Marco teórico de las adaptaciones fisiológicas en los practicantes de ejercicios isométricos

Juan Jose Gutierrez[1], Juan José Ramírez[1] y Frank Ospina[1]

1. Facultad de educación, Universidad Santiago de Cali

Asesor Sol Beltrán

Cali, Colombia

12 de Junio de 2023

Resumen

La literatura científica no es muy clara en relación a cuáles son las adaptaciones fisiológicas cuando se realizan ejercicios isométricos. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es elaborar un marco teórico de las adaptaciones fisiológicas en los practicantes de ejercicios isométricos. Aquellas actividades relacionadas al ejercicio físico requieren contracción muscular pero no dan lugar a movimiento, provocando diversas alteraciones en el cuerpo. Las principales áreas de adaptación son objeto de la investigación. La investigación demuestra que los ejercicios isométricos provocan cambios fisiológicos. Junto con mejoras en el rendimiento muscular, nervioso, cardiaco y una disminución de la presión arterial en reposo y el poco riesgo a enfermedades no transmisibles como otras, estas adaptaciones también repercuten en las respuestas nerviosas (UM), fibras musculares, la función autonómica y la eficacia del trabajo cardíaco. Se concluye que existen diferentes adaptaciones fisiológicas que pueden ser tenidas en cuenta para la prescripción del ejercicio isométrico.

Palabras claves: ejercicios isométricos (EIM), adaptaciones fisiológicas, sistema cardiovascular, sistema muscular, sistema nervioso, unidades motoras (UM).

Introducción

En el ámbito del deporte, los deportistas tienen una enorme capacidad física que les permite superar los límites de la habilidad humana, tanto si compiten profesionalmente como si lo hacen sólo de manera recreativa. Sus logros son el resultado de una serie de adaptaciones fisiológicas que se producen en sus cuerpos como consecuencia del entrenamiento y el esfuerzo físico. Gracias a estas adaptaciones, los deportistas pueden mejorar su rendimiento atlético general, su fuerza, su velocidad y su resistencia. Comprender estos cambios fisiológicos es crucial no sólo para los propios deportistas, sino también para los entrenadores, preparadores físicos y científicos del deporte que buscan optimizar los programas de entrenamiento y desarrollar estrategias eficaces para maximizar el potencial atlético.

La práctica de ejercicio físico está definida según Rodríguez (2001). Es el ejercicio planificado y estructurado con el objetivo de adquirir, mantener o mejorar la condición física. Por lo tanto, la planificación del ejercicio incluye la organización de la intensidad, el volumen, el tipo de ejercicio, la duración, la frecuencia, el ritmo de progresión y la estructura de la sesión de ejercicio (P. 4).

Los programas o planificaciones deben de estar sustentadas de un soporte científico investigativo, estas prácticas podrían incluir ejercicios aeróbicos o ejercicios de fuerza. Dentro de los ejercicios de fuerza se destacan los ejercicios isométricos, en los cuales los músculos se contraen generando tensión, pero sin producir movimiento (ejercicios estáticos), estos podrían ser ejecutados con o sin resistencias externas, e inclusive podrían realizarse con el propio peso corporal como se trabaja en diferentes disciplinas deportivas, tal como lo señalaron (Ayala, Coque, Arias, Estrella, & Caguana., 2021, p. 8).

Durante la realización de los ejercicios isométricos, el cuerpo humano es sometido a adaptaciones fisiológicas durante el ejercicio físico, las cuales son agudas y crónicas. En este sentido, durante el ejercicio físico el individuo experimenta diversas adaptaciones en el cuerpo humano, estas se reflejan en cada uno de los sistemas, como el muscular, esquelético, digestivo, nervioso, cardiovascular y respiratorio, entre otros. Esto conlleva a adaptar al cuerpo a la actividad física y al cabo de un cierto tiempo se pueden medir los beneficios fisiológicos en los sistemas. `` (Villanueva. s.f., p. 1)

En este sentido termina siendo interesante conocer las adaptaciones fisiológicas durante la realización de ejercicios isométricos; sin embargo, esta información en la literatura científica no está ampliamente definida lo cual termina siendo un limitante para la prescripción del ejercicio y también para los practicantes, a razón, de que desconocen de los cambios fisiológicos productos de estos ejercicios físicos.

Por lo tanto, para la realización de este trabajo se ha planteado el siguiente objetivo: elaborar un marco teórico de las adaptaciones fisiológicas en los practicantes de ejercicios isométricos.

