

Entrenamiento de hipertrofia musculoesquelética para el sobrepeso y obesidad

Musculoskeletal hypertrophy training for overweight and obesity

Iván León-Martínez¹, Alfredo Portela-Saenz², Antonio Jesús Pérez-Sierra³

¹ *Licenciado en Cultura Física, Universidad de Sonora, México.* <https://orcid.org/0000-0002-9570-0178> , ivanlm2000@gmail.com

² *Doctor en Medicina, Especialista en Medicina del Deporte, Universidad Estatal de Sonora, México.* <https://orcid.org/0000-0003-3422-6019> , aportela052@gmail.com

³ *Doctor en Ciencias, Universidad de Sonora, México.* <https://orcid.org/0000-0003-1503-0643> , antonio.perez@unison.mx

Fecha de recepción: 26 de junio de 2023.

Fecha de aceptación: 1 de julio de 2023.

RESUMEN

La presente investigación es un estudio exploratorio, de carácter descriptivo y documental que pretendió analizar el impacto del entrenamiento de hipertrofia musculoesquelética en la mejora del sobrepeso y la obesidad. Se revisaron diferentes fuentes de información: Google Scholar, Science Direct, PubMed, Springer, entre otras. Se revisaron un total de 19 artículos relacionados con el entrenamiento para la hipertrofia, el músculo esquelético, el sobrepeso y la obesidad. Los resultados más destacados fueron que el entrenamiento para la hipertrofia del músculo esquelético y el desarrollo de la masa muscular es beneficioso para la salud en poblaciones con sobrepeso y obesidad. Se identificaron ampliamente los problemas a los que se enfrentan las personas con sobrepeso y obesidad cuando intentan mejorar su estado de salud actual, siendo una de las principales causas el desconocimiento cultural de los beneficios del entrenamiento de fuerza centrado en la hipertrofia.

Palabras clave: Entrenamiento; hipertrofia musculoesquelética; sobrepeso; obesidad

ABSTRACT

This research is an exploratory study of a descriptive and documentary nature aimed at analyzing the impact of musculoskeletal hypertrophy training on improving overweight and obesity conditions. Several information sources were reviewed, including Google Scholar, Science Direct, PubMed, Springer, among others. A total of 19 articles related to hypertrophy training, skeletal muscle, overweight, and obesity were examined. The most notable findings were that training for the hypertrophy of skeletal muscle and the development of muscle mass is beneficial for health in overweight and obese populations. The challenges faced by overweight and obese individuals in their quest to enhance their current health status were extensively identified. A primary cause among these challenges is the cultural lack of awareness regarding the benefits of strength training focused on hypertrophy.

Keywords: Training; musculoskeletal hypertrophy; overweight; obesity.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos se han adaptado al medio que les rodea, es decir, al entorno y a las condiciones que les han exigido cambiar sus costumbres adquiriendo nuevas destrezas. Actualmente, ser una persona cotidianamente activa o sedentaria es un factor determinante para garantizar el bienestar general de una persona y reducir el riesgo de muerte por causas patológicas. Actualmente, la principal problemática a la que se enfrenta el área de la salud es el sobrepeso y la obesidad.

De acuerdo con Shailendra et al. (2022) señalan que otro factor que asociado al aumento de riesgo de mortalidad y todas sus causas patológicas es la ausencia de un entrenamiento de fuerza y poca masa muscular.

El entrenamiento de fuerza es imprescindible para un estado de salud óptimo, con una amplia gama de beneficios, tales como (Pesta et al., 2017; Lopes dos Santos et al., 2018), como el desarrollo de la masa muscular mejora el transporte de glucosa y aumenta la capacidad oxidativa mitocondrial por lo que controla y disminuye el riesgo de diabetes tipo II. Además de disminuir de manera significativa los niveles de hemoglobina glicosilada en personas con diabetes tipo II (Jansson et al., 2022).

Es importante a destacar es que el entrenamiento de fuerza mejora la sensibilidad de la insulina en personas con sobrepeso incluso sin ver una reducción del peso corporal. (Shaibi et al., 2006).

