

Efectos de los ejercicios isométricos sobre el rendimiento, fuerza, potencia o aptitud en jóvenes y adultos. Una revisión narrativa

Effects of isometric exercises on performance, strength, power or fitness in youth and adults. A narrative review

*Mario Ríos Riquelme, **Cecilia Marín Guajardo, *Juan Francisco Loro Ferrer, ***Cristian Cofre Bolados, ****Antonio Castillo-Paredes

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España), **Universidad de Santiago de Chile (Chile), ***Universidad Santo Tomás (Chile), ****Universidad de Las Américas (Chile)

Resumen. Introducción: El entrenamiento isométrico tiene relación con la mantención de la contracción y longitud muscular, el cual se ha transferido al ámbito físico y deportivo. Objetivo: Analizar y describir los efectos del entrenamiento isométrico en el ámbito del rendimiento físico y deportivo. Métodos: La revisión narrativa, fue desarrollada en combinación de las metodologías descritas por Kart & Kart, y Castillo-Paredes et al., a través de la estrategia de búsqueda con las siguientes palabras claves y operadores booleanos; ("Young adults") OR ("Adults") AND ("isometric exercise") OR ("Isometric Strength Training") OR ("isometric resistance exercise") AND ("performance") OR ("strength") OR ("power") OR ("fitness") en tres bases de datos (PubMed, Scopus y WoS). Se identificaron un total de 14 investigaciones que dieron respuestas a la estrategia de búsqueda. Resultados: Los resultados mostraron mejoras significativas en la tasa de desarrollo de fuerza de los músculos de la pantorrilla en el grupo experimental, destacando la importancia de un entrenamiento personalizado. Además, se observaron diferencias significativas en la fuerza muscular entre jugadores de voleibol y un grupo de control, resaltando la relevancia de evaluar la fuerza muscular para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones. Conclusiones: Finalmente, se enfatiza la importancia de diseñar programas de entrenamiento isométrico de manera personalizada, considerando la especificidad del ejercicio y las características individuales de los sujetos. Se destaca la fiabilidad de pruebas como el squat isométrico y las pruebas de resistencia muscular isométrica, subrayando la relevancia del entrenamiento isométrico en la salud y el rendimiento deportivo.

Palabras clave: Educación, entrenamiento isométrico, ejercicio isométrico, rendimiento, deporte.

Abstract. Introduction: Isometric training is related to the maintenance of muscle contraction and length, which has been transferred to the physical and sports field. Objective: To analyze and describe the effects of isometric training in the field of physical and sports performance. Methods: The narrative review was developed in combination with the methodologies described by Kart & Kart, and Castillo-Paredes et al, through the search strategy with the following keywords and Boolean operators; ("Young adults") OR ("Adults") AND ("isometric exercise") OR ("Isometric Strength Training") OR ("isometric resistance exercise") AND ("performance") OR ("strength") OR ("power") OR ("fitness") in three databases (PubMed, Scopus and WoS). A total of 14 investigations were identified that provided answers to the search strategy. Results: The results showed significant improvements in the rate of calf muscle strength development in the experimental group, highlighting the importance of personalized training. In addition, significant differences in muscle strength were observed between volleyball players and a control group, highlighting the relevance of assessing muscle strength to improve performance and prevent injury. Conclusions: Finally, the importance of designing isometric training programs in a personalized manner, considering the specificity of the exercise and the individual characteristics of the subjects is emphasized. The reliability of tests such as isometric squat and isometric muscular endurance tests is highlighted, underlining the relevance of isometric training in health and sports performance.

Keywords: Education, isometric training, isometric exercise, isometric exercise, performance, sport.

Fecha recepción: 05-09-24. Fecha de aceptación: 11-10-24

Antonio Castillo-Paredes
acastillo85@gmail.com

Introducción

El entrenamiento isométrico se caracteriza por la contracción muscular sin cambio en la longitud del músculo, y ha emergido como un enfoque prominente en el ámbito del rendimiento físico y deportivo, este tipo de entrenamiento produce distintos efectos en las cualidades físicas, tales como la fuerza, la velocidad y la potencia (Lum & Barbosa, 2019).

Además, se ha evidenciado que existe una relación entre la producción de fuerza durante el desarrollo de ejercicios isométricos específicos, entre ellos la sentadilla y el press de banca. Junto con esto, parámetros de potencia anaeróbica han sido objeto de estudio donde además resultados sugieren correlaciones significativas entre estos ejercicios isométricos y la potencia de las partes correspondientes del cuerpo, (miem-

bro inferior y superior respectivamente) indicando un potencial impacto positivo en el rendimiento atlético (Vural et al., 2023). Las investigaciones acerca del impacto del entrenamiento isométrico en el ámbito deportivo son amplias y proporcionan una amplia variedad de enfoques y resultados. En estos estudios se abordan puntos fundamentales, tales como la eficacia del entrenamiento combinado isométrico y pliométrico en jugadores juveniles de balonmano (Allégue et al., 2023), la comparación entre el entrenamiento isométrico en diferentes ángulos y el entrenamiento dinámico convencional (Folland et al., 2005), y la mejora de características de fuerza-tiempo dinámicas e isométricas mediante entrenamiento pliométrico e isométrico (Lum et al., 2022). Explorando diferentes contextos deportivos, investigaciones han evaluado la efectividad de protocolos isométricos en la mejora de habilidades específicas, como la altura del salto en mujeres entre-

nadas (Koźlenia & Domaradzki, 2023). Estos estudios resaltan la diversidad de aplicaciones del entrenamiento isométrico y sugieren que su implementación puede ser beneficiosa en varios escenarios deportivos (Koźlenia & Domaradzki, 2023). Asimismo, se exploran los efectos específicos del ejercicio de sentadilla isométrica en el rendimiento de sprint en jugadores de fútbol, el cual demostró una mejora estadísticamente significativa en el rendimiento de sprint (Styles et al., 2016). Estos estudios ofrecen una base sólida para comprender la diversidad de resultados y aplicaciones del entrenamiento isométrico en diversas disciplinas deportivas (Allé-gue et al., 2023; Folland et al., 2005; Lum et al., 2022; Koźlenia & Domaradzki 2023, Styles et al., 2016).

