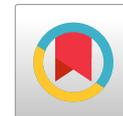


Originales

Programa de entrenamiento isométrico en la respuesta de los parámetros cardiovasculares y respiratorios



Mauricio E. Tauda^{a,*}, Eduardo J. Bravo^a

^a Universidad Santo Tomás Valdivia, Chile.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los efectos de un programa de entrenamiento isométrico de 8 semanas sobre la presión inspiratoria y espiratoria, presión arterial sistólica, Vo₂ máx., umbrales ventilatorios, ventilación, frecuencia respiratoria y volumen corriente. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio cuasi-experimental con muestreo probabilístico aleatorio simple. Participaron 25 individuos (edad promedio: 25.88±3.6 años; peso: 72.97±12.4 kg; estatura: 179±0.09 cm; % de grasa corporal: 24.03±2.5%; % de masa muscular: 41.56±2.3%). **Resultados:** El entrenamiento isométrico mostró mejoras significativas en varias variables respiratorias y cardiovasculares. La frecuencia respiratoria disminuyó significativamente, mientras que la ventilación, el volumen corriente y la capacidad pulmonar ($p < 0.001$) aumentaron. Las presiones inspiratoria y espiratoria máximas también mejoraron de manera significativa ($p < 0.001$). La presión arterial sistólica mostró una leve disminución, pero no alcanzó significancia estadística. Los umbrales ventilatorios presentaron un descenso en el VT1 y un aumento en el VT2 ($p < 0.001$), con un incremento significativo en el Vo₂ máx. ($p < 0.001$). **Conclusión:** El entrenamiento de fuerza isométrico produce mejoras significativas en parámetros respiratorios y cardiovasculares, favoreciendo la salud física y funcional de individuos sanos con factores de riesgo.

Palabras clave: Actividad física; ejercicio isométrico; presión arterial; consumo de oxígeno.

Isometric training program in the response of cardiovascular and respiratory parameters

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of an 8-week isometric training program on inspiratory and expiratory pressure, systolic blood pressure, Vo₂ max, ventilatory thresholds, ventilation, respiratory rate and tidal volume. **Materials and methods:** A quasi-experimental study was carried out with simple random probabilistic sampling. 25 individuals participated (average age: 25.88±3.6 years; weight: 72.97±12.4 kg; height: 179±0.09 cm; % body fat: 24.03±2.5%; % muscle mass: 41.56±2.3%). **Results:** Isometric training showed significant improvements in several respiratory and cardiovascular variables. Respiratory rate decreased significantly, while ventilation, tidal volume and lung capacity ($p < 0.001$) increased. Maximum inspiratory and expiratory pressures also improved significantly ($p < 0.001$). Systolic blood pressure showed a slight decrease, but did not reach statistical significance. Ventilatory thresholds showed a decrease in VT1 and an increase in VT2 ($p < 0.001$), with a significant increase in Vo₂ max. ($p < 0.001$). **Conclusion:** Isometric strength training produces significant improvements in respiratory and cardiovascular parameters, favoring the physical and functional health of healthy individuals with risk factors.

Keywords: Physical activity; isometric exercise; blood pressure; oxygen consumption.

Programa de treinamento isométrico na resposta de parâmetros cardiovasculares e respiratórios

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos de um programa de treinamento isométrico de 8 semanas sobre a pressão inspiratória e expiratória, pressão arterial sistólica, Vo₂ máx, limiares ventilatórios, ventilação, frequência respiratória e volume corrente. **Materiais e métodos:** Foi realizado

* Autor de correspondencia: Universidad Santo Tomas Sede Valdivia. mauro.tauda@gmail.com (Mauricio E. Tauda)

<https://doi.org/10.33155/ramd.v17i3-4.1180>

ISSN-e: 2172-5063/ © Consejería de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

um estudo quase-experimental com amostragem probabilística aleatória simples. Participaram 25 indivíduos (idade média: 25,88±3,6 anos; peso: 72,97±12,4 kg; altura: 179±0,09 cm; % gordura corporal: 24,03±2,5%; % massa muscular: 41,56±2,3%). Resultados: O treinamento isométrico apresentou melhorias significativas em diversas variáveis respiratórias e cardiovasculares. A frequência respiratória diminuiu significativamente, enquanto a ventilação, o volume corrente e a capacidade pulmonar ($p < 0,001$) aumentaram. As pressões inspiratória e expiratória máximas também melhoraram significativamente ($p < 0,001$). A pressão arterial sistólica apresentou ligeira diminuição, mas não alcançou significância estatística. Os limiares ventilatórios apresentaram diminuição do VT1 e aumento do VT2 ($p < 0,001$), com aumento significativo do Vo_2 máx. ($p < 0,001$). **Conclusão:** O treinamento de força isométrica produz melhorias significativas nos parâmetros respiratórios e cardiovasculares, favorecendo a saúde física e funcional de indivíduos saudáveis com fatores de risco.