Reflexiones

En comparación con otros tipos de ejercicio, al realizar ejercicios isométricos se generan en el cuerpo diferentes adaptaciones fisiológicas. Este artículo según Cabezas (2016) se enfoca en la importancia, beneficios y adaptaciones del organismo durante el entrenamiento de ejercicios isométricos, tales como la solución de problemas musculares y rendimiento físico brindando al practicante una mayor masa muscular, una pronta recuperación, prevención de lesiones, el tono muscular aumenta, la flexibilidad, la elasticidad de los músculos y articulaciones intervenidas. (p. 13)

Los ejercicios que implican una contracción muscular continua, conocidos como isométricos, no alteran significativamente el movimiento articular ni la longitud muscular. Algunos de las adaptaciones fisiológicas que pueden experimentar las personas que realizan ejercicios isométricos son los siguientes:

Adaptaciones cardiovasculares

Driscoll, Edwards, Wiles, Taylor, Leeson, Sharma (2022) Se trata del primer estudio que analiza los cambios en el corazón tras una intervención breve de ejercicio isométrico, demostrando su eficacia para reducir la presión arterial ambulatoria y en reposo, mejorando la

salud cardiaca. Un breve programa de entrenamiento isométrico provocó descensos clínicamente sustanciales de la presión arterial en reposo, lo que también se tradujo en mejoras considerables de la mecánica cardiaca, las mediciones sistólicas y diastólicas y la eficiencia global del trabajo miocárdico sistólico y diastólico.

La hipertensión arterial, un factor de riesgo modificable clave para la mortalidad, sigue estando disponible a pesar del bajo coste de los fármacos antihipertensivos y de las estrategias de prevención primaria. Según (Lim et al. 2012. p. 2224-2260) y (Millar et al. 2014, p. 1-3), la hipertensión arterial sigue siendo un factor de riesgo modificable de enfermedad cardiovascular y muerte por todas las causas.

La hipertensión a largo plazo provoca desadaptaciones cardíacas perjudiciales debido al aumento de la poscarga, que puede causar un deterioro progresivo de las características anatómicas, funcionales y mecánicas del corazón y dar lugar a un mal pronóstico clínico (Oh y Cho 2020.}, p. 1). Según Williamson et al. (2016), parece poco probable que las actuales directrices sobre la presión arterial (PA) durante el ejercicio reduzcan el riesgo cardiovascular a largo plazo. De hecho, un reciente informe de consenso destaca que la prescripción individualizada de ejercicio puede conducir a mayores descensos de la PA en toda la población. (p. 78-87)

Una intervención sugerida (Hanssen et al. 2021, p. 141) y adaptada que disminuye la presión arterial en reposo de forma clínicamente significativa es el entrenamiento isométrico (EI). Dado que el canal a través del cual se reduce la presión arterial en reposo después de los EIM se ha relacionado previamente con mejoras en el sistema nervioso autónomo y el sistema vascular/endotelial periférico, es posible que el mecanismo detrás de estas respuestas sea la misma vía según (Taylor et al. 2019. P, 827-836).

Los hallazgos, sin embargo, muestran cómo la salud miocárdica mejora enormemente con una menor poscarga, y esto tiene importantes ramificaciones clínicas. La cascada patológica de disfunción miocárdica y mortalidad observada en la cardiopatía hipertensiva, en particular, proporciona apoyo al TMI como estrategia cardioprotectora en estos hallazgos. Además, los EIM provocaron un aumento estadísticamente significativo del volumen telediastólico del VI que se mantuvo dentro del rango normal y puede ser una respuesta adaptativa útil en una situación

similar a las observadas tras el ejercicio aeróbico (Andersen et al.201, p. 1-2). En consecuencia, se requiere más investigación.

Actualmente, no se sabe nada sobre cómo afecta la intensidad del entrenamiento con ejercicios isométricos a las adaptaciones que se sabe que se producen con este tipo de entrenamiento, como la disminución de la presión sanguínea en reposo (Wiley, Dunn, Cox, Hueppchen, & Scott, 1992, P.749-754). En realidad, no se ha realizado ninguna investigación que compare cómo afectan las diferentes intensidades de ejercicio isométrico a la presión arterial en reposo.