También, se examinan aspectos como la relación entre el entrenamiento de resistencia isométrica y la actividad muscular de los miembros inferiores (Lian, 2022), los resultados diferenciales en entrenamientos isométricos, isotónicos e isocinéticos (Lee et al., 2018), y la mejora significativa en la fuerza mediante el uso de isométricos funcionales en un programa isotónico (Jackson et al., 1985). Por otra parte, se aborda la eficacia de distintos métodos de entrenamiento isométrico en saltos y sprints, con énfasis en la contracción sostenida (Lum et al., 2021), así como la fatiga muscular según el ángulo articular y el efecto de transferencia con el entrenamiento isométrico (Song & Kwon, 2006). A su vez, se destaca la mejora en el rendimiento en carreras y la economía de carrera a través del entrenamiento isométrico y pliométrico (Lum et al., 2023a).

El artículo revisa la evaluación de parámetros isométricos en el seguimiento de fuerza, potencia y entrenamiento hipertrófico a lo largo de 20 semanas (Peltonen et al., 2018), la comparación del efecto agudo entre sesiones de entrenamiento isométrico y de resistencia pesada (Lum & Howatson, 2023b), y la influencia positiva de seis semanas de entrenamiento isométrico en habilidades específicas de jugadoras de fútbol (Bimson et al., 2017). Además, se explora cómo el entrenamiento de fuerza con pesas isométricas mejora la fuerza explosiva en miembros inferiores de futbolistas jóvenes, combinando beneficios de resistencia física e hipertrofia (Wang & Wang, 2023).

Una revisión de la literatura revela resultados heterogéneos que resaltan la eficacia del entrenamiento isométrico en comparación con enfoques dinámicos convencionales. Por ejemplo, se ha observado que el Entrenamiento de Fuerza Isométrica (IST) induce menos fatiga y genera fuerza específica del ángulo articular superior, aspectos cruciales para el rendimiento dinámico en actividades como correr, saltar y andar en bicicleta. Este enfoque parece ofrecer beneficios significativos, especialmente en deportes que requieren cambios rápidos de dirección y explosividad (Lum & Barbosa, 2019). En relación al rol que juegan los ejercicios isométricos en ayudar a mejorar la función en la

rehabilitación, podemos señalar lo siguiente. Según el estudio de Person et al. (2020), tanto las contracciones musculares isométricas breves como las prolongadas demostraron mejorar la funcionalidad de los cuádriceps y la adaptación del tendón, siendo igualmente eficaces en la reducción del dolor, siempre y cuando se mantuviera constante el tiempo total bajo tensión. Este hallazgo proporciona flexibilidad en la recomendación de ejercicios isométricos para pacientes con tendinopatía rotuliana. En el estudio de Rio et al. (2017), que comparó los efectos analgésicos de dos programas de resistencia en tendinopatía rotuliana, se observó que ambas modalidades redujeron el dolor, pero las contracciones isométricas destacaron al mostrar una analgesia inmediata significativamente mayor durante las cuatro semanas de evaluación. La respuesta analgésica en la primera semana se relacionó positivamente con mejoras en la función del tendón a las cuatro semanas, sugiriendo que las contracciones isométricas ofrecen beneficios más rápidos.

Analizando todo lo anterior es que consideramos que es importante llevar a cabo una revisión narrativa exhaustiva sobre el entrenamiento isométrico y su influencia en el rendimiento deportivo, ya que existe una abundancia de pruebas que resaltan sus ventajas en distintas capacidades físicas, incluyendo fuerza, velocidad y potencia. Los estudios examinados evidencian conexiones significativas entre ejercicios isométricos específicos y la mejora en la potencia anaeróbica, sugiriendo un impacto positivo potencial en el desempeño atlético. Asimismo, la amplia gama de aplicaciones del entrenamiento isométrico en diversos deportes y contextos, así como su eficacia en procesos de rehabilitación, respaldan la importancia de comprender su diversidad de resultados y usos en diversas disciplinas deportivas. El objetivo de esta revisión es analizar y describir los efectos del entrenamiento isométrico en el ámbito del rendimiento físico y deportivo.

Métodos

La presente revisión, se basa en una metodología desarrollada por Kart & Kart (2021) que a su vez fue sustentada a través de las propuestas anteriormente desarrolladas por Luckner & Cooke (2010) y Luckner & Urbach (2012). Esta metodología consiste en crear una pregunta de investigación, que permita abordar las variables que serán consideradas en un estudio. Posteriormente, se considera la propuesta de Castillo-Paredes et al. (2022;2023) también sustentada en Kart & Kart (2021), de manera que se desarrolla la siguiente pregunta de investigación: "En intervenciones con entrenamiento isométrico en jóvenes y adultos, ¿cuáles son los efectos de este tipo de entrenamiento en el rendimiento físico y deportivo y su impacto en las mediciones fisiológicas?" Posteriormente se identificaron palabras claves y sus respectivos operadores booleanos las cua-

les permitieron la creación de una estrategia de búsqueda de la información ("Young adults") OR ("Adults") AND ("isometric exercise") OR ("Isometric Strength Training") OR ("isometric resistance exercise") AND ("performance")

OR ("strength") OR ("power") OR ("fitness"), en las siguientes bases de datos PubMed, Scopus y WoS el día 16 de octubre del 2023.