Si bien, la causa principal de sobrepeso y obesidad es una alimentación incorrecta junto con la falta de actividad física de manera sistemática, siendo éstas las causas a las que principalmente se le atribuyen las investigaciones, otro factor fundamental es el pobre desarrollo del tejido musculo esquelético, por lo que se han determinado la siguiente interrogante de investigación ¿Qué impacto tiene el entrenamiento enfocado en la hipertrofia músculo esquelético en población con sobrepeso y obesidad?.

De acuerdo con fuentes consultadas (Nedergaard et al., 2013; Maestroni et al., 2020; Hokken et al., 2021) expresan que un aumento en la síntesis de proteínas constituye un factor esencial para la producción de insulina destinada a aumentar la masa muscular, lo cual tiene como resultado una mejor acción de la insulina, así como una mayor sensibilidad a la misma. Además, incrementar los contenidos en las mitocondrias, con lo que mejora también la capacidad oxidativa de los ácidos grasos, se consigue mayor homeostasis de la glucosa, gracias al incremento en las tasas de síntesis de glucógeno, lo que resulta relevante que el glucógeno

represente por excelencia las reservas energéticas de nuestro organismo, desempeñando una función esencial en los entrenamientos de fuerza y en la práctica deportiva.

Se ha demostrado que el músculo actúa como un órgano endócrino, produciendo citoquinas y mioquinas con aplicación en diversas enfermedades metabólicas. (Schnyder & Handschin, 2015).

Por tanto, el entrenamiento de fuerza y desarrollo de masa muscular tiene efecto anticancerígenos y antitumorales, ya que suprime el crecimiento de las células cancerosas y la regulación de las respuestas inflamatorias sistémicas. (Kyrgiou et al., 2017).

Por otra parte, estudios realizados por (Ströhle, 2009; Yang et al., 2012), manifiestan que se ha demostrado que el entrenamiento de pesas combate la depresión y ansiedad. Debido a que entrenar con pesas mejora la calidad del sueño, lo cual es un punto importante ya que la alteración del sueño es uno de los síntomas de la enfermedad depresiva.

El objetivo fue analizar el impacto del entrenamiento de hipertrofia musculoesquelética en la mejora del sobrepeso y la obesidad.

DESARROLLO

La presente investigación es un estudio exploratorio, de carácter descriptivo, tipo documental. Se revisaron diversas fuentes que nos proporcionaron información pertinente sobre el tema: Google Scholar, Science Direct, PubMed, Elsevier Clinical Key, American College of Sport Medicine, National Strength, and Conditioning Association, American Physiological Society, Biomed Central, Springer y Apeks Performance Institute. Entre las fuentes revisadas, se pudo obtener un análisis detallado sobre 19 artículos relacionados con el entrenamiento de la hipertrofia del músculo esquelético en la mejora del sobrepeso y la obesidad.

Es evidente que el entrenamiento de la fuerza provoca un gran aumento de la musculatura. Asimismo, que las intensidades de los esfuerzos permiten nuevos alcances muy concretos en el impacto del entrenamiento de hipertrofia musculo esquelético. Ahora bien, lo que no resulta tan claro son los mecanismos que pueden producirla, aunque cada vez aparecen más indicios científicos de la importancia de la fuerza hipertrofia, como un ingrediente esencial del entrenamiento para obtener un desarrollo de la hipertrofia musculo esquelético, es decir, para el bienestar de la obesidad y el sedentarismo. (Roig, 2017)

En las tablas 1,2 y 3 se muestran algunos de los principales hallazgos de esta investigación con relación a los efectos del entrenamiento de la hipertrofia musculoesquelética para la mejora del sobrepeso y la obesidad, según las fuentes consultadas.

Tabla 1

Resumen de los resultados de los metaanálisis sobre el entrenamiento de resistencia y la mortalidad.