El desarrollo de una técnica que permitiera el control preciso de la intensidad del ejercicio isométrico sería ventajoso antes de poder llevar a cabo tales investigaciones. El entrenamiento dependiente de la frecuencia cardiaca se ha empleado en estudios que han incluido diferentes formas de ejercicio para lograr este objetivo (Karvonen &Vuorimaa, 1988, p. 303- 311). Según algunas investigaciones, el entrenamiento basado en la frecuencia cardiaca no sólo ayuda a maximizar la adaptación posterior, sino que también ofrece un valioso indicador del esfuerzo global. Sin embargo, en la mayoría de las investigaciones anteriores sobre el ejercicio isométrico, los participantes entrenaban a una determinada fuerza o %MVC (Howden, Lightfoot, Brown, & Swaine, 2002, p. 507-515); Wiley et al., 1992, p. 251-256). La frecuencia cardiaca aumenta de forma constante a lo largo de cada sesión de entrenamiento cuando el ejercicio isométrico se realiza de esta forma (Seals, 1993, p. 147-159) (Smolander et al, 1998, p. 439-444).

Aunque ese aumento de los parámetros cardiovasculares puede ser crucial para causar beneficios en el entrenamiento, dificulta la evaluación de los resultados de estudios anteriores porque, en esas circunstancias, el "estímulo cardiovascular" logrando utilizar una fuerza constante crece gradualmente. Por lo tanto, aún se desconoce la importancia de este estímulo en las adaptaciones al entrenamiento. Si se pudiera reducir la deriva ascendente de la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea y realizar el ejercicio de acuerdo con frecuencias cardiacas o presiones sanguíneas más precisas, se podría comprender mejor el efecto de la intensidad del ejercicio isométrico.

Los estudios muestran beneficios sobre el ejercicio isométrico para reducir la presión arterial y mejorar la salud del corazón, lo que tiene un impacto positivo sustancial en la mecánica del corazón y en su funcionamiento.

En este contexto, se ha hecho hincapié en el ejercicio isométrico como estrategia recomendada para reducir notablemente la presión arterial en reposo. Se ha demostrado que este tipo de ejercicio mejora la función vascular/endotelial periférica y el sistema nervioso autónomo, que puede ser el mecanismo subyacente a los efectos beneficiosos.

Sin embargo, todavía se necesitan más estudios en este campo. Actualmente se sabe poco sobre cómo afecta la intensidad del ejercicio isométrico estas adaptaciones. Sería ventajoso el desarrollo de técnicas que permitieran una monitorización precisa de la intensidad del ejercicio isométrico, comparable a lo que se ha hecho en otras formas de ejercicio utilizando la frecuencia cardiaca como indicador.

Se ha demostrado que el ejercicio isométrico es útil para reducir la presión arterial en reposo y mejorar la salud del corazón. Sin embargo, para crear estrategias que permitan realizar un seguimiento preciso de este tipo de entrenamiento y comprender mejor el efecto de la intensidad del ejercicio isométrico, es necesario realizar más estudios. La prevención y el tratamiento de la hipertensión arterial y las enfermedades cardiovasculares en general pueden verse muy afectados por estos avances.

Adaptaciones en el sistema nervioso

Implicando en la teoría del comando central, se postula la salida motora de la corteza cerebral estimula con una mínima cantidad de corriente eléctrica, produciendo movimientos simples a partes individuales del cuerpo durante el ejercicio isométrico interactuando con los núcleos autonómicos que controlan las respuestas cardiovasculares al ejercicio, pudiendo ser responsable a esta respuesta aguda. Las investigaciones demuestran que el entrenamiento isométrico con empuñadura reduce la presión sanguínea e induce a aumentos significativos en la

liberación de noradrenalina y la actividad nerviosa simpática muscular (Ray y Carrasco, 2000) (p. 245); (Almeida, Bessa, Lopes, Goncalves, Roever, Zanetti. 2021)(p. 9).

Por otros estudios las unidades motoras (espacial y temporal) son activadas simultáneamente debido a cualquier esfuerzo que produce impulsos nerviosos como la excitación - inhibición logrando mayor fuerza dependiendo de cuántas unidades musculares son activadas. El objetivo principal para el mejoramiento de reacciones nerviosas se basa en una coordinación intramuscular que favorece el reclutamiento espacial-temporal, logrando la activación de acción rápida de las Unidades Motoras. Con los ejercicios isométricos se genera una adaptación neural de activación rápida a los nervios motores del cuerpo, debido a las motoneuronas que en su proceso impulsan para aumentar la frecuencia. (Guillámon. 2015, p. 3). Esto es medido a partir de una electromiografía que da como resultado las actividades eléctricas o señales eléctricas que tienen los nervios para darle señal a un músculo para su funcionamiento o respuesta, Afirmado por U.S. Department of Health and Human Services National Institutes of Health. (p. 4)

Los ejercicios isométricos se han estudiado en relación con los cambios cerebrales que promueven la rápida activación de las unidades motoras. Dependiendo de cuántas unidades musculares se activan, estos ejercicios mejoran la coordinación intramuscular y el reclutamiento espacio-temporal, lo que conduce a un aumento de la fuerza. La electromiografía, que capta los impulsos eléctricos producidos por los nervios para activar los músculos, puede utilizarse para medir estos cambios neuronales.

