

DISPOSITIVOS MÁS UTILIZADOS EN EL ENTRENAMIENTO EXCÉNTRICO ENFOCADO A LA FUERZA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

COMMON DEVICES IN ECCENTRIC TRAINING FOCUSED ON STRENGTH: A SYSTEMATIC REVIEW

Pedro Quintana Arroyo^{1*}, Ramón Candia Lujan¹, Kevin Fernando Candia Sosa¹, Silvia Isela Ramírez Enríquez¹, David Raúl Medina Félix¹, Raúl Eduardo Acosta Carreño¹, Gilberto Santos Sambrano¹

¹ Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

Como citar:

Quintana-Arroyo, P., Candia-Lujan, R., Candia-Sosa, K.F., Ramírez-Enríquez, S.I., Medina-Félix, D.R., Acosta-Carreño, R.E., y Santos-Sambrano, G. (2024). Dispositivos más utilizados en el entrenamiento excéntrico enfocado a la fuerza: una revisión sistemática. *Revista Mexicana de Ciencias de la Cultura Física*, 3(7), 46-59. DOI 10.54167/rmccf.v3i7.1328

Correspondencia: pquintana@uach.mx (Pedro Quintana Arroyo)

Recibido: 22 de agosto de 2023; Aceptado: 9 de diciembre de 2023

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua a través de la Dirección de Investigación y Posgrado



RESUMEN

El entrenamiento excéntrico para el desarrollo de la fuerza se ha vuelto popular en los últimos años, lo que ha llevado a diseñar y utilizar diferentes dispositivos que permitan tener alternativas de entrenamiento que ayuden a lograr los objetivos deseados en un menor tiempo. El objetivo del presente estudio es analizar los dispositivos más utilizados en el entrenamiento excéntrico de la fase muscular excéntrica, para el desarrollo de la fuerza muscular, para esto se llevó a cabo una revisión sistemática durante el mes de marzo del 2022 en las siguientes bases de datos: PubMed, Scopus y Web of Science. La estrategia de búsqueda que se utilizó incluyó los siguientes términos de búsqueda; "Eccentric training" AND "muscular strength", se identificaron 647 artículos y se fueron descartando según los criterios de inclusión utilizados. Se incluyeron en total 33 artículos. Después de analizar los trabajos se identificaron 6 clasificaciones de dispositivos diseñados para el entrenamiento excéntrico enfocado a la fuerza, el dinamómetro isoinercial fue el más utilizado, seguido de las máquinas isocinéticas. También se encontraron cicloergómetros excéntricos, dispositivos de press de pierna con motor, máquinas multipower y 3 dispositivos que no encajaban en ninguna de las otras clasificaciones. La mayoría de los dispositivos se enfocan principalmente en el tren inferior.

Palabras clave: entrenamiento negativo, acción excéntrica, isocinética, isoinercial, dinamómetro.

SUMMARY

Eccentric training for strength development has become popular in recent years, which has led to the design and use of different devices that allow training alternatives that help achieve the desired goals in less time. The objective of the present study is to analyze the most used devices in the eccentric training of the eccentric muscular phase, for the development of muscular strength, for this a systematic review was carried out during the month of March 2022 in the following databases: data: PubMed, Scopus and Web of Science. The search strategy used included the following search terms; "Eccentric training" AND "muscular strength", 647 articles were identified and were discarded according to the inclusion criteria used. A total of 33 articles were included. After analyzing the papers, 6 classifications of devices designed for eccentric training focused on strength were identified, the isoinertial dynamometer was the most used, followed by isokinetic machines. Eccentric cycle ergometers, powered leg press devices, multipower machines, and 3 devices that did not fit into any of the other classifications were also found. Most devices focus primarily on the lower body.

Keywords: negative training, eccentric action, isokinetic, isoinertial, dynamometer.



INTRODUCCIÓN

Cada persona al realizar ejercicio tiene objetivos diferentes, el desarrollo de la fuerza muscular suele ser uno de ellos (Candia, 2014). La fuerza muscular es la expresión de la acción generada al realizar una contracción (Herrera et al., 2021), la cual se caracteriza por la capacidad del cuerpo humano para superar una resistencia (Bompa y Buzzichelli, 2017). También se ha definido como la capacidad condicional que implica una acción deliberada de uno o varios grupos musculares para mantener o realizar una reducida cantidad de movimiento oponiéndose a una resistencia externa (Benegas, 2015). Para el desarrollo de la fuerza muscular, existen diversos métodos y dispositivos de trabajo, la mayoría de ellos involucran las dos principales fases de acción muscular, la concéntrica y la excéntrica. La fase concéntrica es cuando el músculo produce un trabajo externo, por lo que éste se acorta, mientras que la fase excéntrica, regularmente es la que sirve para regresar la carga a su posición inicial, por lo que el músculo sufre un alargamiento, a la primera fase se le conoce como trabajo positivo mientras que la segunda es conocido como trabajo negativo (García-Pinillos et al., 2014).