Metaanálisis	Mortalidad por todas las causas			Mortalidad por ECV			Mortalidad por cáncer		
	n	I ² , %	Resumen, RR (IC.95%)	n	I ² , %	Resumen, RR (IC.95%)	n	I ² , %	Resumen, RR (IC.95%)
E, F									
Algunos vs ningunos	6	79.9	0.85 (0.77,0.94)	4	64.7	0.81 (0.61,1.00)	5	62.8	0.86 (0.78,0.95)
El más alto frente al más bajo	7	57.6	0.92 (0.83,1.01)	6	35.2	0.90 (0.79,1.02)	6	46.8	0.87 (0.77,0.99)
Asociación conjunta de EF y AFMV									
Sin EF y AFMV	3	-	1.00 (ref)	3	-	1.00 (ref)	3	-	1.00 (ref)
Solo EF	3	73.4	0.82 (0.72, 0.93)	3	0	0.82 (0.74,0.91)	3	11.1	0.84 (0.75,0.94)
Solo AFMV	3	88.0	0.75 (0.67,0.84)	3	65.2	0.71 (0.61,0.81)	3	90.3	0.89 (0.72,1.10)
EF y AFMV	3	57.5	0.60 (0.54,0.66)	3	61.0	0.54 (0.41,0.70)	3	84.8	0.72 (0.53,0.98)

Fuente: (Shailendra et al., 2022)

Leyenda: ECV: Enfermedad Cardiovasculares; I²: grado de heterogeneidad; AFMV: Actividad Física Moderada; EF: Entrenamiento de la Fuerza.

Tabla 2

Cambios en las medidas de la dinámica de insulina a partir del FSIVGTT.

Unidades de medidas	Entrenamiento de Fuerza (N=11)			Control (N=10)		
	Pre	Post	Cambio	Pre	Post	Cambio
Insulina en Ayunas (μU-mL ⁻¹)	12.8 ± 2.1	11.5 ± 2.5	-1.3 ± 1.2	17.4 ± 2.1	19.1 ± 2.7	1.7 ± 1.9
Glucosa en Ayunas (mg. dL ⁻¹)	91.3 ± 1.8	93.8 ± 1.9	2.5 ± 1.9	90.6 ± 1.9	91.7 ± 2.0	1.1 ± 2.6
Sensibilidad a la insulina (x10 ⁻⁴ . μU-mL ⁻¹)	2.3 ± 0.3	3.2 ± 0.3*	0.9 ± 0.1	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.6	0.1 ± 0.3
Aire (μU-mL ⁻¹ x 10 m)	936.2 ± 213.9	762.1 ± 127.8	-174.1 ± 132.0	1153.8 ± 213.1	1339.1 ± 196.1	185.4 ± 184.6
Índice de Disposición	1881.4 ± 287.4	2246.3 ± 338.5	365.0 ± 283.7	1542.8 ± 205.3	1741.0 ± 313.6	198.2 ± 393.0

Nota: Los datos son medias ±SEM. *p<0.05 contra al valor previo correspondiente p<0.05 contra al cambio del grupo contra Aire, respuesta aguda a la insulina. Fuente: Shaibi et al., (2006).

Tabla 3

Metaanálisis del efecto del entrenamiento de fuerza sobre HbA1c.

Resultado	Tamaño del efecto y precisión					Heterogeneidad				
	Estudios	n	Estimación	95 % CI	Valor de p	Valor de Q	df (Q)	Valor de p	I ²	Aprueba de fallos N
Hb1c (EF vs CON)	20	1172	-0.390	-0.600 a -0.180	<0.001	61.684	19	<0.001	69.198	177
HbA1c (EF vs EA)	13	640	0.077	-0.110 a 0.264	0.419					

Fuente: Jansson et al., (2022).

Los resultados más sobresalientes obtenidos en cuanto al entrenamiento de hipertrofia músculo esquelético fueron los siguientes. De acuerdo con diversos autores (Burd et al., 2010; Terzis et al., 2010; Galluzzi et al., 2012; Hanssen et al., 2013; Ogasawara et al., 2017; Damas et al 2019; Hammarström et al., 2020; Baz et al., 2021), las series de máximo potencial hipertrófico son agrupaciones de repeticiones (determinadas por el profesional; $6 \pm 20 \geq 30$) realizadas de manera continua cercanas al fallo volitivo. Es decir, de 0-5 Repeticiones en reserva (RER) o RIR por sus siglas en ingles 3 “Repetitions In Reserve”. De manera más específica 0-2 RIR para cargas ligeras y 3-5 RIR con cargas moderadas a altas, como se puede precisar en la tabla 4.