La reducción de la presión arterial, el equilibrio autonómico y la rápida activación de las unidades motoras son beneficios del ejercicio isométrico. Estos resultados ponen de relieve lo crucial que es incorporar ejercicios isométricos a los regímenes de fitness para combatir las enfermedades cardiovasculares. Para comprender mejor los procesos subyacentes y mejorar la prescripción de ejercicios isométricos en diversos grupos, la investigación en este campo sigue siendo importante.

Adaptaciones musculares

Los ejercicios isométricos contraen los músculos sin provocar el movimiento de las articulaciones. Estos ejercicios consisten en aplicar presiones máximas en una postura

estacionaria durante un tiempo predeterminado, aunque los ejercicios isométricos no implican ningún movimiento, pueden producir cambios musculares sustanciales. El entrenamiento de fuerza provoca el crecimiento muscular, para sacar el máximo partido en el entrenamiento y alcanzar el objetivo de crecimiento muscular es necesario comprender la mecánica de hipertrofia muscular. Rosa (2015) afirma que un aumento de los fluidos dentro de la célula muscular es lo que causa la hipertrofia transitoria que se produce después de un entrenamiento. Sin embargo, la hipertrofia crónica, resultado de un régimen de entrenamiento de fuerza, es lo que provoca el crecimiento constante de la masa muscular. (p. 3)

Varios factores, como el aumento de la densidad ósea, la mejora de la activación neuromuscular, la mejora de la estabilidad y el equilibrio, la mejora de la fuerza muscular y la mejora de la resistencia muscular, influyen en la hipertrofia muscular durante los ejercicios isométricos. Esto permite elaborar planes de entrenamiento más eficaces. El tipo de fibra muscular, el tipo de contracción, y los componentes de la carga de entrenamiento son factores muy cruciales para un mejor desarrollo de la hipertrofia.

En los ejercicios isométricos las fibras anaeróbicas de la UM son más fuerte que la de fibras aeróbicas, generando más fuerza. Está UM es de mayor tamaño, tiene más axones y contiene entre 300 y 800 fibras. La UM inerva sólo entre 10 y 180 fibras en las fibras aeróbicas. Número de cada tipo de fibra en la composición bioquímica del organismo. La cantidad de fibras musculares blancas y rojas no se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza pueda modificar la cantidad de fibras musculares blancas y rojas, que vienen determinadas genéticamente. McArdle, Katch y Katch (2004). Las fibras IIb pueden convertirse en fibras IIa con el entrenamiento de resistencia. La ley del todo o nada. La motoneurona debe estimular suficientemente la fibra muscular para desencadenar una respuesta en el músculo. (p. 2-3)

Los ejercicios que se concentran en la contracción muscular sin crear movimiento articular se conocen como ejercicios isométricos. A pesar de que estos ejercicios no implican ningún movimiento, pueden alterar significativamente los músculos. Para maximizar los beneficios del entrenamiento de fuerza y lograr el crecimiento muscular necesario, es crucial comprender la mecánica de la hipertrofia muscular.

Cuando se realizan entrenamientos isométricos, varios factores influyen en la hipertrofia muscular. El aumento de la densidad ósea, una mejor activación neuromuscular, un mayor equilibrio y estabilidad, el aumento de la fuerza muscular y la mejora de la resistencia muscular son algunos de ellos. Los programas de entrenamiento pueden diseñarse para tener más éxito teniendo en cuenta estas variables.

Los ejercicios isométricos pueden ser un medio eficaz para fomentar el crecimiento muscular. Podemos crear regímenes de entrenamiento más eficaces comprendiendo los principios subyacentes a la hipertrofia y teniendo en cuenta elementos como la activación neuromuscular, la estabilidad, la fuerza y la resistencia musculares, así como la composición de las fibras musculares.

