

Artículo Original de Investigación

Entrenamiento de fuerza máxima y su relación con el *fitness* físico en rehabilitación cardiovascular**Maximal strength training and its relationship with physical fitness in cardiovascular rehabilitation**

Alejandro Vílchez, Joaquín Molina, Gastón Fabro, Juan Erriest, Víctor Arregui, Luis Castro, Jorge Camilletti.

Centro especializado en medicina del deporte y del ejercicio. CEMDDE. La Plata.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 14 de Febrero de 2023

Aceptado después de revisión

el 6 de Mayo de 2024

www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Palabras clave:

Entrenamiento de resistencia, enfermedad coronaria, fuerza muscular, aptitud cardiorrespiratoria, rehabilitación.

Keywords:

Resistance training, coronary artery disease, muscle strength, cardiorespiratory fitness, rehabilitation.

RESUMEN

Introducción: la fuerza muscular tiene relación con la independencia física. Es un predictor de mortalidad. Su entrenamiento incrementa la fuerza, la resistencia y la independencia física, por lo que es utilizado en rehabilitación cardiovascular moderna. La intensidad necesaria es un tema controvertido.

Objetivos: evaluar la seguridad y el efecto del entrenamiento de fuerza máxima y su relación con capacidades motrices (fitness).

Material y métodos: se incluyeron prospectivamente 23 pacientes. Tras un período de adaptación, se evaluaron los niveles de fuerza máxima y su relación con cuatro parámetros del fitness y se compararon después de 12 semanas de entrenamiento. Se consideró la fuerza máxima como la sumatoria del máximo con el que pudieron realizar 4 movimientos en 4 ejercicios básicos. Las capacidades físicas fueron: caminata de 6 min, subir 10 escalones de escalera, pararse y sentarse 10 veces y handgrip. Test de t apareado y correlación de Pearson fueron realizados con el estadístico Jamuvi.

Resultados: 22 pacientes fueron hombres. 21 coronarios y 2 con miocardiopatía dilatada, 5 de ellos tenían deterioro severo de la fracción de eyección. El promedio de carga en los 4 ejercicios fue 1623 Newton al inicio y 2670 Newton a las 12 semanas (64% de aumento, $p < .005$). Todas las capacidades físicas se correlacionaron significativamente con la fuerza. Durante el entrenamiento no hubo complicaciones.

Conclusiones: el entrenamiento de fuerza máxima incrementó significativamente la fuerza a las 12 semanas, acompañándose de un efecto directo en los parámetros del fitness y sin complicaciones, por lo que es una terapéutica segura en estos pacientes.

Maximal strength training and its relationship with physical fitness in cardiovascular rehabilitation

ABSTRACT

Introduction: muscular strength is related to physical independence. It is a mortality predictor. Its training increases strength, endurance and physical independence, which is why it is used in modern cardiovascular rehabilitation. The necessary intensity is a controversial issue.

Objectives: to evaluate the safety and effect of maximal strength training and its relationship with motor abilities (fitness).

Methods: twenty-three patients were prospectively included. After an adaptation period, maximal strength levels and their relationship to four fitness parameters were evaluated and compared after 12 weeks of training. Maximal strength was considered as the sum of the maximum with which they could perform 4 movements in 4 basic exercises. The physical abilities were: 6-min walk, climbing a flight of 10 steps, standing and sitting 10 times and handgrip. Paired t-test and Pearson correlation were performed with the Jamuvi statistic.

Results: twenty-two patients were men, 21 had coronary artery disease and 2 dilated cardiomyopathy, 5 of them had severe deterioration of ejection fraction. The average load in the 4 exercises was 1623 Newton at the beginning and 2670 Newton at 12 weeks (64% increase, $p < .005$). All physical abilities were significantly correlated with strength. There were no complications during the training.

Conclusions: maximal strength training significantly increased strength at 12 weeks, accompanied by a direct effect on fitness parameters and without complications, making it a safe therapy in these patient.