Palavras-chave: Atividade física; exercício isométrico; pressão arterial; consumo de oxigênio.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento físico, en cualquiera de sus modalidades estructuradas, produce adaptaciones significativas a nivel cardíaco, respiratorio, metabólico y muscular ^{1, 2}. Además, la actividad física regular está inversamente asociada con la mortalidad por todas las causas ³. El ejercicio físico desempeña un papel crucial en el envejecimiento saludable, ofreciendo beneficios como la mitigación de factores de riesgo y la prevención de enfermedades crónicas ^{4, 5}. El desarrollo de la capacidad respiratoria y la fuerza muscular se considera fundamental, siendo estos los principales predictores de la funcionalidad, la movilidad, la independencia y la realización de las actividades cotidianas ⁶. En este contexto, la efectividad de las intervenciones mediante ejercicios de resistencia depende, por un lado, de la capacidad para cuantificar la fuerza, y por otro, de la selección de un método que se ajusta a las necesidades individuales del participante ⁷. Tradicionalmente, la carga externa es el principal componente que guía la intensidad del esfuerzo en el entrenamiento ^{8, 9}. No obstante, existen otros factores que pueden inducir adaptaciones significativas, como el propio peso corporal o, en este caso, el uso de ejercicios isométricos ¹⁰⁻¹². La metodología del acondicionamiento físico ha demostrado ser efectiva en la reducción de factores de riesgo asociados con enfermedades cardiovasculares, diabetes insulino dependiente e inflamación sistémica ¹³⁻¹⁵. Este tipo de ejercicio, clasificado como actividad de intensidad moderada (entre 3 y 6 MET), varía en función de la cantidad de ejercicios, la duración de los intervalos y las pausas ¹⁶. Comparado con otras metodologías de entrenamiento, los riesgos asociados con este tipo de ejercicio son significativamente menores, siempre que se aplica una progresión adecuada, comenzando por ejercicios generales y avanzando hacia otros más específicos, ajustados al nivel y características de la población objetivo ⁶. La efectividad del entrenamiento isométrico, en particular, ha sido ampliamente documentada. Una revisión sistemática y metaanálisis de Edwards et al. ¹⁷, que incluyeron ensayos controlados aleatorios (ECA) entre enero de 2000 y diciembre de 2021, evaluaron los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y del entrenamiento isométrico en diversos parámetros de salud, como la función cardiovascular, la capacidad aeróbica y la composición corporal. Los resultados mostraron que, aunque ambos tipos de entrenamiento son eficaces, el entrenamiento isométrico superó al HIIT en la reducción de la presión arterial en reposo. Además, el ejercicio isométrico ha demostrado ser seguro y beneficioso para personas con artritis reumatoide, una enfermedad crónica que causa inflamación en las articulaciones y afecta la movilidad, la función física y la calidad de vida ¹⁸.

En pacientes con enfermedades respiratorias, el ejercicio se convierte en una herramienta efectiva, dado su impacto positivo en la dinámica muscular. El American College of Sports Medicine (ACSM) recomienda que los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) realicen ejercicios de fuerza de manera regular y moderada, con un mínimo de 30 minutos de actividad, cinco días a la semana ¹⁹. Esta práctica es esencial porque, durante

el ejercicio, el aumento de las demandas ventilatorias activa un mayor impulso neuronal hacia los músculos respiratorios. En este contexto, el diafragma, como principal "generador de flujo", incrementa su actividad para satisfacer las crecientes necesidades de oxígeno del organismo ²⁰. A medida que el diafragma se esfuerza por proporcionar un flujo de aire adecuado, requiere el apoyo de otros músculos responsables de generar presión, como los músculos intercostales, que facilitan el movimiento de la caja torácica, y los músculos abdominales, que asisten en la exhalación forzada. Por lo tanto, un entrenamiento isométrico adecuado puede mejorar la capacidad de estos músculos para generar la presión necesaria, permitiendo que el diafragma y otros músculos respiratorios trabajen de manera más eficiente ²¹. En conjunto, estas intervenciones resaltan la importancia de un enfoque integral en la rehabilitación, considerando tanto los aspectos físicos como los cognitivos, para mejorar la calidad de vida de los pacientes. El ejercicio isométrico se caracteriza por contracciones musculares sostenidas sin cambios significativos en la longitud del músculo, lo que proporciona una base sólida para el desarrollo de la fuerza y la estabilidad ²². Durante el ejercicio intenso, la mayor actividad del diafragma y otros músculos respiratorios genera una demanda de aumento en la potencia mecánica desarrollada por estos músculos ²³. En este contexto, el diafragma actúa como el principal generador de flujo, y su potencia mecánica se desarrolla principalmente a través de la velocidad de acortamiento en lugar de la presión. En contraste, los músculos de la caja torácica y los músculos abdominales son considerados "generadores de presión", ya que producen la fuerza necesaria para mover tanto el tórax como el abdomen ²⁴.