Tabla 4
Relación de los medios con carga de trabajo y requerimiento de necesidad de cercanía de fallo muscular.

Medios	Cargas	Rango de repeticiones	Requerimientos de cercanía al fallo
Multiarticulares	Pesadas	5 – 10	3 – 5 RIR
Multi/monoarticulares	Moderadas	10 – 15	3 – 4 RIR
Monoarticular	Ligeras	15 – 20	0 – 2 RIR

Es importante resaltar que el entrenamiento al fallo muscular no es más benéfico para la hipertrofia músculo esquelética, se debe de considerar la necesidad o ausencia de aproximarse al fallo muscular considerando: la técnica, fatiga subsecuente intra e Inter sesión, el riesgo de lesión o seguridad del ejercicio, etcétera.

Las series de trabajo no deben de contar con pausas extendidas o periodos de recuperación significantes durante la realización de la serie y, por lo contrario, buscar una recuperación apropiada al finalizar cada serie de trabajo. Dicho de otra forma, los descansos menores a los 2 minutos no son suficientes para reducir la fatiga acumulada de manera ideal para continuar con series altamente capaces de estimular la hipertrofia. Por lo que se optará por descansos suficientes de aproximadamente 2 minutos, ya que estos mantienen de mejor manera el potencial hipertrófico de las series de trabajo. De esta manera cada serie es más estimulante por la reducción de la fatiga del trabajo previo.

Las decisiones de entrenamiento que se tomen deberán garantizar que las condiciones sean las óptimas para conseguir el mayor crecimiento posible de cada grupo. Estos conjuntos han de presentar todas las características que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Características de una serie de máximo potencial hipertrófico. (Ehrenstein, 2022)

Serie de máximo potencial hipertrófico	Rangos
Rego de repeticiones	5 – 20 \geq 30
Proximidad al fallo muscular	0 – 5 RIR
Descansos entre serie (minutos)	2 – 3

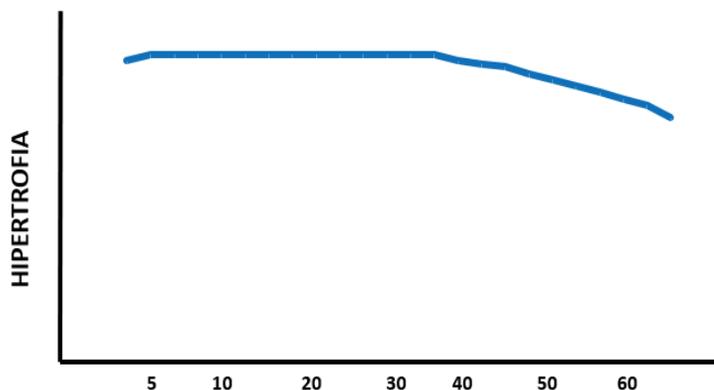
Fuente: Ehrenstein (2022)

Las series que no cumplen con las antemencionadas directrices representan estrategias de entrenamiento subóptimas.

De igual manera el metaanálisis declaró +20 repeticiones; pero tenemos datos que establecen que después de 30 repeticiones el potencial por series disminuye (Figura 1).

Figura 1

Curva hormética potencial hipertrófico de rango de repeticiones.



Fuente: Ehrenstein (2022).

Entre más se aleja del rango de repeticiones recomendado, se reduce el potencial hipertrófico, es decir, 50 repeticiones es inferior para la hipertrofia que 40 repeticiones, y así sucesivamente.