INTRODUCCIÓN

La Fuerza (F) y la potencia (P) muscular disminuyen con los años. Tienen íntima relación con la independencia física y la calidad de vida de las personas^{1,2}. La capacidad de esfuerzo para desarrollar actividades de la vida diaria también denominado fitness físico tiene un importante valor pronóstico³. Son predictores precoces de limitación funcional e incluso de mortalidad en pacientes con y sin cardiopatía^{2,4,5,6,7,8,9}.

La F muscular está íntimamente relacionada a la P, la cual viene determinada por la relación entre la F y la velocidad con la que se ejerce el movimiento. La P disminuye mas precozmente que la F, por lo cual es un índice importante para evaluar la condición física y la declinación motora^{1,5,6,10}. Este cambio se produce porque la velocidad de movimiento disminuye debido a la necesidad de un mayor tiempo para mantener el mismo nivel de fuerza. Este resultado final además esta relacionado a alteraciones histológicas que podrían revertirse mediante el entrenamiento (E)^{5,11}.

La Sociedad Europea de Cardiología en el 2019, la American Heart Association en el 2007 y su actualización en 2024, han publicado las recomendaciones para la prescripción del entrenamiento de fuerza en personas con y sin cardiopatía^{12,13,14}. Estas guías se han basado en estudios con un número pequeño de pacientes y metaanálisis de estos. Por esta razón y mas por dudas que por certezas, se ha mostrado un perfil conservador a la hora de indicar las cargas de trabajo^{15,16,17}. Básicamente las recomendaciones consistieron en la utilización de una intensidad de esfuerzo con cargas de 30-40% de una repetición máxima (1RM) para tren superior, y 40-50% para tren inferior en ejercicios de fuerza dinámica, prestando atención a la ejecución de forma lenta y controlada, sobre un total de 2-3 series de 10 a 15 movimientos de manera suave y controlada con una frecuencia de dos a tres veces por semana.

En este sentido, en la práctica, existen dudas sobre intensidad del esfuerzo que debe ser utilizado para generar mayores adaptaciones en el menor tiempo posible^{16,17}. Básicamente hay dos tipos de entrenamiento: aquel que utiliza altas cargas, >70% 1RM con pocas repeticiones (alta intensidad), o bien, bajas cargas <50% 1RM, y un mayor número de repeticiones (baja intensidad). El E con cargas máximas se utiliza como una de las posibilidades terapéuticas para pacientes avanzados en rehabilitación cardiovascular^{13,18}.

Debido a que la F tiene relación con la capacidad para llevar adelante diferentes actividades de la vida diaria, sería importante establecer su relación en la practica clínica.

Las pruebas mas utilizadas para evaluar el fitness son el tiempo para pararse y sentarse de una silla 10 veces, tiempo para subir un tramo de escalera, test de caminata de 6 minutos y fuerza de prensión de mano (*handgrip*)^{19,20,21}. Existe evidencia que relacionan estos parámetros físicos con mortalidad cardiovascular³.

Objetivos: evaluar el efecto, la seguridad y la eficacia del E de F máxima, en pacientes en rehabilitación cardiovascular.

Como objetivo secundario correlacionar los valores de fuerza con los cuatro parámetros del *fitness* físico mencionados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron 23 pacientes que iniciaron un plan de rehabilitación cardiovascular entre febrero 2022 y octubre de 2023. Los mismos se encontraban en condición física y clínica estable para realizar el E. Después de un periodo de acondicionamiento y aprendizaje técnico básico de 12 semanas se realizaron los test de F y de habilidades motrices. Las mismas pruebas fueron realizadas al finalizar el período de 12 semanas de E.

Los test empleados para medir F fueron: sentadilla con barra hexagonal, press de banca, remo sentado con polea e isquiotibiales en camilla. Se consideró la fuerza máxima como la carga máxima con la que pudieron hacer 4 repeticiones. A través de este valor, se calculó indirectamente el 1RM mediante de la fórmula de Brzycki²². Se consideró la fuerza total de cada paciente a la suma de peso de 1RM de los cuatro ejercicios.