Dado este funcionamiento, el entrenamiento isométrico resulta especialmente beneficioso para fortalecer estos músculos respiratorios, lo que permite que el diafragma opere de manera más eficaz y, a su vez, reduce el riesgo de fatiga respiratoria ²⁵. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar el efecto de un programa de entrenamiento isométrico de 8 semanas en diversas variables, incluyendo la presión inspiratoria y la presión espiratoria, la presión arterial sistólica, el Vo_2 máximo, los umbrales ventilatorios, la ventilación, la frecuencia respiratoria y el volumen corriente. Este enfoque integral permitirá comprender mejor cómo el entrenamiento isométrico puede influir en la función respiratoria y cardiovascular de los individuos ²⁶.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo y cuasiexperimental, con un alcance descriptivo y correlacional, orientado a caracterizar y analizar las relaciones entre diversas variables. Se utilizó un muestreo probabilístico aleatorio simple para seleccionar a 25 hombres participantes del gimnasio Pódium, ubicado en la ciudad de Valdivia. Los participantes proporcionaron su consentimiento informado de manera voluntaria y fueron informados sobre los riesgos y beneficios del estudio de acuerdo con los principios éticos de la Declaración de Helsinki. El estudio cumplió con todas las regulaciones chilenas pertinentes, incluyendo las Leyes N°19.628, N°20.120 y N°20.584 sobre protección de datos personales. Además,

todas las acciones relacionadas con la protección de los datos y la participación de los sujetos fueron revisadas y aprobadas por el Comité de Ética de la Institución Universitaria Universidad Santo Tomás. Res. No 23136643/2024.

Criterios de inclusión y exclusión.

Se incluyeron en el estudio adultos a partir de 20 años, independientemente de la presencia de enfermedades crónicas, todos ellos pertenecientes al gimnasio Pódium en la ciudad de Valdivia. Por otro lado, se excluyeron los participantes que presentaran lesiones osteoarticulares, antecedentes de cirugías previas, enfermedades cardíacas, hipertensión no controlada o diabetes no controlada médicamente.

Instrumentos de medición.

Las variables fisiológicas se midieron utilizando equipos de alta precisión. Para el análisis de gases, se empleó el ergoespirometro Metalyzer Cortex 3B-R3 (Cortex Biophysik GmbH, Alemania). La capacidad de ejercicio se evaluó con la cinta rodante H/P/cosmos Mercury® (H/P/cosmos Sports & Medical GmbH, Alemania), que soporta hasta 200 kg. Además, se llevó a cabo un perfil antropométrico completo utilizando el kit de cineantropometría ISAK. La frecuencia cardíaca fue monitoreada a través del reloj Polar V800 (Polar Electro, Finlandia). Por último, la fuerza inspiratoria se evaluó con el dispositivo Airofit Pro (Airofit, España), y la presión arterial se registró con un esfigmomanómetro de fabricación alemana.

Protocolo Vo2 Max.

El protocolo de medición directa se realizó siguiendo las directrices establecidas por Kokkinos et al. ²⁷. Comenzó con un calentamiento de 10 minutos en un tapiz rodante a una velocidad de 5 km/h. con 0° de inclinación. Posteriormente, se inició la evaluación a 6 km/h. con 1° de inclinación, manteniendo esta velocidad durante 1 minuto. La velocidad se incrementó progresivamente en pasos de 0.7 km/h hasta alcanzar el agotamiento del participante. Al concluir la prueba, se llevó a cabo una fase de recuperación de 5 minutos a una velocidad de 4 km/h. con 0° de inclinación.

Protocolo de evaluación de las presiones inspiratorias.

El protocolo inicio con la debida explicación del procedimiento según las directrices de Qadir et al. ²⁸. Paciente cómodo y relajado, sentado con la espalda recta y con una pinza nasal para evitar fugas de aire. El manómetro debe conectarse a una boquilla desechable para garantizar la higiene, y el dispositivo debe ser calibrado correctamente. El procedimiento consiste en pedir al paciente que exhale completamente y luego inhale con fuerza contra la boquilla, manteniendo el esfuerzo durante al menos 1.5 segundos. Se realizaron tres mediciones, con descansos de dos minutos entre cada una.

Protocolo de entrenamiento Isométrico.

Durante tres días a la semana, se implementó un programa de entrenamiento isométrico con una duración total de 30 minutos por sesión. Cada sesión consistió en realizar 3 series de ejercicios, con un tiempo de trabajo de 40 segundos por ejercicio y un período de descanso de 20 s. entre ejercicios, las pausas entre series fueron de 2 minutos y se realizaron 8 tipos de ejercicios isométricos que incluyeron: 1 Plancha normal. 2 Plancha con apoyo anterior único. 3 Plancha con apoyo posterior único. 4 Plancha con elevación alternada de la parte superior del cuerpo. 5 Plancha con elevación alternada

de la parte inferior del cuerpo. 6 Plancha con elevación alternada de la parte superior e inferior del cuerpo. 7 Plancha con rotación del tronco. 8 Plancha lateral y 9 Plancha lateral con elevaciones de cadera.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis descriptivo para calcular medidas de tendencia central y dispersión. La normalidad de los datos se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk, y la bondad de ajuste se evaluó mediante el coeficiente de determinación R². La correlación entre variables se analizó con la prueba de Pearson, y las diferencias entre medidas antes y después del entrenamiento se evaluaron usando la prueba t de Student para muestras apareadas. Se calculó el tamaño del efecto (ES) y el poder estadístico (1-β) para evaluar la magnitud de las diferencias y la probabilidad de detectarlas. El análisis se realizó con Jamovi versión 18.0, y se consideraron significativas las diferencias con un valor de p < 0.05. Los resultados se presentaron como media (M) y desviación estándar (SD).