La fase excéntrica tiene características que le permiten realizar trabajos con cargas mayores que la concéntrica, de un 20% a un 50% más elevadas (Schoenfeld et al., 2017), lo que puede favorecer que tenga un mayor impacto que en la fase concéntrica en el desarrollo de la fuerza máxima, potencia y aumento de la masa muscular (Roig et

al., 2009). Además, se dice que el entrenamiento excéntrico sirve como un estímulo potente, ya que mejora las funciones mecánicas y musculares. Cuando se realiza la acción muscular excéntrica y no se ve restringida por la acción concéntrica, suele ser superior la ganancia de fuerza que un entrenamiento convencional (Douglas et al., 2017; 2018).

Por estas razones a lo largo de años los investigadores han estado diseñado dispositivos que ayuden a realizar de forma aislada el trabajo de la fase muscular excéntrica y potencien el desarrollo de la fuerza muscular, dándole el enfoque adecuado a la fase muscular excéntrica sabiendo los beneficios que conlleva su correcta ejecución. Por lo anteriormente expuesto surge la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los dispositivos de entrenamiento excéntrico usados para el desarrollo de las manifestaciones de la fuerza muscular más comunes y cuáles son sus características?

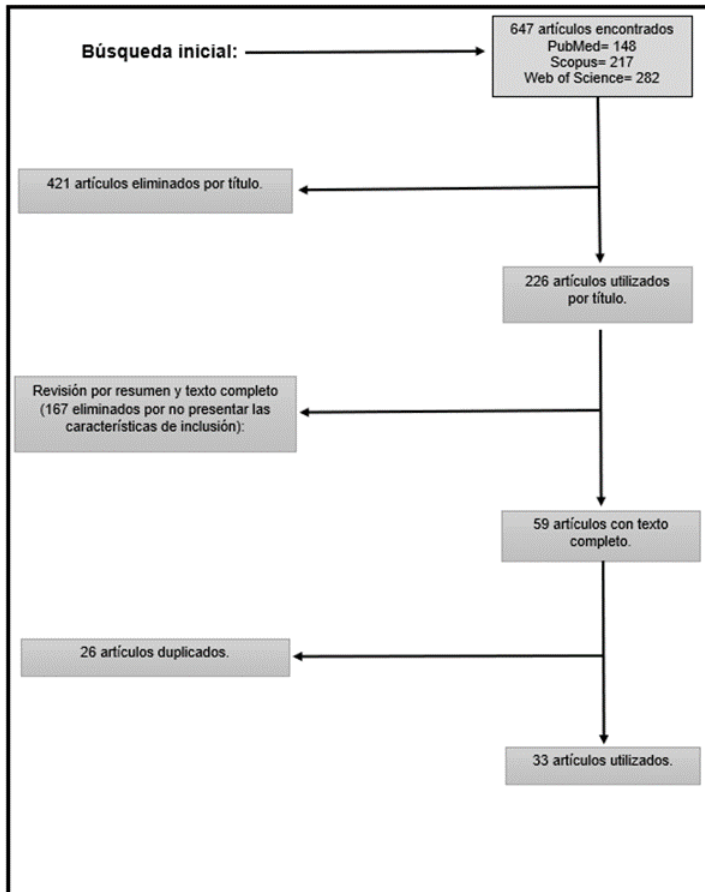
Para contestar la pregunta se propuso el siguiente objetivo; analizar los dispositivos más comunes en el entrenamiento excéntrico para el desarrollo de la fuerza muscular.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática bajo los lineamientos PRISMA, la búsqueda de la literatura fue en el idioma inglés, esta se llevó a cabo en el mes de marzo del 2022, utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, Scopus y Web of Science. Con los siguientes términos de búsqueda “Eccentric training” AND “muscular strength”. Se establecieron los siguientes criterios de inclusión; que

fueran artículos originales, que estuvieran enfocados al desarrollo de la fuerza muscular, que los estudios fueran en humanos. No se limitó la fecha de publicación, ni el idioma del artículo (ver Figura 1).

Figura 1 - Diagrama de flujo utilizado para la selección de los artículos.