Los test para evaluar habilidades motrices fueron: el tiempo para pararse y sentarse 10 veces de una silla, el tiempo para subir 10 escalones de una escalera, el test de caminata de 6 minutos y *handgrip*^{19,23}.

El plan de entrenamiento consistió en dos actividades semanales, una de fuerza máxima y otra de entrenamiento de fuerza intermitente. El entrenamiento de fuerza máxima consistió en la realización de cuatro vueltas de un ejercicio tras otro de los cuatro ejercicios básicos testeados. Se indicó hacerlos con una carga equivalente al 70-80% de la máxima que hicieron en los test. Con esa carga realizaron entre 4 a 6 repeticiones, con la pausa de ir de un ejercicio al otro lo que demandaba 1 a 2 minutos como máximo. Se los instruyó para que las repeticiones las hicieran siempre con la máxima intencionalidad gestual posible, logrando la máxima velocidad de ejecución para esa carga. Cuando el paciente podía realizar dos repeticiones más, se le incrementaba la carga entre un 5-10%. El objetivo del incremento en la car-

ga era que el paciente pudiera aplicar mas fuerza sin detrimento de la velocidad. Se buscó además, evitar maniobra de Valsalva y que el tiempo en la ejecución de los ejercicios no superara los 8-10 segundos, con el objetivo de no tener un tiempo excesivo de poscarga cardiaca y un incremento en las variables del consumo miocárdico de oxígeno que ocurren con tiempos de trabajo mayores²⁴.

El entrenamiento de F intermitente consistió en diferentes ejercicios de F, y coordinativos, encadenados en una secuencia que alternaba tren superior e inferior en circuito de 6 a 8 estaciones que se realizaron como actividad grupal. De la misma forma, los ejercicios fueron realizados a la máxima velocidad gestual posible durante 15 seg por otros 15 seg de descanso pasivo en 3 bloques de 8 minutos, manteniendo una sensación en la escala de Borg alrededor de 6-7 y una frecuencia cardiaca menor al 80% de su máxima en la ergometría. La intensidad del esfuerzo en estos ejercicios se determinó por el numero de estaciones, la velocidad de ejecución y la alternancia motriz de los grupos musculares intervinientes.

El análisis estadístico fue realizado con el programa Jajovi en su versión 2.4.8.0 para macOS. Se utilizaron test de t apareado para comparar las diferencias antes y después de la intervención y correlación de Pearson para relacionar los valores de F con los del *fitness* físico.

RESULTADOS

Las características descriptivas de la población se pueden resumir en la *tabla 1*.

La evaluación inicial y a las 12 semanas de los ejercicios individuales de F se muestran en la ilustración central, donde se observa la magnitud del cambio en la F máxima y las habilidades de los pacientes antes y después del entre-

namiento, todos con diferencias estadísticas significativas. Como puede verse los incrementos fueron mayores en los ejercicios de tren inferior.

Los complementos estadísticos se muestran en la *tabla 2*.

El análisis de correlación entre la F máxima y las diferentes habilidades físicas se muestra en la *tabla 3*.

En la misma puede observarse además la asociación positiva con en test de handgrip y la distancia recorrida en 6 minutos, y negativa con el test de la silla y el de la escalera, ya que estos se miden en tiempo y sus valores son menores a mayor nivel de fuerza. También se observó significación estadística con la edad.

En cuanto a la evolución de las capacidades físicas con el entrenamiento al inicio y a las 12 semanas se muestran en la figura central y su análisis estadístico en la *tabla 4*.

Es importante destacar que durante el entrenamiento no hubo eventos cardiovasculares ni lesiones en los pacientes estudiados.

