isaka, T. (2023). Triceps brachii hypertrophy is substantially greater after elbow extension training performed in



- the overhead versus neutral arm position. *Eur J Sport Sci*, 23(7), 1240-1250. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2100279>
- Martins-Costa, H. C., Lacerda, L. T., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Andrade, A. G. P., Peixoto, G. H., Gomes, M. C., Lanza, M. B., Bemben, M. G., & Chagas, M. H. (2022). Equalization of Training Protocols by Time Under Tension Determines the Magnitude of Changes in Strength and Muscular Hypertrophy. *J Strength Cond Res*, 36(7), 1770-1780. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000004004>
- McMahon, G. E., Morse, C. I., Burden, A., Winwood, K., & Onambele, G. L. (2014). Impact of range of motion during ecologically valid resistance training protocols on muscle size, subcutaneous fat, and strength [Article]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 245-255. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318297143a>
- McMahon, G. E., Morse, C. I., Burden, A., Winwood, K., & Onambélé, G. L. (2014). Muscular adaptations and insulin-like growth factor-1 responses to resistance training are stretch-mediated. *Muscle Nerve*, 49(1), 108-119. <https://doi.org/10.1002/mus.23884>
- Nunes, J. P., Jacinto, J. L., Ribeiro, A. S., Mayhew, J. L., Nakamura, M., Capel, D. M. G., Santos, L. R., Santos, L., Cyrino, E. S., & Aguiar, A. F. (2020). Placing Greater Torque at Shorter or Longer Muscle Lengths? Effects of Cable vs. Barbell Preacher Curl Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Young Adults. *Int J Environ Res Public Health*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph17165859>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas [10.1016/j.recesp.2021.06.016]. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Pallarés, J. G., Hernández-Belmonte, A., Martínez-Cava, A., Vetrovsky, T., Steffl, M., & Courel-Ibáñez, J. (2021). Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*, 31(10), 1866-1881. <https://doi.org/10.1111/sms.14006>
- Paul, A. C., & Rosenthal, N. (2002). Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. *Journal of Cell Biology*, 156(4), 751-760. <https://doi.org/10.1083/jcb.200105147>
- Pedrosa, G. F., Lima, F. V., Schoenfeld, B. J., Lacerda, L. T., Simoes, M. G., Pereira, M. R., Diniz, R. C. R., & Chagas, M. H. (2022). Partial range of motion training elicits favorable improvements in muscular adaptations when carried out at long muscle lengths [Article]. *European Journal of Sport Science*, 22(8), 1250-1260. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1927199>
- Pedrosa, G. F., Simoes, M. G., Figueiredo, M. O. C., Lacerda, L. T., Schoenfeld, B. J., Lima, F. V., Chagas, M. H., & Diniz, R. C. R. (2023). Training in the Initial Range of Motion Promotes Greater Muscle Adaptations Than at Final in the Arm Curl [Article]. *Sports*, 11(2), Article 39. <https://doi.org/10.3390/sports11020039>
- Pinto, R. S., Gomes, N., Radaelli, R., Botton, C. E., Brown, L. E., & Bottaro, M. (2012). EFFECT OF RANGE OF MOTION ON MUSCLE STRENGTH AND THICKNESS [Article]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2140-2145. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3b15>
- Refalo, M. C., Helms, E. R., Trexler, E. T., Hamilton, D. L., & Fyfe, J. J. (2023). Influence of Resistance Training Proximity-to-Failure on Skeletal Muscle Hypertrophy: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med*, 53(3), 649-665. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01784-y>
- Reggiani, C., & Schiaffino, S. (2020). Muscle hypertrophy and muscle strength: dependent or independent variables? A provocative review. *Eur J Transl Myol*, 30(3), 9311. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2020.9311>
- Russell, B., Motlagh, D., & Ashley, W. W. (2000). Form follows function: how muscle shape is regulated by work. *J Appl Physiol* (1985), 88(3), 1127-1132. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.3.1127>
- Sato, S., Yoshida, R., Kiyono, R., Yahata, K., Yasaka, K., Nunes, J. P., Nosaka, K., & Nakamura, M. (2021). Elbow Joint Angles in Elbow Flexor Unilateral Resistance Exercise Training Determine Its Effects on Muscle Strength and Thickness of Trained and Non-trained Arms [Article]. *Frontiers in Physiology*, 12, Article 734509. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.734509>
- Schoenfeld, B. (2016). Science and Development of Muscle Hypertrophy. In B. Schoenfeld (Ed.), *Science and Development of Muscle Hypertrophy* (1 ed.). Human Kinetics. <https://www.humankineticslibrary.com/encyclopedia?docid=b-9781492595847>



- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*, 24(10), 2857-2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
- Schoenfeld, B. J., & Grgic, J. (2020). Effects of range of motion on muscle development during resistance training interventions: A systematic review [Review]. *Sage Open Medicine*, 8, Article 2050312120901559. <https://doi.org/10.1177/2050312120901559>
- Simposio Internacional de Actualizaciones en Entrenamiento de la Fuerza. (2018). *XI Simposio International de Actualizaciones en Entrenamiento de la Fuerza = XI International Symposium in Strength Training* (P. J. Benito Peinado, Ed.). Madrid : Universidad Politécnica de Madrid.
- Stamatakis, E., Lee, I. M., Bennie, J., Freeston, J., Hamer, M., O'Donovan, G., Ding, D., Bauman, A., & Mavros, Y. (2018). Does Strength-Promoting Exercise Confer Unique Health Benefits? A Pooled Analysis of Data on 11 Population Cohorts With All-Cause, Cancer, and Cardiovascular Mortality Endpoints. *Am J Epidemiol*, 187(5), 1102-1112. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx345>
- Valamatos, M. J., Tavares, F., Santos, R. M., Veloso, A. P., & Mil-Homens, P. (2018). Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *Eur J Appl Physiol*, 118(9), 1969-1983. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3932-x>
- Wackerhage, H., Schoenfeld, B. J., Hamilton, D. L., Lehti, M., & Hulmi, J. J. (2019). Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *J Appl Physiol* (1985), 126(1), 30-43. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00685.2018>
- Zabaleta-Korta, A., Fernandez-Pena, E., Torres-Unda, J., Frances, M., Zubillaga, A., & Santos-Concejero, J. (2023). Regional Hypertrophy: The Effect of Exercises at Long and Short Muscle Lengths in Recreationally Trained Women. *Journal of human kinetics*, 87, 259-270. <https://doi.org/10.5114/jhk/163561>

## Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Alberto Armero Sotillo  
Pedro José Benito Peinado

alberto.armero@alumnos.upm.es  
pedroj.benito@upm.es

Autor/a  
Autor/a