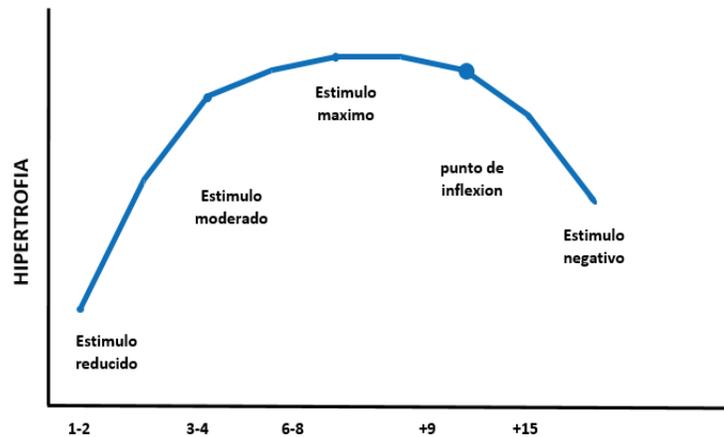
De acuerdo con Ehrenstein (2022) los datos meta analíticos actualizados muestran una relación logarítmica entre el volumen de entrenamiento y la hipertrofia en una sola sesión. Las ganancias aumentan rápidamente a volúmenes pequeños y hay rendimientos decrecientes a medida que aumenta el volumen de las sesiones.

De tal manera, sesiones con volúmenes demasiado altos deberán evitarse al presentar menor beneficio, así como mayor daño muscular, pérdida del impulso neural y la capacidad de disparo de las unidades motoras, la inversión de tiempo, y la fatiga que se puede manifestar en sesiones posteriores. Para aumentar el volumen semanal, será necesario aumentar la frecuencia y no pasar el límite por sesión, con el fin de mantener las condiciones óptimas de crecimiento. (Schoenfeld, 2010)

Existe una interacción entre el volumen establecido y los intervalos de descanso. Dado que los intervalos de descanso cortos pueden afectar la hipertrofia para un volumen determinado, se deben hacer más series para compensarlo. Por tanto, los requisitos de volumen pueden ser aproximadamente el doble en comparación con los intervalos de descanso más largos, lo cual no manifiesta beneficio alguno.

Figura 2

Curva hormética de volumen de entrenamiento por sesión.



Fuente: Ehrenstein (2022).

A partir de estas indagaciones se puede establecer que los entrenamientos dirigidos a la hipertrofia del músculo esquelético resultan extremadamente beneficiosos para las personas con sobrepeso y obesidad, pues promueven un desarrollo de su masa corporal, lo cual ocasiona que se acentúen, un trabajo planificado para que produzca un efecto positivo en la salud de personas con esta condición.

A diferencia a lo que culturalmente se piensa, que el entrenamiento cardiovascular es inferior a la reducción del porcentaje de grasa, que es el objetivo de las personas con sobrepeso u obesidad, debe trabajar la fuerza para mejorar la calidad de vida. De acuerdo con Achten et al., (2002) y Broskey et al., (2021), el índice de aprovechamiento de la grasa durante un entrenamiento cardiovascular resulta ser mínimo. Por tanto, se puede concluir que la prescripción de ejercicio exclusivamente de tipo cardiovascular para aumentar así la oxidación de grasas no es lo óptimo, y la verdadera finalidad debe ser mantener un sistema cardiorrespiratorio sano. Se expone la teoría y se contrastan que entrenamiento hipertrofia musculoesquelético mejora del sobrepeso y obesidad, así como las ventajas para la salud y calidad.

La oxidación de grasa y reducción del porcentaje de grasa corporal deberá ser abordado por una estrategia nutricional y no por un entrenamiento en específico, lo cual es un dato importante a tener en cuenta, ya que es sumamente común la mala práctica y creencia, de prohibir

entrenamiento de fuerza a personas con sobrepeso y obesidad, prescribiendo únicamente ejercicio cardiovascular con la intención de bajar el porcentaje de grasa.

Mientras tanto el entrenamiento cardiovascular interfiere con el entrenamiento de hipertrofia y, por ende, provoca una atenuación en el desarrollo de masa muscular. (Hickson, 1980; Morton et al., 2019; Krzysztofik et al., 2019)

La mala interpretación de este artículo anteriormente mencionado es el origen de unos de los mitos más grandes en la industria del fitness. Lo que ha llevado por décadas a que entrenadores prescriban únicamente un solo tipo de entrenamiento.

Murach & Bagley (2016) sostienen que esto no ocurre, que los posibles efectos perjudiciales para las adaptaciones provocados por las interferencias de dicho entrenamiento no superan los beneficios que se obtienen e incluso aseguran que el ejercicio cardiovascular puede incrementar la hipertrofia del músculo esquelético en personas sanas.