RESULTADOS

La **Tabla 1** Los resultados indican cambios significativos en diversas variables fisiológicas tras la intervención, con mejoras notables en la función respiratoria y capacidad pulmonar. La **frecuencia respiratoria** mostró una reducción significativa (pag<0,001p < 0,001pag<0,001), mientras que el **volumen de corriente** y la **capacidad pulmonar** aumentan considerablemente, reflejando una mejora en la eficiencia respiratoria. Además, la **ventilación** total disminuyó de manera significativa, sugiriendo una mayor economía respiratoria durante el esfuerzo. En cuanto a la fuerza respiratoria, tanto la **presión inspiratoria máxima** como la **presión espiratoria máxima** experimentaron incrementos significativos (pag<0,001p < 0,001pag<0,001), indicando un fortalecimiento de los músculos respiratorios. Estos cambios están respaldados por tamaños de gran efecto, lo que resalta su relevancia clínica. Por otro lado, el **umbral ventilatorio 2 (Vt2)** y el **Vo2 máximo** mostraron incrementos significativos (pag<0,001p < 0,001pag<0,001), lo que refleja una mejora en la capacidad aeróbica y el rendimiento cardiorrespiratorio.

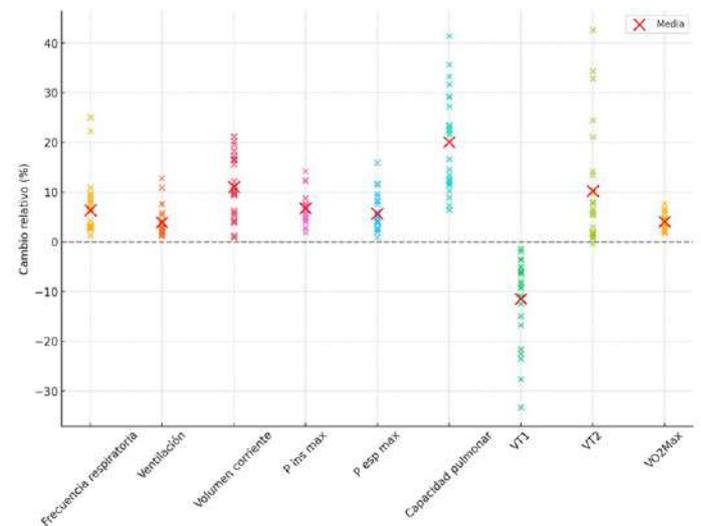


Figura 1. Cambios relativos (%) de las variables respiratorias tras la intervención de fuerza isométrica (8 semanas).

En la **Figura 1** se observan los cambios tras 8 semanas de intervención de fuerza isométrica, se observaron mejoras significativas en las variables respiratorias. La frecuencia respiratoria y la ventilación disminuyeron, indicando una mayor eficiencia respiratoria, mientras que el volumen corriente y la capacidad pulmonar aumentan, reflejando una mejor capacidad de intercambio

Tabla 1. Cambios en parámetros respiratorios y cardiovasculares tras la intervención de 8 semanas con ejercicio de fuerza isométrico

Variables	Pre	Post	Dif Media	P-valué	IC 95%		D Cohen Efecto	IC 95%	
					Inf	Sup		Inf	Sup
Frecuencia respiratoria (r/min)									
	65.92/8,32	69.80/8,56	-3.880	<.001	-5.079	-2.681	-1.335	-1.871	-0.785
Ventilación (l/min)									
	143.64/12,34	149.13/11,5	-5.488	<.001	-7.072	-3.904	-1.430	-1.985	-0.861
Volumen corriente (l/min)									
	2.64/0,22	2.94/0,19	-0.294	<.001	-0.365	-0.223	-1.715	-2.330	-1.086
Presión arterial sistólica (mmHg)									
	124.72/10,54	120.92/9,81	3.800	1.000	2.949	4.651	1.843	1.186	2.486
Presión insp máxima (mmHg)									
	123.42/8,22	131.64/8,65	-8.228	<.001	-9.557	-6.899	-2.555	-3.367	-1.731
Presión exp máxima (mmHg)									
	128.76/7,90	135.90/7,74	-7.144	<.001	-8.856	-5.432	-1.722	-2.338	-1.092
Capacidad pulmonar (l/min)									
	4.80/0,34	5.73/0,31	-0.924	<.001	-1.077	-0.771	-2.490	-3.285	-1.681
Vt1 Umbral ventilatorio (ml/kg/min)									
	20.61/3,45	17.98/3,12	2.628	1.000	1.582	3.674	1.037	0.542	1.519
Vt2 Umbral ventilatorio (ml/kg/min)									
	44.07/5,67	48.24/6,02	-4.172	<.001	-6.029	-2.315	-0.928	-1.392	-0.450
VO2 max (ml/kg/min)									
	54.71/7,11	56.88/6,87	-2.176	<.001	-2.511	-1.841	-2.681	-3.525	-1.825

IC intervalo de confianza. VO2 max consume máximo de oxígeno.* Prueba T para muestras pareadas

gaseoso. Además, las presiones inspiratorias y espiratorias máximas mostraron incrementos notables, evidenciando un fortalecimiento muscular respiratorio. Estos cambios relativos sugieren que la intervención mejoró la función y eficiencia respiratoria, optimizando la capacidad aeróbica y el rendimiento físico.