RESULTADOS

Se identificaron 647 artículos en las 3 bases de datos utilizando los términos de búsqueda; *“Eccentric training” AND “muscular strength”*, para reducir el potencial de sesgo de selección cada estudio fue analizado independientemente por cada uno de los investigadores, después de aplicar los criterios de inclusión y eliminar los


duplicados se tomó una decisión mutua entre investigadores, donde se incluyeron un total de 33 artículos en la presente revisión (Figura 1). Se realizó una clasificación de los dispositivos encontrados según su funcionamiento: a) cicloergómetro, b) dinamómetro, c) máquina isoinercial, d) máquina de prensa excéntrica, e) máquina multipower, y f) otros, para los dispositivos fuera de estos grupos.

A continuación, se presenta la descripción del funcionamiento de los dispositivos encontrados y los resultados obtenidos:

Dinamómetro isocinético

El dinamómetro isocinético es utilizado en la evaluación, ya que puede medir de manera objetiva la fuerza muscular en condiciones dinámicas, siendo fácil de reproducir, además de contar con una buena fiabilidad y validez, a su vez es un sistema adecuado para la valoración y diagnóstico dentro del campo de la biomecánica (Huesa et al., 2005). La contracción muscular isocinética es la que acompaña al músculo cuando se tiene una velocidad constante alrededor de una articulación, el dinamómetro mantiene esta velocidad constante, este método permite medir las fuerzas en condiciones dinámicas, proporcionando cargas óptimas para los músculos (Baltzopoulos y Brodie, 1989) los dinamómetros activos disipan la fuerza producida por una persona, o también pueden producir fuerza para trabajar y pueden realizar ejercicios isocinéticos excéntrico y pasivos (Huesa et al., 2005).


El uso del dinamómetro tiene diferentes enfoques tales como:



observar los efectos de un programa rehabilitación física (Carvalho et al., 2014; Kay et al., 2020;; Lepley & Palmieri-Smith, 2014; Timmins et al., 2016; Váczi et al., 2022; Vidmar et al., 2020; Weir et al., 1995; Yasuda et al., 2012), y los efectos de un entrenamiento deportivo (Higbie et al., 1996). En los estudios que se analizaron se observó que la región muscular más intervenida es el tren inferior, destacando los cuádriceps, flexores de rodilla, isquiotibiales, vasto lateral, recto femoral y tobillo (Engardt et al., 1995; Higbie et al., 1996; Hortobágyi et al., 1996; Lepley & Palmieri-Smith, 2014; Ruas et al., 2018; Symons et al., 2005; Timmins et al., 2016; Weir et al., 1995;). En cuanto a la región corporal más evaluada del tren superior fueron los flexores del codo (Yasuda et al., 2012). El tipo de dinamómetro que más se utilizó fue el Biodex (Dafkou et al., 2021; Kay et al., 2020; Symons et al., 2005; Vidmar et al., 2020). Las intervenciones se realizaron en un 50% en hombres (Ruas et al., 2018; Timmins et al., 2016; Vidmar et al., 2020; Weir et al., 1995; Dafkou et al., 2021; Raue et al., 2005; Yasuda et al., 2012), mientras que el 21.4% fue en mujeres (Higbie et al., 1996b; Hortobágyi et al., 1996; Váczi et al., 2022) y el resto se realizó en ambos sexos (Engardt et al., 1995; Kay et al., 2020; Lepley & Palmieri-Smith, 2014; Symons et al., 2005). El tiempo promedio de la intervención fue de 7.8 semanas (tabla 1).

Cicloergómetro Excéntrico

Según el manual de uso del cicloergómetro, la ergonomía mide el trabajo y potencia generada por un individuo durante una prueba de esfuerzo físico. El cicloergómetro es una bicicleta estacionaria usada para



evaluar las capacidades funcionales con fines diagnósticos o investigativos, el mecanismo utilizado por el cicloergómetro consiste en un freno el cual provee una resistencia, esta resistencia se expresa en Newtons (N) o Kilopondios (Kp). Como resultado de esto se puede estimar el gasto energético empleado por el sujeto en un tiempo dado.

En las investigaciones donde se utilizó el cicloergómetro excéntrico como dispositivo para el entrenamiento enfocado a la fuerza, se encontró una variación entre los estudios, en los que destacan la rehabilitación física (Milandri y Sivarasu, 2021), los efectos de un programa deportivo (Leong et al., 2013; Paulsen et al., 2019) y con fines investigativos (Lastayo et al., 1999). El área muscular que se trabajó fue el tren inferior (Lastayo et al., 1999; Leong et al., 2013; Milandri y Sivarasu, 2021; Paulsen et al., 2019) con una duración promedio de la intervención de 8 semanas (tabla 2).

Dispositivo Isoinercial

Los dispositivos isoinerciales, funcionan mediante un ergómetro que ofrece una resistencia independiente de la gravedad, usando las fuerzas inerciales de un volante especial, modificando la inercia, propiciando acciones musculares rápidas cuando la inercia es baja, y haciendo lento el movimiento cuando la inercia es alta (Alejandro et al., 2016).