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del presente estudio demuestran la capacidad del organismo para generar una adaptación e incrementar rápidamente los valores de fuerza cuando un estímulo intenso es utilizado. A su vez resaltar la relación existente entre la F y la habilidad para llevar a cabo actividades de la vida diaria y la posibilidad de mejorarlas mediante el E.

Indirectamente, se está diciendo que el E con sobrecarga favorece el desarrollo de la F útil y la capacidad para continuar ejerciendo elevados niveles de fuerza a mayores velocidades de acortamiento muscular. Estos aspectos se ponen en juego cuando los movimientos son mas rápidos y los tiempos para aplicar fuerza son menores²⁵. En este punto es

TABLA 1.
Análisis descriptivo de la población

	N	Perdidos	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
EDAD (años)	23	0	61.87	67	15.4399	24	82
PESO (kg)	23	0	88.00	85	15.0424	60	118
ALT (mts)	23	0	1.73	1.72	0.0752	1.57	1.85
IMC (kg/m2)	23	0	29.16	29.35	4.1987	21.13	38.87
FE (%)	23	0	51.96	53	12.1524	25	65

TABLA 2.
Análisis estadístico de los valores de fuerza al inicio y 12 semanas

Inicio	12 semanas	Estadístico	gl	P	
Bco. Plano 1RM inicio	Bco. Plano 1RM 12sem	T de Student	-12.34	22.0	<.001
Sentadilla 1RM inicio	Sent1RM 12sem	T de Student	-8.00	22.0	<.001
Remo1RM inicio	Remo1RM 12sem	T de Student	-9.44	22.0	<.001
Isquiotibial 1RM inicio	Isquio1RM 12sem	T de Student	-9.13	22.0	<.001
Tot Fza 1RM inicio	Tot Fza 1RM 12 sem	T de Student	-10.34	22.0	<.001

TABLA 3.

Análisis de correlación entre los componentes del fitness y la fuerza

		Tot Fza 1RM 12 sem	Grip 12sem	Test 6´ 12 sem	chair test 12sem	Test escalera 12sem	EDAD
Tot Fza 1RM 12 sem	R de Pearson	—					
	Gl	—					
	valor p	—					
Grip 12sem	R de Pearson	0.625	—				
	Gl	21	—				
	valor p	0.001	—				
Test 6´ 12 sem	R de Pearson	0.695	0.760	—			
	Gl	21	21	—			
	valor p	<.001	<.001	—			
chair test 12sem	R de Pearson	-0.457	-0.566	-0.597	—		
	Gl	21	21	21	—		
	valor p	0.028	0.005	0.003	—		
Test escalera 12sem	R de Pearson	-0.717	-0.723	-0.822	0.805	—	
	Gl	21	21	21	21	—	
	valor p	<.001	<.001	<.001	<.001	—	
EDAD	R de Pearson	-0.646	-0.790	-0.748	0.505	0.689	—
	gl	21	21	21	21	21	—
	valor p	<.001	<.001	<.001	0.014	<.001	—

TABLA 4.

Análisis estadístico de los componentes del fitness al inicio y 12 semanas

Inicio	12 semanas		Estadístico	gl	p
Grip inicio	Grip 12sem	T de Student	-6.25	22.0	<.001
Test 6´ inicio	Test 6´ 12 sem	T de Student	-11.72	22.0	<.001
chair test inicio	chair test 12sem	T de Student	5.01	22.0	<.001
Test escalera inicio	Test escalera 12sem	T de Student	7.92	22.0	<.001

importante resaltar algunos conceptos. La F aplicada a una carga es proporcional a la velocidad con la cual se mueve esa carga. Vale decir que se puede hacer F máxima sin que la carga sea máxima, cuando esta se mueve a la máxima velocidad posible con esa carga. En física, la F (la tensión que ejerce el músculo en su fibra) es el producto de la carga o pesa que se levanta (Newton), por la aceleración (m/seg²) con la que se mueve. Dicho de otra manera, la velocidad a la cual se mueve depende directamente de la F que se aplica. A medida que aumenta la carga, también se puede aplicar más F, pero se necesita mayor tiempo, lo que significa que la velocidad disminuye. Si la velocidad con la que se hace el movimiento es la máxima posible, entonces la F aplicada es la máxima para esa carga^{25,26}.