Resultados

Tabla 1. Principales características y resultados de las investigaciones

Autores	Muestra	Intervención	Principales resultados
Basakci et al. (2020)	46 mujeres	Tres métodos (HVPG, corrientes rusas y ejercicio isométrico) para aumentar la fuerza muscular isométrica del cuádriceps femoral en mujeres sanas.	↓ Diferencias significativas en términos de efectividad ↑ Los tres métodos fueron efectivos para aumentar la fuerza muscular isométrica del cuádriceps femoral
Bazyler et al. (2015)	20 hombres	Entrenamiento de sentadillas de 12 semanas, dos veces por semana con un mínimo de 48 horas de descanso entre las sesiones de entrenamiento.	Fuertes correlaciones entre la fuerza máxima isométrica a 90° y el 1RM squat, así como entre la fuerza máxima isométrica a 120° y el 1RM partial squat
Bogdanis et al. (2018)	15 hombres sanos estudiantes de Ed. Física.	Entrenamiento de prensa isométrica de piernas 3 veces por semana por 6 semanas diferenciando el ángulo de rodilla y cadera (longitud de los músculos)	ⓧ fuerza en entrenamiento isométrico y entrenamiento isocinético podría ser beneficioso para mejorar la fuerza explosiva ↑ grupo isocinético en la prueba de salto triple
Branislav et al. (2013)	20 mujeres atletas	Entrenamiento para el grupo experimental, con ciclos de alta intensidad. 8 semanas antes del ciclo de precompetencia y 10 semanas antes de la competencia oficial.	↑ entre los grupos en los parámetros de tasa de desarrollo de fuerza (RFD) ↑ mejoras del grupo experimental en la RFD de los músculos de la pantorrilla
Cui et al. (2022)	20 estudiantes universitarios sanos	Tres tipos de ejercicios de sentadillas en la pared con diferentes ángulos de tobillo	↑ actividad muscular (VMO) y (RF) durante el ejercicio de sentadilla en la pared en comparación con el ejercicio de sentadilla en la pared general (GWS) → entre actividad muscular del vasto lateral (VL), bíceps femoral (BF), músculos erectores de la columna (ES) y recto del abdomen (RA) entre los diferentes ejercicios de sentadillas en la pared
Dudzinski et al. (2021)	14 jugadores de voleibol y 14 estudiantes de educación física masculinos	Mediciones isocinéticas e isométricas de la fuerza muscular, se midieron la altura y el peso de los participantes.	↑ lograron valores significativamente más altos de pico de torque (PT) para los extensores como para los flexores de la rodilla en comparación con el grupo de control.
Gonçalves et al. (2021)	22 jugadoras de fútbol	22 semanas; mediciones de fuerza isométrica de los aductores y abductores de cadera, saltos verticales, pruebas de cambio de dirección, sprints lineales de 10 y 30 metros, pruebas de capacidad aeróbica (Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1) y pruebas de capacidad de repetir sprints (RSA).	↑ fuerza isométrica de los aductores y abductores de cadera ↑ capacidad aeróbica ↑ rendimiento en sprint la altura del salto vertical y la capacidad de cambio de dirección ≠ con la capacidad de repetir sprints
Janik et al. (2021)	400 participantes sanos (50 hombres y 50 mujeres)	Ocho pruebas de campo de resistencia muscular isométrica máxima voluntaria	↑ buena reproducibilidad inter e intraevaluados. Las características antropométricas de los sujetos influyen significativamente en el rendimiento de las pruebas de resistencia muscular isométrica máxima voluntaria
Kyung Lee et al. (2017)	48 personas; personal y estudiantes universitarios. (analizados 31)	Participantes no entrenados a uno de tres grupos de entrenamiento: isométrico (IM), isotónico (IT) o isocinético (IK). Entrenaron el cuádriceps dominante tres veces por semana durante ocho semanas con un dinamómetro.	↑ grupo isocinético prueba triple salto ↑ Masa magra en grupos isométricos e isotónicos ⓧ entrenamiento isométrico podría considerarse como una alternativa al entrenamiento isotónico para aumentar la masa muscular, y el entrenamiento isocinético para mejorar el rendimiento funcional en actividades diarias y/o deportivas
Lum et al. (2022)	22 corredores de resistencia; 16 H y 6 M	22 corredores de resistencia; 16 H y 6 M	↑ grupo ISO fuerza máxima isométrica y fuerza máxima isométrica relativa ↑ grupo (ISO y PLYO) altura de salto (CMJ)
Lum et al. (2021)	22 hombres jóvenes	Entrenamiento de seis semanas: grupo de entrenamiento (PLYO) o (ISO).	↑ grupo (ISO) mostró mejoras en la fuerza pico (PF) y la fuerza pico relativa (relative PF) en la prueba de tracción isométrica de media pierna (IMTP) ↑ Ambos grupos en la altura del salto de contramovimiento (CMJ).
Vargas-Molina et al. (2021)	18 hombres sanos y entrenados	Dos tipos de protocolos de ejercicio en el rendimiento del salto vertical y en la mejora del rendimiento post-activación (PAPE)	↑ mejora del rendimiento post-activación (PAPE) ↑ en la altura del salto vertical después de la primera serie de ejercicios ⓧ eficacia en el aumento del rendimiento posterior en hombres entrenados y saludables
Wrbas'kic' et. al. (2009)	32 personas	Pruebas isométricas y dinámicas de extensión del codo.	La fuerza y la velocidad no tenían una relación de 1:1, La potencia máxima resultó ser la mejor variable cinética para predecir la velocidad máxima.
Zou et al. (2023)	16 adultos hombres	Entrenamiento isométrico 9 semanas en flexión del codo.	↑ tanto el tamaño muscular como la fuerza máxima en los flexores del codo ↑ en la fuerza máxima producto del entrenamiento isométricos hasta fallo voluntario