Esto se debe a que el dispositivo isoinercial almacena energía, como resultado la parte de la contracción

Tabla 1 -Dinamómetros para el trabajo excéntrico y sus características

Autor y año	Dispositivo	Protocolo del programa	Área muscular a trabajar	No de P	Sexo	D (sem)
Engard et al.,1995	Dinamómetro Kin-com	Médico	Extensores de rodilla	20	F y M	6
Weiro et al., 1995	Dimamómetro Isocinetico	Rehabilitación	Extensores de rodilla	17	M	8
Hortobagyi., 1996	Dinamómetro	Adaptación	Cuadríceps	42	F	6
Higbie et al., 1996	Dinamómetro 500H Chattex	Deportivo	Cuadríceps	60	F	10
Symons et al., 2005	Dinamómetro Biodex systems 3	Investigación	Pierna dominante y no dominante	37	FyM	12
Lepley & Palmieri-Smith, 2014	Dinamómetro	Rehabilitación	Pierna y rodilla	18	F y M	8
Timmins et al., 2016	Dinamómetro Isocinetico	Adaptaciones después de una intervención	Flexores de rodilla	28	M	4
Ruas et al., 2018	Dinamómetro Isocinetico	Entrenamiento para equilibrio y fuerza	Cuadriceps e isquiotibiales	40	M	6
Vidmar et al., 2020	Dinamómetro BiodexTM Multi	Rehabilitación despues de una lesión deportiva	Cuadriceps	30	M	6
Carvalho et al., 2014	Dinamómetro REV-9000	Efectos de un programa en la electromiografía	Vasto lateral y recto femoral	18	M	4
Kay et al., 2020	Dinamómetro Biodex	Efecos de un programa en adultos mayores	Tobillo	27	F y M	6
Vaczi et al., 2022	Dinamómetro Biodex	Efectos de la intervencion del entrenamiento excéntrico	Isquiotibiales	23	F	20
Dafkou et al., 2021	Dinamómetro isocinetico (sistem 3 , biodex)	Incorporar el entrenamiento exc+entrico en sus secciones de entrenamiento cotidianas	Rodilla	21	M	8
Yasuda et al., 2012	Dinamómetro	Efectos del entrenamiento excéntrico y concéntrico de baja intensidad	Flexores del codo	10	M	6

No P= Número de participantes, D (sem)= Duración en semanas F= Femenino M= Masculino

excéntrica puede ser de un 15% a un 30% mayor que la fase concéntrica (Fernández-Gonzalo et al., 2014), debido a estas características el dispositivo puede producir una mayor hipertrofia y una mejor adaptación neural periférica (Fernández-Gonzalo et al., 2016).

Como resultado de la búsqueda se encontró que el dispositivo isoínercial se utiliza en su mayoría (n=4 57.1 %) en la parte de la rehabilitación médica (Gollie et al., 2020; Gómez et al., 2021; Gual et al., 2016; Tesch et al., 2017), y el resto como efectos de un programa de entrenamiento [n=3 42.8 %] (di Cagno et al., 2020; LaStayo et al., 2003; Moreno-Azze et al., 2021) cinco de estos programas se aplicaron en hombres (di Cagno et al., 2020; Gollie et al., 2020; Gomez et al., 2021; Gual et al., 2016; Moreno-Azze et al., 2021) las demás intervenciones fueron mixtas (LaStayo et al., 2003; Tesch et al., 2017). La duración de la intervención fue de un promedio de 7.8 semanas, y todos los artículos coincidieron en el trabajo del tren inferior (tabla 2).

Máquina de prensa excéntrica


Las máquinas de prensa para el trabajo de pierna son muy utilizadas por los usuarios de los gimnasios ya que suelen proporcionar una posición cómoda y correcta, realizando movimiento aislado para el trabajo del tren inferior, esto suele ser de mucha ayuda cuando no se cuenta con la experiencia y la técnica correcta para realizar ejercicios como desplantes o sentadilla con peso libre, previendo lesiones a corto y mediano plazo, estas máquinas suelen estar diseñadas para trabajar las dos fases musculares principales, la concéntrica y la excéntrica. Sin embargo, estas

máquinas se han adaptado para trabajar la fase muscular excéntrica aislada.