La población de este estudio representa el perfil promedio de los pacientes que ingresan a un plan de RHCv ambulatoria, donde por el sedentarismo, la edad y la cardiopatía de base, presentan limitaciones físicas considerables. En este caso, dos pacientes no alcanzaron los 400 m en el test de caminata, y cinco de ellos, tenían una fracción de

eyeción inferior al 40%. Estos datos, hablan a las claras del deterioro físico y cardiovascular hallados.

En este aspecto, en el estudio de Miller y cols han analizado el origen de las alteraciones musculares que conducen a un movimiento mas lento y pérdida de performance muscular. Resalta, en tal sentido que la necesidad de mayor tiempo para aplicar fuerza se basa en el menor número de puentes de actina-miosina disponibles. Este complejo muscular tiene una tasa de uso (tiempo ON-OFF) que no puede modificarse sin generar mayor tensión en la fibra⁵. Vale decir que la única forma de aumentar la velocidad en el movimiento es incrementando la tensión o F. El concepto general del E, apunta a mejorar la expresión específica de F en primera instancia, posteriormente en el mantenimiento de la velocidad (potencia) que traduzca finalmente en una mejora del rendimiento específico, que en estos casos es la mejora en la capacidad física del paciente²¹.

Las recomendaciones generales de las guías, tanto las Americanas como las Europeas, orientan hacia un E progresivo de dos a tres veces a la semana, con una intensidad

de esfuerzo de 30 al 50% de 1RM bajo un movimiento lento y controlado de F dinámica. Haciendo hincapié en evitar maniobra de Valsalva debido al incremento en los valores de presión arterial con esta maniobra. En este aspecto es importante resaltar que tanto en RHCV con en el entrenamiento deportivo no es fácil hablar de % de RM, ya que no es realizado habitualmente y puede tener sus consecuencias y complicaciones. Por ello mismo, es que es más adecuado hacer hincapié en la velocidad de ejecución del movimiento como indicador de la carga utilizada. En base a las respuestas cardiovasculares al entrenamiento de fuerza, De Souza y cols han estudiado el comportamiento de la presión arterial a cargas progresivas de press de piernas²⁴. Analizaron cada serie de 20 repeticiones, realizadas en un tiempo de 3 segundos cada movimiento (1,5 para la fase concéntrica y 1,5 para la fase excéntrica), lo que vale decir 1 minuto de trabajo para cada serie completa. Demostraron que a cargas por encima del 40-50% de 1RM hubo un descenso de la presión arterial a los 20-25 segundos, seguido de un incremento posterior. Este aumento fue significativo para la presión diastólica y la frecuencia cardiaca. Estas observaciones son de mucha utilidad ya que la mayoría de las recomendaciones, sugieren hacer este tipo de esfuerzos que son precisamente los que provocan mayor incremento en los determinantes del consumo miocárdico de oxígeno. Por otro lado, utilizando cargas menores no serían un estímulo significativo para generar adaptaciones musculares.

En un metaanálisis realizado por Correia y cols sobre el entrenamiento de fuerza en pacientes adultos y ancianos con hipertensión arterial, encontraron resultados que son importantes remarcar. Los mayores descensos en la presión arterial se encontraron en pacientes que entrenaron con cargas mayores al 60-70% de 1RM, por mas tiempo y al menos tres veces a la semana. Los descensos fueron mas importantes en la presión sistólica que en la diastólica, como así también en los pacientes más jóvenes de 18-50 más que los de 50-70²⁷.