Elaboración propia. ↑ aumento/cambio significativo, → sin cambio significativo, ≠ no está significativamente relacionado, ⓧ ninguno, ↓ sin diferencia significativa, ⓧ atenuaría/podría

Descripción de resultados

Los resultados obtenidos, se agruparon en variables como fuerza isométrica, tasa de desarrollo de la fuerza, rendimiento en saltabilidad, e hipertrofia muscular, ofreciendo una visión más clara del impacto del entrenamiento isométrico en diferentes áreas del rendimiento deportivo. La mayoría de los estudios respaldan el uso del entrenamiento isométrico para mejorar la fuerza muscular y la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), aunque los efectos en la hipertrofia y el

rendimiento explosivo pueden depender de factores como la intensidad y el tipo de protocolo utilizado.

Respecto a la fuerza muscular isométrica y siendo una de las variables más estudiadas en los efectos del entrenamiento isométrico en el trabajo desarrollado por Basakci et al. (2020) se encontró que el entrenamiento isométrico incrementa significativamente la fuerza del cuádriceps femoral en mujeres jóvenes, comparándolo con otros métodos de estimulación muscular como la corriente rusa. En la investiga-

ción realizada por Bazyler et al. (2015) se observó una fuerte correlación entre la fuerza isométrica máxima y el rendimiento en sentadillas de 1RM, especialmente a diferentes ángulos articulares (90° y 120°). Del mismo modo, en el estudio realizado por Bogdanis et al. (2018) en donde aplicaron un entrenamiento de prensa de piernas isométrico de bajo volumen a diferentes ángulos, se evidenció que la fuerza máxima isométrica mejoraba más en ángulos específicos de entrenamiento, destacando así la importancia de la especificidad del ángulo para las mejoras en la fuerza. En cuanto a la investigación desarrollada por Zou et al. (2023) se observó un incremento tanto en el tamaño muscular como en la fuerza máxima de los flexores del codo en 16 adultos varones tras un programa de 9 semanas de entrenamiento isométrico enfocado en la fuerza. Por tanto, este estudio destaca que un enfoque combinado de alta y baja intensidad es más eficaz para mejorar la fuerza y el tamaño muscular. Por otra parte, Janik et al. (2021) evaluaron la resistencia muscular isométrica máxima voluntaria en una muestra de 400 personas sanas resultando una buena reproducibilidad inter e intraevaluador en las pruebas de campo, estableciendo que las características antropométricas como la edad y el género influyen significativamente en el rendimiento muscular isométrico. De igual manera Dudzinski et al. (2021) evaluaron la relación de fuerza entre flexores y extensores de la rodilla en jugadores de voleibol y concluyeron que un entrenamiento de fuerza isométrica adecuado podría mejorar el equilibrio muscular y reducir el riesgo de lesiones. Finalmente, Gonçalves et al. (2021) sugieren que el entrenamiento de la fuerza en los aductores y abductores de cadera, junto con el entrenamiento de la capacidad aeróbica y el sprint, pueden ser estrategias efectivas para mejorar la capacidad de repetir sprints en jugadoras de fútbol femenino.

Respecto a la Tasa de Desarrollo de la Fuerza (RFD) esta se ha vinculado con el rendimiento explosivo en diversas actividades deportivas. En el estudio desarrollado por Branislav et al. (2013) se informaron mejoras significativas en la RFD de los músculos extensores de piernas y los músculos de la pantorrilla tras un programa de alta intensidad de entrenamiento isométrico. Esto sugiere que el entrenamiento isométrico puede ser eficaz para mejorar la capacidad de los atletas de desarrollar fuerza rápidamente. Por otra parte, Wrbašćić et al. (2009) al examinar la relación entre la fuerza y la velocidad en movimientos del codo la fuerza y la velocidad no mostraron una correlación directa (no 1:1) y la potencia máxima fue la variable cinética que mejor predijo la velocidad máxima en el movimiento balístico. Esto sugiere que la RFD puede no estar necesariamente relacionada con la fuerza máxima, pero la potencia desempeña un papel clave en el rendimiento dinámico. Siguiendo la misma línea de trabajo, Bogdanis et al. (2018) también documentó aumentos en el desarrollo de la fuerza tras el entrenamiento isométrico, observando mejoras del 18-43% en la RFD en diferen-