Conclusiones

De forma crónica se puede evidenciar que los ejercicios isométricos provocan diversas adaptaciones fisiológicas en el cuerpo humano, incluidos cambios en el sistema nervioso, cardiovascular y entre otros. Se ha descubierto que el ejercicio isométrico reduce la presión arterial en reposo, aumenta la eficacia del trabajo cardíaco y tiene beneficios cardioprotectores en términos de adaptaciones cardiovasculares. Para quienes padecen hipertensión arterial, estas modificaciones pueden ser extremadamente útiles. Además, se ha demostrado que el ejercicio isométrico estimula las respuestas nerviosas autónomas, lo que puede contribuir a mejorar el control del sistema cardiovascular y a reducir el riesgo de enfermedades. Se ha demostrado que el ejercicio isométrico mejora la capacidad del sistema nervioso para activar rápidamente las unidades motoras, lo que a su vez mejora la eficacia con la que se reclutan las fibras musculares y aumenta la fuerza. Sin embargo, a pesar de las claras ventajas de los ejercicios isométricos, aún queda mucho por estudiar para comprender completamente las adaptaciones fisiológicas únicas y cómo podrían utilizarse para prescribir ejercicios. Dentro de los impactos podrían destacarse aspectos relacionados con la ampliación del conocimiento en relación con los EIM y también contribuye en tener mayor claridad en los practicantes de este tipo de entrenamiento.

Referencias

Andersen, Randers, & Hansen. (2014). *Structural and functional cardiac adaptations to 6 months of football training in untrained hypertensive men.* n.d.: pubmed.

Ayala, Coque, Aria, Estrella, & Caguana. (2021). *Los ejercicios isométricos como preparación física en el rendimiento deportivo de jóvenes futbolistas.* n.d.: Polo del conocimiento.

Cabezas. (2016). *LA PREPARACIÓN ISOMÉTRICA EN LA TONIFICACIÓN MUSCULAR DE LOS FUTBOLISTAS DE LA CATEGORÍA ABSOLUTA DEL CLUB NEWELLS OLD BOYS DE CHAMBO.* Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Driscoll, Edwards, Wiles, Taylor, Leeson, & Sharma. (2022). *Myocardial work and left ventricular mechanical adaptations following isometric exercise training in hypertensive patients.* n.d.: pubmed.

GC, O., & H-J, C. (2020). *Blood pressure and heart failure. Clin Hypertens.* n.d.: pubmed.

Guillamón. (2015). *Fisiología en el entrenamiento de la aptitud física muscular.* Buenos Aires : EFDeportes.com.

Hanssen, Boardman, & Deiseroth. (2021). *Personalized exercise prescription in the prevention and treatment of arterial hypertension: a Consensus Document from the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and the ESC Council on Hypertension.* n.d.: pubmed.

Howden, Lightfoot, Brown, & Swaine. (2002). *The effects of isometric exercise training on resting blood pressure and orthostatic tolerance in humans.* n.d.: pubmed.

Jpas, & Bessa Lopes, L. T. (2021). *Isometric handgrip exercise training reduces resting systolic blood pressure but does not interfere with diastolic blood pressure and heart rate variability in hypertensive subjects: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials.* n.d.: pubmed.

Karvonen, & Vuorimaa. (1988). *Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application.* n.d.: pubmed.

Lim, Vos, & Flaxman. (2012). *A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010.* n.d.: pubmed.

Millar, McGowan, & Cornelissen. (2014). *Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions.* n.d.: pubmed.

Ray, & Carrasco. (2000). *Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity.* n.d.: pubmed.

Rodríguez. (2001). *Ensayos clínicos en ejercicio físico y deporte.* Barcelona: s.d.

Rosa. (2015). *Fisiología en el entrenamiento de la aptitud física muscular.* Murcia: EFDeportes.com.

Seals. (1993). *Influence of force on muscle and skin sympathetic nerve activity during sustained isometric contractions in humans.* n.d.: pubmed.

Smolander, Aminoff, Korhonen, Tervo, Shen, & Korhonen. (1998). *Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men.* n.d.: pubmed.

Taylor, Wiles, & Coleman. (2019). *Neurohumoral and ambulatory haemodynamic adaptations following isometric exercise training in unmedicated hypertensive patients.* n.d.: pubmed.

Villanueva. (s.f.). *Adaptaciones fisiológicas por el ejercicio.* n.d.: http://enp3.unam.mx.

Wiley, Dunn, Cox, & Hueppchen. (1992). *Isometric exercise training lowers resting blood pressure.* n.d.: pubmed.

Williamson, Foster, & Reid. (2016). *Will Exercise Advice Be Sufficient for Treatment of Young Adults With Prehypertension and Hypertension? A Systematic Review and Meta-Analysis.* n.d.: pubmed.