Hansen D y cols ponen en duda si es mejor el E con bajas o con altas cargas¹³. Al utilizar una mayor carga, el tiempo del ejercicio es menor pero con mayor estrés muscular y a su vez menor requerimiento cardiovascular. A bajas cargas el numero de repeticiones realizables aumenta, por lo que para que sea efectivo el estímulo, el tiempo de esfuerzo debe ser mayor y el tiempo de trabajo se prolonga. Una mayor intensidad de trabajo muscular no solo genera más tensión en la fibra y más adaptaciones, si no que también produce mayor actividad neuromotora por el mayor reclutamiento muscular, lo cual es el origen de las mejoras en corto plazo. El tiempo de ejecución del movimiento es importante, ya que durante la fase concéntrica con cargas mayores al 40-50% se produce un bloqueo en la circulación muscular, lo cual genera insquemia distal e incremento de la poscarga, que es el origen de la hipertensión y taquicardia posterior a los 20 seg del inicio del esfuerzo, por ese motivo se recomienda realizar esfuerzos de corta duración menores a 10 seg, que es antes de que dichas modificaciones se pro-

EJERCICIO	INICIO	12 SEMANAS	p
Sentadilla con barra exagonal 	512	915	<0,05
Banco plano 	376	550	<0,05
Remo maquina 	391	612	<0,05
Curl femoral 	344	593	<0,05
Test de caminata 6' 	505	561	<0,05
Test silla 10seg 	17,8	15,2	<0,05
Test escalera 	3,6	3,0	<0,05
Han-dgrip 	400	415	<0,05

FIGURA CENTRAL

Evolución antes y a las 12 semanas de las variables físicas. Los valores de fuerza de cada ejercicio representan el máximo teórico de 1RM. Los valores son expresados en Newton.

duzcan²⁴. Kieran R y cols han estudiado las características del músculo de pacientes añosos y enfermos cardiovasculares, estableciendo la importancia en la velocidad y la F como elemento principal para el éxito en la terapéutica del E con sobrecarga⁶. Son numerosos los estudios realizados donde las ganancias en F y velocidad duplican el basal a las 12 semanas cuando el E se basa en altas cargas y alta velocidad de ejecución (potencia muscular), y en su gran mayoría evaluando la capacidad extensora de miembros inferiores^{6,28,29}. Los hallazgos del presente estudio mostraron un incremento en los cuatro ejercicios básicos evaluados, dentro de los cuales el incremento porcentual fue mayor en los test de miembros inferiores, lo cual concuerda con los estudios analizados.

En este estudio se ha encontrado una correlación entre la F y las cuatro capacidades motrices evaluadas, además las cuatro han mejorado a las 12 semanas con E de F, aún sin haberlas entrenado específicamente, lo cual habla de la importancia de la condición de F general para mantener el fitness físico.

CONCLUSIONES

El entrenamiento de fuerza máxima ha demostrado ser seguro y efectivo en este grupo de pacientes. Ha permitido mejorar los valores de fuerza máxima en un 64% a las 12 semanas. Se ha demostrado además una correlación entre la fuerza y las cuatro capacidades físicas más comunes del fitness, las cuales han incrementado sus valores paralelamente con la mejora de la misma.