tes ángulos de la rodilla. En cuanto a la mejora del rendimiento en saltos, Lum et al. (2021) y Lum et al. (2022) encontraron que el entrenamiento isométrico mejoró tanto la altura del salto en el salto de contramovimiento (CMJ) como la fuerza máxima isométrica. También observaron que el entrenamiento pliométrico e isométrico produce mejoras similares en la altura del CMJ, pero solo el entrenamiento isométrico mostró un incremento en la fuerza máxima isométrica y relativa. Vargas Molina et al. (2021) por su parte evaluaron el efecto del entrenamiento isométrico en la mejora del rendimiento post-activación (PAPE) y encontraron que, aunque hubo mejoras en el salto vertical, el protocolo isométrico no fue significativamente más eficaz que el dinámico en hombres entrenados. Kawamori et al. (2006) reportaron aumentos en la altura del CMJ tras un programa de entrenamiento isométrico en jugadores de baloncesto. También, en otro estudio, Bogdanis et al. (2018) documentaron incrementos en la capacidad de salto tras un programa de prensa isométrica. Finalmente, Cui et al. (2022) en el estudio sobre los efectos de tres tipos de sentadillas en la pared con diferentes ángulos de tobillo en la actividad muscular encontraron un aumento significativo en la actividad del vasto medial oblicuo (VMO) y el recto femoral (RF) durante la sentadilla en la pared con flexión plantar de 10° , pero no hubo diferencias significativas en el vasto lateral (VL) ni en otros músculos evaluados, lo que sugiere que la postura y el ángulo pueden influir en los resultados de la actividad muscular y el rendimiento de salto.

Respecto a los resultados que tienen relación con la hipertrofia muscular los efectos del entrenamiento isométrico también han sido documentados. Kyung Lee et al. (2017) reportaron un aumento en la masa muscular magra en los grupos que realizaron entrenamiento isométrico e isotónico. Estos resultados indican que el entrenamiento isométrico podría ser una alternativa eficaz para promover la hipertrofia en ciertos grupos musculares. Así, en el estudio de Zou et al. (2023), el grupo que combinó fuerza máxima y tamaño muscular experimentó un mayor aumento en ambas áreas, en comparación con aquellos que solo realizaron un enfoque de fuerza máxima. Esto subraya la importancia de combinar diferentes enfoques de entrenamiento para maximizar tanto la fuerza como la hipertrofia. Por otro lado, el estudio de Cui et al. (2022) indicó que la actividad muscular en el vasto medial oblicuo y el recto femoral fue mayor durante ejercicios isométricos específicos, lo que sugiere que estos pueden contribuir a la hipertrofia selectiva en determinados grupos musculares, aunque no se observaron cambios significativos en todos los músculos analizados.

Discusión

El objetivo de la presente revisión fue analizar y describir los efectos del ejercicio isométrico en el rendimiento físico y

deportivo, así como evaluar el impacto en las mediciones fisiológicas en jóvenes y adultos. En las investigaciones encontradas, se reportaron intervenciones tanto en mujeres sanas (Basakci et al., 2020; Branislav et al., 2013; Gonçalves et al., 2021); hombres sanos (Bazyler et al., 2015; Bogdanis et al., 2018; Dudzinski et al., 2021; Kyung Lee et al., 2017; Lum et al., 2021; Vargas Nolina et al., 2021; Wrbas'kic' et al., 2009; Zou et al., 2023), y en hombres y mujeres (Janik et al., 2021; Lum et al., 2022), y una intervención que solo menciona la muestra (Cui et al., 2022).

Este conjunto de estudios donde se analizó la fuerza y el rendimiento muscular, entre otros, sobre ejercicios o entrenamientos isométricos y donde se han explorado diferentes enfoques de entrenamiento, protocolos y relaciones entre distintas variables, permite tener una visión de la complejidad y la especificidad del entrenamiento isométrico y la fuerza muscular en distintos contextos y poblaciones. Es así como los efectos del Entrenamiento Pliométrico e Isométrico en Corredores de Resistencia (Lum et al., 2021), ambos grupos de entrenamiento (pliometría e isometría) experimentaron mejoras en la altura del salto de contramovimiento (CMJ) y solo el grupo isométrico mostró mejoras significativas en la fuerza máxima isométrica y la fuerza máxima isométrica relativa. Sugirió que ambos tipos de entrenamiento afectan la altura del salto, pero el entrenamiento isométrico tiene un impacto más pronunciado en la fuerza. Estos hallazgos resultan importantes para la planificación de distintos programas de entrenamiento, sobre todo en deportes que requieren un equilibrio entre la capacidad de salto explosivo y la fuerza isométrica. Respecto al Entrenamiento Isométrico en Flexión del Codo (Zou et al., 2023) se demostró que un programa de 9 semanas enfocado en fortalecer la fuerza máxima resultó en aumentos significativos en la fuerza sin cambios en el tamaño muscular y donde en un enfoque combinado de entrenamiento de alta y baja intensidad fue más efectivo para mejorar tanto el tamaño muscular como la fuerza máxima. Este hallazgo es consistente con la naturaleza del entrenamiento isométrico, que tiende a mejorar las propiedades neutrales relacionadas con la activación muscular y la eficiencia del reclutamiento de unidades motoras, más que provocar adaptaciones morfológicas a corto plazo. Se evidenció también que la capacidad de repetir sprints en jugadoras de fútbol se relacionó positivamente con la fuerza isométrica de los aductores y abductores de cadera, así como con la capacidad aeróbica y el rendimiento en sprints (Gonçalves et al., 2021). En este estudio también se evidenció que el entrenamiento de fuerza en estos grupos musculares junto con el entrenamiento de la capacidad aeróbica y el sprint puede mejorar la capacidad de repetir sprints. Los dos estudios recién mencionados demuestran como el entrenamiento isométrico, cuando se emplea estratégicamente y se combina con otros tipos de entrenamientos, no solo mejora la fuerza máxima en algunas áreas específicas, sino que tam-

bién puede influir positivamente en el rendimiento funcional y deportivo, sobre todo en disciplinas que requieren fuerza isométrica y capacidad de realizar sprints repetidos.