A su vez, destaca que la magnitud del efecto de interferencia estará directamente relacionada con la intensidad, frecuencia y volumen de ambos sistemas de entrenamiento. La inadecuada práctica encontrada en la implementación del entrenamiento de fuerza en gimnasios es la utilización de descansos insuficientes a fin de buscar sensaciones más altas de fatiga, ligándolas erróneamente con más potencial de crecimiento, es todo lo contrario. (Ehrenstein, 2022)

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados alcanzados en esta investigación, se comprobó que el entrenamiento para la hipertrofia músculo esquelética es beneficioso en las personas con sobrepeso y obesidad, gracias al incremento de su masa muscular, la cual es fundamental para la salud; además se establecieron las pautas óptimas para el entrenamiento, que garantizan la efectividad para la prevención de un entrenamiento inadecuado. En tanto que estos procesos brindan un específico aporte a dilucidar las posibles vías que se describen encaminadas para un mejor proceso de entrenamiento para la hipertrofia del músculo esquelético, que pueda incidir dentro de las respuestas suscitadas ante el ejercicio físico de la fuerza. La presente revisión aporta información para el desarrollo posibles intervenciones para mejorar el rendimiento físico y mitigar los efectos de los trastornos metabólicos tales como sobrepeso y obesidad.

REFERENCIAS

- Achten, J., Gleeson, M., & Jeukendrup, A. E. (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 92-97. <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00015>
- Baz Valle, E., Fontes Villalba, M., & Santos Concejero, J. (2021). Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Journal of strength and conditioning research*, 35(3), 870-878. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002776>
- Broskey, N. T., Martin, C. K., Burton, J. H., Church, T. S., Ravussin, E., & Redman, L. M. (2021). Effect of Aerobic Exercise-induced Weight Loss on the Components of Daily Energy Expenditure. *Medicine and science in sports and exercise*, 53(10), 2164-2172. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002689>
- Burd, N. A., West, D. W., Staples, A. W., Atherton, P. J., Baker, J. M., Moore, D. R., Holwerda, A. M., Parise, G., Rennie, M. J., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2010). Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PloS one*, 5(8), e12033. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012033>
- Damas, F., Angleri, V., Phillips, S. M., Witard, O. C., Ugrinowitsch, C., Santaniello, N., Soligon, S. D., Costa, L., Lixandrão, M. E., Conceição, M. S., & Libardi, C. A. (2019). Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualized responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. *Journal of applied physiology* 127(3), 806-815. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00350.2019>
- Ehrenstein, J. (2022). *Volumen de Entrenamiento: Introducción al Modelo Volumétrico, (Parte I)*. Apeks Performance Institute. <https://cursos.apekspi.com/courses/take/especialista-programacion-para-la-hipertrofia-edicion-revisada/lessons/36703493-i-volumen-de-entrenamiento-introduccion-al-modelo-volumetrico-parte-i>
- Galluzzi, L., Vitale, I., Abrams, J., Baehrecke, E. H., Blagosklonny, M. V., T M Dawson, T. M., & et al. (2012). Molecular definitions of cell death subroutines: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death. *Cell Death Differ* 19, 107-120. <https://doi.org/10.1038/cdd.2011.96>