Limitaciones

El escaso número de pacientes no permite concluir con certeza sobre las afirmaciones vertidas, de todas formas, marca una tendencia congruente en la dirección de las publicaciones. Si bien la mayoría de los estudios publicados también son pequeños, los márgenes de error pueden estar más acotados debido a la mayor certeza en las mediciones en los valores de fuerza por la tecnología aplicada en su medición. En este caso no se utilizaron encoders ni máquinas isocinéticas para medición exacta. Un mayor tiempo de entrenamiento o más veces en la semana podría haber dado mejores resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Raj IS, Bird SR, Shield AJ. Aging and the force-velocity relationship of muscles. *Exp Gerontol* **2010**; 45: 81 - 90.
- Stenholm S, Mehta NK, Elo IT, et al. Obesity and muscle strength as long-term determinants of all-cause mortality--a 33-year follow-up of the Mini-Finland Health Examination Survey. *Int J Obes (Lond)* **2014**; 38: 1126 - 1132.
- Ezzatvar Y, Izquierdo M, Núñez J, et al. Cardiorespiratory fitness measured with cardiopulmonary exercise testing and mortality in patients with cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci* **2021**; 10: 609 - 619.
- Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* **2000**; 30: 249 - 268.
- Miller MS, Toth MJ. Myofilament protein alterations promote physical disability in aging and disease. *Exerc Sport Sci Rev* **2013**; 41: 93 - 99.
- Reid KF, Fielding RA. Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exerc Sport Sci Rev* **2012**; 40: 4 - 12.
- Volaklis KA, Halle M, Meisinger C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *Eur J Intern Med* **2015**; 26: 303 - 310.
- Ruiz J, Sui X, Lobelo F, et al. Association between muscular strength and mortality in men: Prospective cohort study. *BMJ (Clinical research ed)* **2008**; 337: a439.
- Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol* **2011**; 57: 1831 - 1837.
- Thom JM, Morse CI, Birch KM, et al. Influence of muscle architecture on the torque and power-velocity characteristics of young and elderly men. *Eur J Appl Physiol* **2007**; 100: 613 - 619.
- Toth MJ, Miller MS, VanBuren P, et al. Resistance training alters skeletal muscle structure and function in human heart failure: effects at the tissue, cellular and molecular levels. *J Physiol* **2012**; 590: 1243 - 1259.
- Williams MA, Haskell WL, Ades PA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* **2007**; 116: 572 - 584.
- Hansen D, Abreu A, Doherty P, et al. Dynamic strength training intensity in cardiovascular rehabilitation: is it time to reconsider clinical practice? A systematic review. *Eur J Prev Cardiol* **2019**; 26: 1483 - 1492.
- Paluch AE, Boyer WR, Franklin BA, et al. Resistance Exercise Training in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2023 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* **2024**; 149: e217 - e231.
- Fan Y, Yu M, Li J, et al. Efficacy and Safety of Resistance Training for Coronary Heart Disease Rehabilitation: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Front Cardiovasc Med* **2021**; 8: 754794.
- Way KL, Thomas HJ, Parker L, et al. Cluster Sets to Prescribe Interval Resistance Training: A Potential Method to Optimise Resistance Training Safety, Feasibility and Efficacy in Cardiac Patients. *Sports Med Open* **2023**; 9: 86.
- Fidalgo ASF, Farinatti P, Borges JP, et al. Institutional Guidelines for Resistance Exercise Training in Cardiovascular Disease: A Systematic Review. *Sports Med.* **2019**; 49(3): 463-75.
- Volaklis KA, Tokmakidis SP. Resistance exercise training in patients with heart failure. *Sports Med* **2005**; 35: 1085 - 1103.
- Kuh D, Bassey EJ, Butterworth S, Hardy R, et al. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **2005**; 60: 224 - 231.
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* **2019**; 48: 16 - 31.
- Bennell K, Dobson F, Hinman R. Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care Res (Hoboken)* **2011**; 63 (Suppl 11): S350 - S370.
- Brzycki M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *J Physical Education, Recreation & Dance* **1993**; 64: 88 - 90.
- Society AT. ATS Statement. *Am J Resp Critical Care Med* **2002**; 166: 111 - 117.
- de Sousa NM, Magosso RF, Dipp T, et al. Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. *Eur J Prev Cardiol* **2014**; 21: 1324 - 1331.
- Badillo JJG, Serna JR. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE publicaciones; **2002**. 11-176 p
- González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med* **2010**; 31(5): 347-52.
- Correia RR, Veras ASC, Tebar WR, et al. Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Scientific Reports* **2023**; 13: 201.
- Marsh AP, Miller ME, Rejeski WJ, et al. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *J Aging Phys Act* **2009**; 17: 416 - 443.
- Earles DR, Judge JO, Gunnarsson OT. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Arch Phys Med Rehabil* **2001**; 82: 872 - 878.