Dentro de los artículos revisados se encontraron tres máquinas de prensa modificadas con motores que le permiten liberar el peso en la fase concéntrica y cargarla en la fase excéntrica, lo que permite realizar un trabajo excéntrico aislado (Harden et al., 2020; Magdi et al., 2021; Papadopoulos et al., 2014), el tiempo promedio de la intervención fue de 7.3 semanas, las intervenciones fueron principalmente en hombres [n= 2 66.6%] (Harden et al., 2020; Papadopoulos et al., 2014), y la última intervención fue mixta [n=1 33.3%](Magdi et al., 2021). El principal enfoque de la investigación fue deportiva (Harden et al., 2020; Papadopoulos et al., 2014), y para observar los efectos de un programa de trabajo en la fuerza, potencia y masa muscular (Magdi et al., 2021). La intervención en los tres artículos encontrados coincidió con en el trabajo del tren inferior (tabla 2).

Máquina multipower

La máquina multipower, también conocida como máquina Smith, es de gran ayuda cuando se realiza trabajo de fuerza, ya que tiene un diseño que consta de una barra guiada por dos rieles que van en forma vertical, estos rieles generan un movimiento fijo, sobre estos, se encuentran varios soportes dentados diseñados para colocar de manera fácil la barra en cualquier momento, haciéndola una máquina segura para la práctica de ejercicio de fuerza si se quiere entrenar solo. Si bien estas máquinas no están diseñadas específicamente para el entrenamiento



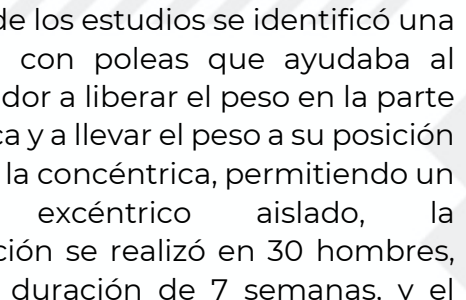
excéntrico de fuerza, se encontraron diversas investigaciones donde fueron utilizadas.

Se utilizó una máquina Smith, donde cada sujeto bajaba con el peso asignado activando la fase excéntrica y al momento de subir (fase concéntrica) era ayudado para descárgalo por 2 sujetos que se encontraban uno de cada lado de la máquina (Mike et al., 2017) la intervención se realizó con 30 hombres, con duración de cuatro semanas, trabajando el tren inferior, para analizar el tiempo de contracción efectuado en cada acción muscular.

Por otra parte, se realizó un estudio con una máquina multipower, donde se pretendía determinar los efectos de un programa de educación cruzada, después de 6 semanas de sentadilla con una sola pierna en la fase excéntrica. En este estudio los investigadores ayudaban a descargar el peso en la fase concéntrica y lo cargaban de nuevo en la fase excéntrica (Martínez et al., 2021). Se incluyeron a 36 hombres y la intervención tuvo una duración de 6 semanas (tabla 2).

Otros

Esta clasificación (tabla 2) se deriva de los dispositivos encontrados en la búsqueda y fueron agrupados de acuerdo con su funcionamiento, surgiendo las clasificaciones antes mencionadas, en este tipo se encuentran los dispositivos que se utilizaron para el entrenamiento excéntrico de la fuerza, pero que no entraban en ninguna de las clasificaciones anteriores, esto debido a su funcionamiento diferente.



En uno de los estudios se identificó una máquina con poleas que ayudaba al investigador a liberar el peso en la parte excéntrica y a llevar el peso a su posición inicial en la concéntrica, permitiendo un trabajo excéntrico aislado, la intervención se realizó en 30 hombres, con una duración de 7 semanas, y el área muscular a trabajar fueron las piernas (Sorichter et al., 1997). En otro estudio se utilizó una máquina de prensa para pierna, con liberadores de peso personalizados para poder trabajar ambas fases musculares de forma independiente, los sujetos que participaron fueron 28 hombres, con una duración en semanas de 10, el área a trabajar fueron los extensores de rodilla (Walker et al., 2020). Por último, en el estudio de Abbott et al. (1952) se utilizaron 2 bicicletas que fueron modificadas para utilizar la misma cadena, se acomodaron de espaldas una de la otra, se subían 2 sujetos de estudio, uno en cada bicicleta, el que pedaleaba hacia adelante, activaba la fase concéntrica ya que los músculos se acortaban, mientras que el otro sujeto resistía la acción del pedal generando fuerza mientras que el músculo se alargaba, fue una sola prueba, donde participaron 6 hombres y observaron las diferentes acciones musculares y el consumo de oxígeno que tenía cada sujeto.