Si observamos el estudio que tuvo relación con la fuerza muscular en jugadores de voleibol (Dudzinski et al., 2021) se evidenció que estos mostraron valores significativamente más altos de pico de torque (PT) para extensores y flexores de rodilla en comparación con el grupo de control mientras que la relación de fuerza (H/Q) en el grupo de voleibol fue inferior al estándar, destacando la importancia del entrenamiento de fuerza específico junto con resaltar la importancia de las evaluaciones regulares de la relación H/Q en atletas de deportes de saltos, como el voleibol, y así poder identificar desequilibrios musculares que podrían no ser evidentes solo al medir el pico de torque, esto permitiría a los entrenadores ajustar y planificar los entrenamientos para mejorar la estabilidad articular y la prevención de lesiones a largo plazo.

Si se refiere a los efectos del Entrenamiento Isométrico y Pliométrico en la Fuerza (Bogdanis et al., 2018) se puede entender que el entrenamiento isométrico de prensa resultó con un aumento significativo en la fuerza isométrica y el desarrollo de la fuerza en ángulos específicos donde se observó una especificidad del ángulo en la mejora de la fuerza máxima y explosiva. Esto señala la importancia de integrar el entrenamiento isométrico en programas que busquen mejorar la fuerza, sobre todo en ángulos específicos, especialmente en deportes donde la fuerza máxima y la explosividad juegan un rol fundamental en el rendimiento de los deportistas.

Al referirse a la validación del squat isométrico como medida de fuerza (Bazyler et al., 2015) se señala que el squat isométrico a 90° y 120° mostró ser una medida confiable de fuerza que se correlaciona con medidas de fuerza isoinercial, sin embargo, se sugiere que esta prueba pueda ser una herramienta valiosa para evaluar la fuerza y la explosividad durante el entrenamiento. Es así también como las pruebas de campo de resistencia muscular isométrica (Janik et al., 2021) señalan que estas pruebas de resistencia muscular isométrica mostraron buena reproducibilidad inter e intra-evaluador. Es importante destacar que el estudio de Janik et al. (2021) señala que la edad y las características antropométricas influyen significativamente en el rendimiento muscular isométrico. Ambos estudios proporcionan una base robusta para el uso de pruebas isométricas en la evaluación de la resistencia y de la fuerza sugiriendo que estas pruebas no solo son confiables per se, sí que también permiten una comprensión más matizada de como algunos factores individuales como es el ángulo de trabajo, la edad y las características físicas influyen en el rendimiento muscular.

Se pueden identificar en la presente revisión algunas limitaciones que guardan relación con la heterogeneidad de la muestra y de las intervenciones, pues se observó una diversi-

dad en las características de esta muestra como la edad de las personas, el tipo de intervención y su duración, por tanto, se dificulta establecer algunos análisis objetivos sobre cual intervención es más efectiva que otra. Junto con esto las dificultades sobre la consolidación de las distintas temáticas obstaculiza la capacidad de concluir de forma general estas aplicaciones a contextos más amplios.

Por otra parte, se encuentran en este estudio fortalezas también relacionadas con la diversidad de intervenciones y programas lo que permitió observar múltiples facetas del entrenamiento isométrico en contextos ya sean deportivos y en otros ámbitos.

Además, se encontró que las investigaciones incluidas en este estudio permiten una comprensión detallada de los efectos del entrenamiento isométrico en diferentes variables de rendimiento. Siguiendo esta misma línea, se destaca la importancia de considerar la intensidad del entrenamiento, la especificidad del ejercicio y las características individuales de los sujetos al diseñar programas de entrenamiento isométrico, lo que enfatiza una aproximación personalizada y efectiva. Finalmente, se menciona que algunas pruebas, como el squat isométrico y las pruebas de campo de resistencia muscular isométrica, han demostrado ser confiables y reproducibles, lo que fortalece la validez de las evaluaciones utilizadas en los estudios y añade robustez a las mediciones abarcadas.

Futuras líneas de investigación

El entrenamiento isométrico ha demostrado tener numerosas intervenciones significativas que exploran su influencia en diversos contextos tanto en el campo de la salud (considerando la recuperación en diversas condiciones médicas) como en el deporte (considerando diversas condiciones del rendimiento deportivo en diferentes disciplinas). Cómo futuras líneas de investigación, es crucial establecer directrices claras para la dosificación óptima del entrenamiento isométrico, específicamente en términos de intensidad adecuada, técnicas más efectivas y progresión también adecuada. Con este consenso, el campo de la investigación científica estará mejor posicionado y podrá otorgar estrategias de entrenamiento isométricos para alcanzar los mejores resultados en diversos contextos donde se puede aplicar este tipo de entrenamiento.

Conclusiones

Los estudios revisados confirman que el entrenamiento isométrico es efectivo no solo para mejorar la fuerza muscular, sino que también la resistencia y el tamaño muscular en variados contextos, tanto deportivos como de rendimiento. Además, resaltan lo importante que es considerar diversos factores relacionados con la personalización ya sea en la intensidad del entrenamiento, la especificidad del ejercicio y

las características individuales de cada sujeto, pues estos factores deben ser meticulosamente considerados al diseñar programas de entrenamiento isométricos para asegurar la máxima efectividad.