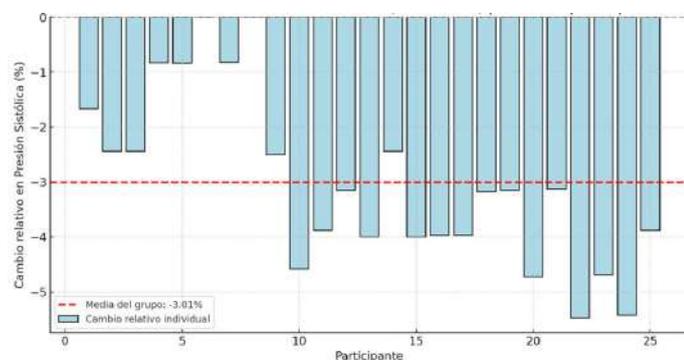


Figura 2. Cambios relativos (%) de la Presión Arterial Sistólica de fuerza isométrica (8 semanas).

La **Figura 2** muestra los cambios relativos (%) en la presión arterial sistólica (PAS) tras 8 semanas de intervención de fuerza isométrica. Los resultados reflejan una disminución significativa en el PAS, indicando una mejora en el control de la presión arterial sistólica en reposo. Este cambio sugiere que el entrenamiento isométrico contribuyó a una mejor regulación cardiovascular, posiblemente mediante adaptaciones en la función vascular y una reducción en la resistencia periférica. Estos hallazgos destacan el potencial de la fuerza isométrica como estrategia efectiva para mejorar la salud cardiovascular.

DISCUSIÓN

Estos hallazgos subrayan la efectividad de un entrenamiento de fuerza isométrica de 8 semanas en la mejora de la respuesta respiratoria y cardiovascular, especialmente en individuos con factores de riesgo. Esta intervención no solo fortalece los músculos respiratorios, sino que también optimiza la eficiencia respiratoria,

incrementa la capacidad pulmonar y mejora la capacidad aeróbica general. Por lo tanto, los resultados respaldan la inclusión del entrenamiento de fuerza isométrica como una estrategia integral en los planes de salud y prevención para esta población.

Varios estudios han explorado los efectos de este tipo de entrenamiento en parámetros respiratorios y vasculares. Un ejemplo relevante es el estudio realizado por Wiles et al.²⁹ que comparó los efectos del entrenamiento isométrico de piernas a dos intensidades en la presión arterial en reposo, examinando variables cardiovasculares específicas para comprender los cambios observados. En este estudio, 33 participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de control, un grupo de alta intensidad y un grupo de baja intensidad durante un período de 8 semanas realizando ejercicios consistentes en 4 series de 2 minutos, 3 veces por semana. Los resultados mostraron una disminución significativa en la presión arterial sistólica, diastólica y media en ambos grupos después del entrenamiento, con cambios similares en ambas intensidades. Estos hallazgos son consistentes con otras investigaciones que han documentado los beneficios del entrenamiento isométrico en la regulación de la presión arterial y en la salud cardiovascular en general y coinciden, al menos parcialmente, con los de nuestro estudio respecto al descenso de presión arterial sistólica.

Otros autores como Baross et al.³⁰ llevaron a cabo un análisis sobre los efectos de 8 semanas de desentrenamiento en la presión arterial en reposo, la presión arterial ambulatoria y el aumento repentino de la presión arterial matinal tras un programa de entrenamiento de resistencia isométrica. Este se llevó a cabo en 25 individuos jóvenes normotensos (16 hombres, 23 ± 6 años; y 9 mujeres, 22 ± 4 años) con una presión arterial en reposo dentro del rango normal (123 ± 5 , 69 ± 7 mmHg). Los participantes después de completar el programa de ejercicio mostraron reducciones significativas en la presión arterial sistólica ambulatoria de 24 horas (descenso promedio -8 ± 4 mmHg). También se registraron reducciones en la sistólica diurna (-5 ± 6 mmHg.) y en la variabilidad de la presión arterial diurna y de 24 horas. Estos hallazgos sugieren que el entrenamiento de resistencia isométrica tiene efectos duraderos en la reducción de la presión arterial en esta población, lo que implica su potencial como intervención beneficiosa para la

salud cardiovascular y se alinea con los resultados de nuestro trabajo e implicaciones para la salud.

Por otro lado, Smart et al.³¹ realizaron un metaanálisis que abarcó 12 estudios con un total de 326 participantes confirmando el efecto clínico y estadísticamente significativo del entrenamiento de resistencia isométrica en la reducción de la presión arterial sistólica, la presión arterial diastólica y la presión arterial media en reposo. Además, el estudio de Swift et al.³² comparó las respuestas hemodinámicas y autonómicas agudas tras realizar una sesión de entrenamiento de sentadilla isométrica contra la pared y agarre manual isométrico encontrando que los ejercicios que involucran una mayor masa muscular, como las sentadillas isométricas, pueden provocar reducciones más significativas en la presión arterial en comparación con aquellos que utilizan menos masa muscular. Así mismo, sus hallazgos sugieren que el ejercicio de sentadilla isométrica contra la pared puede ser más efectivo para reducir la presión arterial y mejorar la función cardiovascular en comparación con el agarre manual isométrico.