DISCUSIÓN


Del total de los estudios seleccionados se encontró que el dispositivo más utilizado es el dinamómetro, con un total de 14. De los cuales solo uno de ellos está enfocado en el deporte y la mayoría en la rehabilitación, esto se debe principalmente a que este tipo de



Tabla 2. Dispositivos comunes para el entrenamiento excéntrico y sus características

Tipo de dispositivo	Autor y año	Dispositivo	Protocolo del Programa	Área muscular a trabajar	No P	Sexo	D (sem)
Cicloergómetro	Lastayo et al., 1999	Cicloergómetro Monarch	Investigación	Piernas	9	F y M	6
	Paulsen et al., 2019	Bicicleta Cyclus excéntrica Alemana	Entrenamiento deportivo bicicleta	Piernas	23	M	10
	Milandri & Sivarasu, 2021	Cicloergómetro Isocinético	Rehabilitación de ligamento cruzado	Rodilla	26	M	8
	Leong et al., 2013	Bicicleta ergométrica excéntrica	Efectos de un programa de entrenamiento excéntrico en ciclistas	Recto femoral y vastos laterales	8	F y M	8
Isoinercial	Gual et al., 2016	Resistencia inercial de volante	Rehabilitación deportiva	Piernas	44	M	8
	Sanz-Lopez et al., 2016	Sentadilla yoyo	Rehabilitación deportiva	Piernas (sentadilla)	20	M	6
	di Cagno et al., 2020	Dispositivo rotatorio de inercia	Efectos de un entrenamiento	Miembros inferiores	54	M	6
	Tech et al., 2017	YoYo resistencia isoinercial	Aplicaciones clínicas	Rodilla		F y M	6
	LaStayo et al., 2003	excéntrico ergómetro de alta fuerza	Efectos sobre la sarcopenia	Fibras musculares de las extremidades inferiores	21	F y M	11
	Moreno-Azze et al., 2021	Eccentric squad (YoYo)	Entrenamiento deportivo	Pierna	45	M	10
	Gollie et al., 2020	Flywheel	Médico renal programa excéntrico	Piernas	4	M	8
Prensa hidráulica	Harden et al., 2020	Prensa de pierna hidráulica	Deportivo	Piernas	12	M	4
	Magdi et al., 2021	prensa para trabajo de pierna	Efectos de las cargas excéntricas unilaterales	Piernas	69	F y M	10
	Papadopoulos et al., 2014	Máquina de prensa hidráulica isocinética para pierna	Investigación deportiva	Piernas	19	M	8
Máquina multipower	Mike et al., 2017	Sentadilla Smith	Duración de las contracciones	Sentadilla pierna	30	M	4
	Martinez et al., 2021	máquina multipower (Technogym)	Comparación de los efectos de un programa exc	Pierna	36	M	6
Otros	Stephan et al., 1997	Máquina de poleas diseñada para el entrenamiento de fuerza excéntrica	Deportivo	Entrenamiento unilateral de piernas	30	M	7
	Walker et al., 2020	Liberadores de pesos	Adaptación del tendón rotuliano	Extensor de rodilla	28	M	10
	Abott et al., 1952	Dos bicicletas y una cadena al ergómetro	Investigación sobre el funcionamiento muscular excéntrico	Piernas	6	M	1

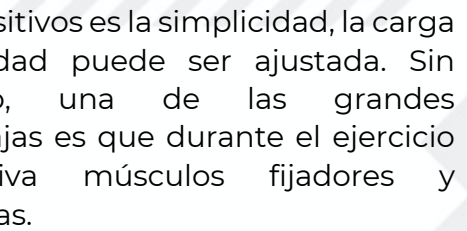
No P= Número de participantes., D (sem)= Duración en semanas F= Femenino M= Masculino



dispositivo tiene ventajas que son favorables para ese objetivo, como aislar los grupos musculares a rehabilitar, seguridad en cuanto al dolor y la fatiga y retroalimentación en tiempo real para el paciente durante el ejercicio, entre otros. Sin embargo, para el deporte es poco útil debido a los patrones de movimiento no funcionales, y a que la velocidad de movimiento es limitada para replicar velocidades de ejecución de gestos deportivos reales (Davies et al., 2018).

El otro dispositivo que es usado más comúnmente para el entrenamiento excéntrico es el que tiene la tecnología isoinercial. Si bien este tipo de tecnología tiene dentro de sus limitaciones que debe haber una familiarización para su uso, las ventajas de su uso son superiores, como la sobrecarga excéntrica que se produce o bien el reclutamiento de fibras alto umbral (Beato y Dello, 2020). Por lo tanto, la tecnología isoinercial tiene un uso cada vez mayor en el ámbito de la rehabilitación como el ámbito deportivo (Fisher et al. 2020) siendo este dispositivo en el que se encontró una mayor ganancia de fuerza muscular.