Otro aspecto importante es considerar que las diferentes intervenciones utilizadas en estos estudios contribuyen al entendimiento integral de la complejidad de los entrenamientos isométricos y su relación con la fuerza muscular, resistencia, saltos, tamaño muscular, entre otros, en diversos contextos relacionadas con los entrenamientos isométricos.

Las diversas intervenciones descritas en el estudio contribuyen al conocimiento científico enriqueciendo la comprensión de la complejidad del entrenamiento isométrico, pues estos entrenamientos influyen en varios aspectos del rendimiento físico y basado en estos hallazgos se recomienda integrar ejercicios ajustados a la intensidad y progresión apropiadas a cada individuo. A pesar de estos beneficios, la heterogeneidad de las metodologías descritas encarece la necesidad de más estudios estandarizados donde el enfoque debe estar en centrarse en establecer guías claras para las diversas técnicas, dosificación del entrenamiento y ejercicios y así facilitar su aplicación en variados contextos.

Finalmente, el entrenamiento isométrico ha demostrado ser eficaz para mejorar la fuerza muscular, la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), aunque sus efectos sobre la saltabilidad y la hipertrofia pueden depender de la estructura del programa y las características del atleta. Un enfoque estructurado y personalizado, que considere las necesidades individuales y combine diferentes ángulos y posturas, puede maximizar los beneficios del entrenamiento isométrico. Sin embargo, se requiere más investigación para optimizar estos programas y mejorar el rendimiento físico y deportivo de manera integral.

Referencias

- Allégue, H., Turki, O., Oranchuk, D.J., Khemiri, A., Schwesig, R., Chelly, M.S. (2023). The Effect of Combined Isometric and Plyometric Training versus Contrast Strength Training on Physical Performance in Male Junior Handball Players. *Applied Sciences.*, 13, 9069. <https://doi.org/10.3390/app13169069>
- Başakçı Çalık, B., Gür Kabul, E., Büke, M., Ünver, F., & Altuğ, F. (2020). A comparison of different quadriceps femoris isometric strengthening methods in healthy young women. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 31(1), 26-27.
- Bazyler, C. D., Beckham, G. K., & Sato, K. (2015). The use of the isometric squat as a measure of strength and explosiveness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1388-1391.
- Bimson, L., Langdown, L., Fisher, J., & Steele, J. (2017). Six weeks of knee extensor isometric training improves

- soccer-related skills in female soccer players. *Journal of Trainology*, 6, 52-56.
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Methenitis, S. K., Selima, E., Veligekas, P., & Terzis, G. (2018). Effects of low volume isometric leg press complex training at two knee angles on force-angle relationship and rate of force development. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2565-2573. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1510989>
- Branislav R, Milivoj D, Abella CP, Deval VC, Siniša K. (2013). Effects of combined and classic training on different isometric rate of force development parameters of leg extensors in female volleyball players: Discriminative analysis approach. *Journal of Research in Medical Sciences* 2013;18:840-47.
- Castillo-Paredes, A., Cernuda-Lago, A., Nudman Gacitúa, C., Pech Pacheco, R. G., & Wilkomirsky, A. (2023). Psicoballet, una herramienta clínica de integración social con beneficios a nivel biopsicosocial: Una revisión a la literatura. (Psychoballet, a clinical tool for social integration with benefits at the biopsychosocial level: A review of the literature). *Retos*, 47, 830–841. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.94228>
- Castillo-Paredes A, Núñez-Valdés K, Villegas Dianta C, Villena Olivares N, López Núñez M, Fuentes-Rubio M, Núñez-Valdés G. (2022). Teacher Training in Chile: Where Are Universities Looking? A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12802. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912802>
- Cui, Z., Tang, Y-y., & Kim, M-k. Effects of the ankle angle on the electromyographic activity of the trunk and lower extremities during isometric squat exercises. *Journal of Men's Health*. 2022. 18(5);1-8 <https://doi:10.31083/j.jomh1805121>
- Dudzinski, W., Borysiuk, Z., & Rokita, A. (2021). Evaluation of Muscle Torque in Professional Volleyball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6780. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136780>
- Folland, J. P., Hawker, K., Leach, B., Little, T., & Jones, D. A. (2005). Strength training: isometric training at a range of joint angles versus dynamic training. *Journal of sports sciences*, 23(8), 817–824. <https://doi.org/10.1080/02640410400021783>
- Gonçalves, L., Clemente, F. M., Barrera, J. I., Sarmiento, H., González-Fernández, F. T., Rico-González, M., & Carral, J. M. C. (2021). Exploring the Determinants of Repeated-Sprint Ability in Adult Women Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 4595. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094595>
- Jackson, A., Jackson, T., Hnatek, J., & West, J. (1985). Strength Development: Using Functional Isometrics in an Isotonic Strength Training Program. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56(3), 234-237. <https://doi.org/10.1080/02701367.1985.10605368>
- Janik, F., Toulotte, C., Seichepine, A. L., Masquelier, B., Barbier, F., & Fabre, C. (2021). Test–retest reproducibility of eight field tests and establishment of muscle endurance norms in a healthy population. *European Review of Aging and Physical Activity*, 18(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00338-2>
- Kart, A., & Kart, M. (2021). Academic and Social Effects of Inclusion on Students without Disabilities: A Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 16. <https://doi.org/10.3390/educsci11010016>
- Kawamori, N., Rossi, S. J., Justice, B. D., Haff, E. E., Pistilli, E. E., O'Bryant, H. S., Stone, M. H., & Haff, G. G. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. *Journal of strength and conditioning research*, 20(3), 483–491. <https://doi.org/10.1519/18025.1>
- Koźlenia, D., & Domaradzki, J. (2023). The effectiveness of isometric protocols using an external load or voluntary effort on jump height enhancement in trained females. *Scientific Reports*, 13, 13535. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40912-0>
- Kyung Lee, S. E., de Lira, C. A. B., Nouailhetas, V. L. A., Vancini, R. L., & Andrade, M. S. (2017). Do isometric, isotonic and/or isokinetic strength trainings produce different strength outcomes? *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.08.001>
- Lee, S. E. K., Lira, C. A. B., Nouailhetas, V. L. A., Vancini, R. L., & Andrade, M. S. (2018). Do isometric, isotonic and/or isokinetic strength trainings produce different strength outcomes?. *Journal of bodywork and movement therapies*, 22(2), 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.08.001>
- Lian, S. (2022). Isometric resistance training effects on lower limb muscle activity. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 28(6), 760-762. https://doi.org/10.1590/1517-8692202228062022_0072
- Luckner, J. L., & Cooke, C. (2010). A summary of the vocabulary research with students who are deaf or hard of hearing. *American Annals of the Deaf*, 155, 38–67. <https://doi.org/10.1353/aad.0.0129>
- Luckner, J. L., & Urbach, J. (2012). Reading fluency and students who are deaf or hard of hearing: Synthesis of the research. *Communication Disorders Quarterly*, 33(4), 230-241. <https://doi.org/10.1177/1525740111412582>
- Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Brief Review: Effects of Isometric Strength Training on Strength and Dynamic Performance. *International journal of sports medicine*, 40(6), 363–375. <https://doi.org/10.1055/a-0863-4539>
- Lum, D., Barbosa, T. M., Aziz, A. R., & Balasekaran, G.