- Hammarström, D., Øfsteng, S., Koll, L., Hanestadhaugen, M., Hollan, I., Apró, W., Whist, J. E., Blomstrand, E., Rønnestad, B. R., & Ellefsen, S. (2020). Benefits of higher resistance-training volume are related to ribosome biogenesis. *The Journal of physiology*, 598(3), 543-565. <https://doi.org/10.1113/JP278455>
- Hanssen, K. E., Kvamme, N. H., Nilsen, T. S., Rønnestad, B., Ambjørnsen, I. K., Norheim, F., Kadi, F., Hallèn, J., Drevon, C. A., & Raastad, T. (2013). The effect of strength training volume on satellite cells, myogenic regulatory factors, and growth factors. *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*, 23(6), 728-739. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01452.x>
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 45(2-3), 255-263. <https://doi.org/10.1007/BF00421333>
- Hokken, R., Laugesen, S., Aagaard, P., Suetta, C., Frandsen, U., Ørtenblad, N., & Nielsen, J. (2021). Subcellular localization and fibre type dependent utilization of muscle glycogen during heavy resistance exercise in elite power and Olympic weightlifters. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 231(2), e13561. <https://doi.org/10.1111/apha.13561>
- Jansson, A. K., Chan, L. X., Lubans, D. R., Duncan, M. J., & Plotnikoff, R. C. (2022) Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effect of changes in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 10. e002595. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002595>
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., Gołaś, A. (2019). Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 4897. 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244897>
- Kyrgiou, M., Kalliala, I., Markozannes, G., Gunter, M. J., Paraskevaïdis, E., Gabra, H., Martin-Hirsch, P., & Tsilidis, K. K. (2017). Adiposity and cancer at major anatomical sites: umbrella review of the literature. *BMJ (Clinical research ed.)*, 356-477. <https://doi.org/10.1136/bmj.j477>
- Lopes dos Santos, J., Silva de Araujo, S., dos Santos Estevam, C., de Lima, C. A., de Oliveira Carvalho, C. R., Bessa Lima, F., & Carlos Marçal, A. (2018). Mecanismos Moleculares de

Absorción de Glucosa Muscular en Respuesta al Ejercicio de la Fuerza: Una Revisión. *Revista PubliCE*, 1-8. <https://g-se.com/mecanismos-moleculares-de-absorcion-de-glucosa-muscular-en-respuesta-al-ejercicio-de-la-fuerza-una-revision-2388-sa-D5ac6df45f3031>

Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., Papadopoulos, K., Suchomel, T. J., Comfort, P., & Turner, A. (2020). The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(8), 1431-1450. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01309-5>

Morton, R. W., Colenso Semple, L., & Phillips, M. S. (2019). Training for strength and hypertrophy: an evidence-based approach. *Current Opinion in Physiology*, 10, 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.04.006>

Murach, K. A., & Bagley, J. R. (2016). Skeletal Muscle Hypertrophy with Concurrent Exercise Training: Contrary Evidence for an Interference Effect. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(8), 1029-1039. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0496-y>

Nedergaard, A., Henriksen, K., Karsdal, M. A., & Christiansen, C. (2013). Musculoskeletal ageing and primary prevention. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 27(5), 673-688. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2013.06.001>

Ogasawara, R., Arihara, Y., Takegaki, J., Nakazato, K., & Ishii, N. (2017). Relationship between exercise volume and muscle protein synthesis in a rat model of resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 123(4), 710-716. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01009.2016>

Pesta, D. H., Goncalves, R., Madiraju, A. K., Strasser, B., & Sparks, L. M. (2017). Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. *Nutrition & metabolism*, 14, (24), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12986-017-0173-7>

Roig, J. L. (5 de septiembre de 2017). *La hipertrofia del músculo esquelético*. Grupo Sobre Entrenamiento. <https://g-se.com/la-hipertrofia-del-musculo-esqueletico-bp-E59ae720e9a751>

Schnyder, S., & Handschin, C. (2015). Skeletal muscle as an endocrine organ: PGC-1 α , myokines and exercise. *Bone*, 80, 115-25. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2015.02.008>

- Schoenfeld, B. J. (2010) The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*: 24 (10), 2857-2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
- Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C., & Goran, M. I. (2006). Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(7), 1208-1215. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227304.88406.0f>
- Shailendra, P., Baldock, K. L., Li, L., Bennie, J. A., & Boyle, T. (2022). Resistance Training and Mortality Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American journal of Preventive Medicine*, 63(2), 277-285. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2022.03.020>
- Ströhle, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of neural transmission (Vienna, Austria: 1996)*, 116(6), 777-784. <https://doi.org/10.1007/s00702-008-0092-x>
- Terzis, G., Spengos, K., Mascher, H., Georgiadis, G., Manta, P., & Blomstrand, E. (2010). The degree of p70 S6k and S6 phosphorylation in human skeletal muscle in response to resistance exercise depends on the training volume. *European journal of applied physiology*, 110(4), 835-843. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1527-2>
- Yang, P. Y., Ho, K. H., Chen, H. C., & Chien, M. Y. (2012). Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, 58(3), 157-163. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(12\)70106-6](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(12)70106-6)