En esta misma línea de investigación, el estudio de Olher et al.³³ analizó los efectos del ejercicio isométrico submáximo que involucra una gran masa muscular en la respuesta hemodinámica, el estrés oxidativo y la producción de óxido nítrico en pacientes hipertensos. Los hallazgos revelaron que incluso una breve sesión de 8 minutos de provocó un aumento significativo en la actividad prooxidante, lo que a su vez resultó en una mayor disponibilidad de óxido nítrico y una respuesta antioxidante incrementada. Este fenómeno contribuyó a la reducción de la presión arterial.

Es relevante mencionar que el entrenamiento isométrico ha sido establecido como una de las mejores intervenciones no farmacológicas para la prevención y el tratamiento de la hipertensión, siendo respaldado por el Colegio Americano de Cardiología y la American Heart Association³⁴ Además, se encuentra incluido en la reciente documento de consenso australiana sobre ejercicio e hipertensión³⁵, lo que resalta su importancia y eficacia en el manejo de esta condición. Autores como Sener et al.³⁶, destacan que los ejercicios isométricos han mostrado cambios significativos tanto en la salud como en el ámbito deportivo, especialmente en variables respiratorias que impactan el estado general de bienestar. En este contexto, otros autores Souza et al.³⁷, enfatizan la notable relación entre estas variables y la masa muscular, particularmente en lo que respecta al metabolismo energético.

Por su parte, el estudio de Houben et al.³⁸, sobre pacientes con cáncer de próstata sometidos a terapia de privación de andrógenos revela que un programa de entrenamiento isométrico de 20 semanas contrarresta los efectos negativos de dicha terapia en la composición corporal, la masa muscular, la fuerza muscular y la capacidad aeróbica. Mientras que, en el ámbito deportivo, Akinoglu et al.³⁹, encontraron una alta correlación entre la fuerza de los músculos periféricos, la función respiratoria y la fuerza de los músculos respiratorios en atletas, lo que subraya la importancia de un enfoque de entrenamiento integral.

En conclusión, el entrenamiento isométrico se presenta como una estrategia efectiva para mejorar diversos aspectos de la salud y el rendimiento físico. Los estudios revisados consistentemente evidencian que este tipo de entrenamiento puede reducir la presión arterial, mejorar la función cardiovascular y respiratoria, aumentar la fuerza muscular y potenciar el rendimiento deportivo. Por lo tanto, el entrenamiento isométrico se posiciona como una herramienta valiosa que puede ser integrada en programas de ejercicio para promover la salud y el bienestar en diferentes poblaciones. Es importante tener en cuenta algunas limitaciones en este estudio. Primero, la muestra puede no ser completamente representativa de la población general, ya que se limitó a individuos con factores de riesgo específicos. Además, el estudio podría haberse beneficiado de un seguimiento a más largo plazo para evaluar la sostenibilidad de los efectos observados y de la existencia de un grupo control o segundo brazo que garantizara la efectividad.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio indican que el entrenamiento de fuerza isométrica tiene efectos beneficiosos en individuos sanos con factores de riesgo. Esta intervención no solo fortaleció los músculos respiratorios, sino que también mejoró la eficiencia respiratoria, la capacidad pulmonar y la capacidad aeróbica general. Los hallazgos sugieren que el entrenamiento de fuerza isométrica es una estrategia efectiva para la mejora de la salud respiratoria y cardiovascular que evidencian mejoras en la funcionalidad y la salud general de los participantes. Estos resultados respaldan la integración del entrenamiento de fuerza isométrica en los programas de salud y prevención, destacando su potencial para ofrecer beneficios significativos en la calidad de vida y el rendimiento físico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lopez, P., Radaelli, R., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., Bassanesi, R. N., Turella, D. J. P., & Rech, A. (2022). Moderators of resistance training effects in overweight and obese adults: A systematic review and meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(11), 1804–1816. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002984>.
2. Kelley, E., Imboden, M. T., Harber, M. P., Finch, H., Kaminsky, L. A., & Whaley, M. H. (2018). Cardiorespiratory fitness is inversely associated with clustering of metabolic syndrome risk factors: The ball state adult fitness program longitudinal lifestyle study. *Mayo Clinic Proceedings. Innovations, Quality & Outcomes*, 2(2), 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2018.03.001>.
3. Taylor, K. A., Wiles, J. D., Coleman, D. D., Sharma, R., & O'driscoll, J. M. (2017). Continuous cardiac autonomic and hemodynamic responses to isometric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(8), 1511–1519. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001271>.
4. Ramsey, K. A., Rojer, A. G. M., D'Andrea, L., Otten, R. H. J., Heymans, M. W., Trappenburg, M. C., Verlaan, S., Whittaker, A. C., Meskers, C. G. M., & Maier, A. B. (2021). The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 67(101266), 101266. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>.
5. Mueller, S., Winzer, E. B., Duvina, A., Gevaert, A. B., Edelmann, F., Haller, B., Pieske-Kraigher, E., Beckers, P., Bobenko, A., Hommel, J., Van de Heyning, C. M., Esefeld, K., von Korn, P., Christle, J. W., Haykowsky, M. J., Linke, A., Wisløff, U., Adams, V., Pieske, B., ... OptimEx-Clin Study Group. (2021). Effect of high-intensity interval training, moderate continuous training, or guideline-based physical activity advice on peak oxygen consumption in patients with heart failure with preserved ejection fraction: A randomized clinical trial. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 325(6), 542. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.26812>.
6. Bangsbo, J., Blackwell, J., Boraxbekk, C.-J., Caserotti, P., Dela, F., Evans, A. B., Jespersen, A. P., Gliemann, L., Kramer, A. F., Lundbye-Jensen, J., Mortensen, E. L., Lassen, A. J., Gow, A. J., Harridge, S. D. R., Hellsten, Y., Kjaer, M., Kujala, U. M., Rhodes, R. E., Pike, E. C. J., ... Viña, J. (2019). Copenhagen Consensus statement 2019: physical activity and ageing. *British Journal of Sports Medicine*, 53(14), 856–858. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100451>.
7. Geidl, W., Abu-Omar, K., Weege, M., Messing, S., & Pfeifer, K. (2020). German recommendations for physical activity and physical activity promotion in adults with