- (2023a). Effects of Isometric Strength and Plyometric Training on Running Performance: A Randomized Controlled Study. *Research quarterly for exercise and sport*, 94(1), 263–271. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1969330>
- Lum, D., Barbosa, T.M., Joseph, R. et al. (2021). Effects of Two Isometric Strength Training Methods on Jump and Sprint Performances: A Randomized Controlled Trial. *journal. of science in sport and exercise*, 3, 115–124. <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00095-w>
- Lum, D., Comfort, P., Barbosa, T.M., & Balasekaran, G. (2022). Comparing the effects of plyometric and isometric strength training on dynamic and isometric force-time characteristics. *Biology of Sport*, 39(1), 189-197. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2022.103575>
- Lum, D., & Howatson, G. (2023b). Comparing the Acute Effects of a Session of Isometric Strength Training with Heavy Resistance Training on Neuromuscular Function. *Journal of Science in Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1007/s42978-023-00241-0>
- Pearson, S. J., Stadler, S., Menz, H., Morrissey, D., Scott, I., Munteanu, S., & Malliaras, P. (2020). Immediate and Short-Term Effects of Short- and Long-Duration Isometric Contractions in Patellar Tendinopathy. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 30(4), 335–340. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000625>
- Peltonen, H., Walker, S., Lähtie, A., Häkkinen, K., & Avela, J. (2018). Isometric parameters in the monitoring of maximal strength, power, and hypertrophic resistance-training. *Applied physiology, nutrition, and metabolism Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 43(2), 145–153. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0310>
- Rio, E., van Ark, M., Docking, S., Moseley, G. L., Kidgell, D., Gaida, J. E., van den Akker-Scheek, I., Zwerver, J., & Cook, J. (2017). Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 27(3), 253–259. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000364>
- Song, YH., & Kwon, O-y. (2006) Muscle Fatigue according to Joint Angle and the Transfer Effect with Isometric Training. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*. <https://doi.org/10.5143/JESK.2006.25.4.093>
- Styles, William J.; Matthews, Martyn J.; Comfort, Paul. (2016). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1534-1539. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001243>
- Vargas-Molina, S., Salgado-Ramírez, U., Chulvi-Medrano, I., Carbone, L., Maroto-Izquierdo, S., & Benítez-Porres, J. (2021). Comparison of post-activation performance enhancement (PAPE) after isometric and isotonic exercise on vertical jump performance. *PLoS one*, 16(12), e0260866. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260866>
- Vural, F., Erman, B., Ozkol, M.Z., & Aksit, T. (2023). The Relationship between the force production in the isometric squat and bench press exercises and the lower and upper body anaerobic power parameters. *Journal of Sport Sciences Research*, 8(2), 293-305. <https://doi.org/10.25307/jssr.1232424>
- Wang, K., & Wang, Y. (2023). Strength training in the lower limbs of soccer players. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0631
- Wrbas'kic', N., & Dowling, J. J. (2009). The relationship between strength, power and ballistic performance, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.07.011>.
- Zou, Z., Morimoto, N., Nakatani, M., Morinaga, H., & Takai, Y. (2023). Effects of Different Isometric Training Programs on Muscle Size and Function in the Elbow Flexors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20, 3837. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053837>

Datos de los/as autores/as:

Mario Ríos Riquelme
 Cecilia Marín Guajardo
 Juan Francisco Loro Ferrer
 Cristian Cofre Bolados
 Antonio Castillo-Paredes

mario.rios@usach.cl
 cecilia.marin@usach.cl
 juanfrancisco.loro@ulpgc.es
 cristian.cofre@usach.cl
 acastillo85@gmail.com

Autor/a
 Autor/a
 Autor/a
 Autor/a
 Autor/a