- noncommunicable diseases. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-020-0919-x>.
8. Torres, A., Tennant, B., Ribeiro-Lucas, I., Vaux-Bjerke, A., Piercy, K., & Bloodgood, B. (2018). Umbrella and systematic review methodology to support the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Journal of physical activity & health*, 15(11), 805–810. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0372>.
 9. Resende RA, Jardim SHO, Filho RGT, Mascarenhas RO, Ocarino JM, Mendonça LDM. Does trunk and hip muscles strength predict performance during a core stability test? *Braz J Phys Ther* [Internet]. 2020;24(4):318–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.03.00>. (s/f). <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.03.00>.
 10. Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., & Lee, I.-M. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>.
 11. Arnett, D. K., Blumenthal, R. S., Albert, M. A., Buroker, A. B., Goldberger, Z. D., Hahn, E. J., Himmelfarb, C. D., Khera, A., Lloyd-Jones, D., McEvoy, J. W., Michos, E. D., Miedema, M. D., Muñoz, D., Smith, S. C., Jr, Virani, S. S., Williams, K. A., Sr, Yeboah, J., & Ziaeian, B. (2019). 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: A report of the American college of cardiology/American heart association task force on clinical practice guidelines. *Circulation*, 140(11). <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000678>.
 12. de Freitas Brito, A., Brasileiro-Santos, M. do S., Coutinho de Oliveira, C. V., & da Cruz Santos, A. (2019b). Postexercise hypotension is volume-dependent in hypertensives: Autonomic and forearm blood responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 234–241. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001735>.
 13. Tailor C, Mozaffarian D, McCabe P. Acondicionamiento físico y reducción de riesgos cardiovasculares. *Soy J Cardiol*. 2017;119(1):65-72.
 14. Cristi-Montero, C., Ramírez-Campillo, R., Alvarez, C., Garrido Méndez, A., Martínez, M. A., & Díaz Martínez, X. (2016). Celis-Morales. *Rev Med Chil*, 144(8), 980–989. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000800004>.
 15. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 93(4), 1318–1326. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>.
 16. Pescatello, L. S., Wu, Y., Panza, G. A., Zaleski, A., & Guidry, M. (2021). Development of a novel clinical decision support system for exercise prescription among patients with multiple cardiovascular disease risk factors. *Mayo Clinic Proceedings. Innovations, Quality & Outcomes*, 5(1), 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2020.08.005>.
 17. Bangsbo, J., Blackwell, J., Boraxbekk, C.-J., Caserotti, P., Dela, F., Evans, A. B., Jespersen, A. P., Gliemann, L., Kramer, A. F., Lundbye-Jensen, J., Mortensen, E. L., Lassen, A. J., Gow, A. J., Harridge, S. D. R., Hellsten, Y., Kjaer, M., Kujala, U. M., Rhodes, R. E., Pike, E. C. J., ... Viña, J. (2019). Copenhagen Consensus statement 2019: physical activity and ageing. *British Journal of Sports Medicine*, 53(14), 856–858. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100451>.
 18. Edwards, J., De Caux, A., Donaldson, J., Wiles, J., & O'Driscoll, J. (2022). Isometric exercise versus high-intensity interval training for the management of blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 56(9), 506–514. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104642>.
 19. Baillet, A., Vaillant, M., Guinot, M., Juvin, R., & Gaudin, P. (2012). Efficacy of resistance exercises in rheumatoid arthritis: meta-analysis of randomized controlled trials. *Rheumatology* (Oxford, England), 51(3), 519–527. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ker330>.
 20. Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM). (2022). Guías para pacientes con EPOC. *Ejercicio deportivo de ciencia médica*, 54(3), 145-151. <https://doi.org/10/METRO.00000000000003077>.
 21. Sadjapong, U., Yodkeeree, S., Sungkarat, S., & Siviroj, P. (2020). Multicomponent exercise program reduces frailty and inflammatory biomarkers and improves physical performance in community-dwelling older adults: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3760. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113760>.
 22. Ray, AD, Pendergast, DR y Lundgren, CE (2008). El entrenamiento de los músculos respiratorios mejora la resistencia al nadar en profundidad. *Undersea & Hyperbaric Medicine: Journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc.*
 23. Al-Otaibi, H. M., Sartor, F., & Kubis, H.-P. (2024). The influence of low resistance respiratory muscle training on pulmonary function and high intensity exercise performance. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 22(3), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2024.02.007>.
 24. Zhu, Y., He, S., Herold, F., Sun, F., Li, C., Tao, S., & Gao, T.-Y. (2022). Effect of isometric handgrip exercise on cognitive function: Current evidence, methodology, and safety considerations. *Frontiers in physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1012836>.
 25. Wheelock, C. E., Hess, H. W., Johnson, B. D., Schlader, Z. J., Clemency, B. M., St. James, E., & Hostler, D. (2020). Endurance and resistance respiratory muscle training and aerobic exercise performance in hypobaric hypoxia. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 91(10), 776–784. <https://doi.org/10.3357/amhp.5624.2020>.
 26. Ozmen, T., Gunes, G. Y., Ucar, I., Dogan, H., & Gafuroglu, T. U. (2017). Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(5). <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06283-6>.
 27. Kokkinos, P., Myers, J., Faselis, C., Panagiotakos, DB, Doulmas, M., Pittaras, A. y Kokkinos, JP (2018). Impacto de la aptitud cardiorrespiratoria en la mortalidad: una revisión de la evidencia. <https://doi.org/10.1016/j.p.2017>.
 28. Qadir N, Sahetya S, Munshi L, Summers C, Abrams D, Beitler J, Bellani G, Brower RG, Burry L, Chen JT, Hodgson C, Hough CL, Lamontagne F, Law A, Papazian L, Pham T, Rubin E, Siuba M, Telias I, Patolia S, Chaudhuri D, Walkey A, Rochweg B, Fan E. An Update on Management of Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med*. 2024 Jan 1;209(1):24-36. doi: 10.1164/rccm.202311-2011ST. PMID: 38032683; PMCID: PMC10870893.
 29. Wiles, J. D., Coleman, D. A., & Swaine, I. L. (2010). The effects of performing isometric training at two exercise intensities in

- healthy young males. *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 419–428. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1025-6>.
30. Smart, N. A., Way, D., Carlson, D., Millar, P., McGowan, C., Swaine, I., Baross, A., Howden, R., Ritti-Dias, R., Wiles, J., Cornelissen, V., Gordon, B., Taylor, R., & Bleile, B. (2019). Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: Individual participant data meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 37(10), 1927–1938. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000002105>.
31. Swift, H. T., O'Driscoll, J. M., Coleman, D. D., Caux, A. D., & Wiles, J. D. (2022). Acute cardiac autonomic and haemodynamic responses to leg and arm isometric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 122(4), 975–985. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04894-7>.
32. Olher, R. R., Rosa, T. S., Souza, L. H. R., Oliveira, J. F., Soares, B. R. A., Ribeiro, T. B. A., Souza, I. R. C., Neves, R. V. P., Sousa, C. V., Deus, L. A., Marchetti, P. H., Simoes, H. G., & Moraes, M. R. (2020). Isometric exercise with large muscle mass improves redox balance and blood pressure in hypertensive adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(5), 1187–1195. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002223>.
33. Whelton, P. K., & Carey, R. M. (2017). The 2017 clinical practice guideline for high blood pressure. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 318(21), 2073. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.18209>.
34. Sharman, J. E., Smart, N. A., Coombes, J. S., & Stowasser, M. (2019). Exercise and sport science australia position stand update on exercise and hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 33(12), 837–843. <https://doi.org/10.1038/s41371-019-0266-z>.
35. Sener, U., Uçok, K., Ulaşlı, A. M., Genc, A., Karabacak, H., Coban, N. F., Simsek, H., & Cevik, H. (2016). Evaluation of health - related physical fitness parameters and association analysis with depression, anxiety, and quality of life in patients with fibromyalgia. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 19(8), 763–772. <https://doi.org/10.1111/1756-185x.12237>.
36. Sharman, J. E., Smart, N. A., Coombes, J. S., & Stowasser, M. (2019). Exercise and sport science australia position stand update on exercise and hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 33(12), 837–843. <https://doi.org/10.1038/s41371-019-0266-z>.
37. Souza, R. M. P., Cardim, A. B., Maia, T. O., Rocha, L. G., Bezerra, S. D., & Marinho, P. É. M. (2019). Inspiratory muscle strength, diaphragmatic mobility, and body composition in chronic obstructive pulmonary disease. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 24(2). <https://doi.org/10.1002/pri.1766>.
38. Houben, L. H. P., Overkamp, M., Van Kraaij, P., Trommelen, J., Van Roermund, J. G. H., de Vries, P., de Laet, K., Van Der Meer, S., Mikkelsen, U. R., Verdijk, L. B., Van Loon, L. J. C., Beijer, S., & Beelen, M. (2023). Resistance exercise training increases muscle mass and strength in prostate cancer patients on androgen deprivation therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(4), 614–624. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000003095>.
39. Akınoğlu, B., Kocahan, T., & Özkan, T. (2019). The relationship between peripheral muscle strength and respiratory function and respiratory muscle strength in athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(1), 44–49. <https://doi.org/10.12965/jer.1836518.259>.