Caminar o correr cuesta bajo pone en acción la fase excéntrica de los músculos del tren inferior, sin embargo, el cicloergómetro es uno de los dispositivos que son utilizados en el entrenamiento excéntrico como alternativa para miembros inferiores. Pero, la evolución de estos dispositivos ha permitido diseñar aparatos con los cuales también se trabajan los miembros superiores (Isner-Horobeti et al., 2013). Tinwala et al. (2017) mencionan que dentro de las ventajas de este tipo



de dispositivos es la simplicidad, la carga y velocidad puede ser ajustada. Sin embargo, una de las grandes desventajas es que durante el ejercicio no activa músculos fijadores y sinergistas.

En cuanto a las máquinas mutipower o Smith también son una alternativa para el trabajo excéntrico, sobre todo por la seguridad y por lo tanto se requiere menos apoyo para realizar los ejercicios. Sin embargo, se ha visto que en comparación con pesos libres tiene menor activación de los músculos involucrados en el ejercicio (Schwanbeck et al., 2009) limitando con esto la ganancia de potencia muscular.

Por último, resguardamos los otros dispositivos que en general se trata de liberar o cargar durante la fase concéntrica y excéntrica, dependiendo que acción muscular se trabaje, y de esa forma aislar la fase muscular. Mención especial para el dispositivo usado por Abbot et al. (1952), que, aunque no fue utilizado para el entrenamiento sino solo para evaluación, es uno de los primeros en diseñarse para aislar las dos fases musculares, sin embargo, no se vieron ganancias de fuerza muscular como en los dispositivos mencionados anteriormente.

CONCLUSIÓN

Con base a los resultados anteriores se concluye que, si bien existen diferentes dispositivos diseñados específicamente o adaptados para el entrenamiento excéntrico de la fuerza muscular, en ellos destacan los ergómetros, dinamómetros, máquinas isocinéticas,



máquinas de prensa con motor y dispositivos diseñados con poleas. También se concluyó que a pesar del número de dispositivos que existen, solo pocos de ellos se utilizan para un trabajo integral, tanto del tren superior e inferior. Por último, la tecnología para el entrenamiento excéntrico es principalmente para uso clínico y aun que se han identificado que estos dispositivos favorecen el desarrollo de la fuerza muscular y sus manifestaciones, pocos de ellos son utilizados en el entrenamiento deportivo o entrenamiento personalizado, por lo que se sugiere seguir con investigaciones sobre este tema.

REFERENCIAS

- Abbott, C., Bigland, B., y Ritchie, J. M. (1952). The physiological cost of negative work. *The Journal of Physiology*, 117(3), 380–390. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1952.sp004755>
- Baltzopoulos, V., y Brodie, D. A. (1989). Isokinetic Dynamometry. *Sports Medicine*, 8(2), 101–116. <https://doi.org/10.2165/00007256-198908020-00003>
- Beato, M., y Dello, A. (2020). Implementing flywheel (isoinertial) exercise in strength training: current evidence, practical recommendations, and future directions. *Frontiers in Physiology*, 11, 569.
- Benegas Samuel, J. (2015). *¿Qué es la fuerza para la Educación Física?* <http://congresoeducacionfisica.fahce.unlp.edu.ar/>
- Bompa, O., y Buzzichelli, A. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Candia, R. (2014). Efectos sobre la masa muscular y las manifestaciones de la fuerza, del entrenamiento unilateral excéntrico vs concéntrico [Universidad de León, España]. <https://doi.org/10.18002/10612/4227>
- Carvalho, A., Caserotti, P., Carvalho, C., Abade, E., & Sampaio, J. (2014). Effect of a short time concentric versus eccentric training program on electromyography activity and peak torque of quadriceps. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 5–13. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0027>
- Dafkou, K., Sahinis, C., Ellinoudis, A., & Kellis, E. (2021). Is the integration of additional eccentric, balance and core muscles exercises into a typical soccer program effective in improving strength and postural stability? *Sports*, 9(11), 147. <https://doi.org/10.3390/sports9110147>
- Davies, G. J., Riemann, B., y Ellenbecker, T. (2018). Role of isokinetic testing and training after ACL injury and reconstruction. In *ACL Injuries in the Female Athlete* (pp. 567-588). Springer, Berlin, Heidelberg.
- di Cagno, A., Iuliano, E., Buonsenso, A., Giombini, A., di Martino, G., Parisi, A., Calcagno, G., y Fiorilli, G. (2020). Accentuated Eccentric Training vs Plyometric Training on Performance of Young Elite Fencers. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 19). <http://www.jssm.org> Effectsorg`org`Effectsof
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., y McGuigan, M. (2017). Chronic

adaptations to eccentric training: a systematic review. *Sports Medicine*, 47(5), 917–941. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0628-4>

Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., y McGuigan, M. (2018). Effects of accentuated eccentric loading on muscle properties, strength, power, and speed in resistance-trained rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10). https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2018/10000/Effects_of_Accentuated_Eccentric_Loading_on_Muscle.8.aspx

Engardt, M., Knutsson, E., Jonsson, M., y Sternhag, M. (1995). Dynamic muscle strength training in stroke patients: Effects on knee extension torque, electromyographic activity, and motor function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(5), 419–425. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(95\)80570-2](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(95)80570-2)

Fernández-Gonzalo, R., Fernandez-Gonzalo, S., Turon, M., Prieto, C., Tesch, P. A., & García-Carreira, M. del C. (2016). Muscle, functional and cognitive adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0144-7>

Fernandez-Gonzalo, R., Lundberg, T. R., Alvarez-Alvarez, L., & de Paz, J. A. (2014). Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 114(5), 1075–1084.

<https://doi.org/10.1007/s00421-014-2836-7>

Fisher, J. P., Ravalli, S., Carlson, L., Bridgeman, L. A., Roggio, F., Scuderi, S., ... y Musumeci, G. (2020). The “Journal of Functional Morphology and Kinesiology” Journal Club Series: utility and advantages of the eccentric training through the isoinertial system. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(1), 6.

García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., y Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2452–2460.

<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000000452>

Gollie, M., Patel, S., Scholten, D., & Harris-Love, O. (2020). Preliminary study of the effects of eccentric-overload resistance exercise on physical function and torque capacity in chronic kidney disease. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(4). <https://doi.org/10.3390/jfmk5040097>

Gómez, A., Briceño, B., Vasquez, M., & Muñoz, L. (2021). Ultrasound-guided injection of platelet-rich plasma in a patient with an ischeotibial muscle injury. *Retos*, 47, 209–213. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.82520>

Gual, G., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., & Tesch, P. A. (2016). Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for

patellar tendinopathy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1834–1842. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001286>

Harden, M., Wolf, A., Evans, M., Hicks, K. M., Thomas, K., y Howatson, G. (2020). Four weeks of augmented eccentric loading using a novel leg press device improved leg strength in well-trained athletes and professional sprint track cyclists. *PLoS ONE*, 15(7 July). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236663>

Herrera.G., García, R.,Ruiz, D., Romagoza, U., y del Río, P. (2021). The eccentric-concentric phase and the index of strength reactivates in the jump with counter movement in volleyball players A fase excêntrica-concêntrica e o índice de força reativa no salto de contra-movimento nos jogadores de vôlei. *Podium*, 16(2), 408–422. <http://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1036>

Higbie, J., Cureton, J., Warren, L., y Prior, M. (1996a). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 81(5), 2173–2181. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.5.2173>

Hortobágyi, T., Barrier, J., Beard, D., Braspenninx, J., Koens, P., Devita, P., Dempsey, L., y Lambert, J. (1996). Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *Journal of Applied Physiology*, 81(4), 1677–1682. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.4.1677>

Huesa, F., García J., y Vargas, J. (2005). Dinamometría isocinética. *Rehabilitación*, 39(6), 288–296. [https://doi.org/10.1016/S0048-7120\(05\)74362-0](https://doi.org/10.1016/S0048-7120(05)74362-0)

Isner-Horobeti, M. E., Dufour, S. P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E., & Richard, R. (2013). Eccentric exercise training: modalities, applications and perspectives. *Sports medicine*, 43(6), 483–512.

Kay, D., Blazeovich, J., Fraser, M., Ashmore, L., & Hill, W. (2020). Isokinetic eccentric exercise substantially improves mobility, muscle strength and size, but not postural sway metrics in older adults, with limited regression observed following a detraining period. *European Journal of Applied Physiology*, 120(11), 2383–2395. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04466-7>

LaLastayo, C., Ewy, A., Pierotti, D., Johns, K., y Lindstedt, S. (2003). The Positive Effects of Negative Work: Increased Muscle Strength and Decreased Fall Risk in a Frail Elderly Population. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(5), M419–M424. <https://doi.org/10.1093/gerona/58.5.M419>

Lastayo, C., Reich, E., Urquhart, M., Hoppeler, H., y Lindstedt, S. L. (1999). Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 276(2), R611–R615. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1999.276.2.R611>

Leong, C., McDermott, W., Elmer, S., y Martin, J. (2013). Chronic eccentric cycling improves quadriceps muscle structure and maximum cycling power. *International Journal of Sports Medicine*, 35(07), 559–565. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358471>

Lepley, K., y Palmieri-Smith, M. (2014). Cross-education strength and activation after eccentric exercise. *Journal of Athletic Training*, 49(5), 582–589. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.24>

Magdi, R., Maroto-Izquierdo, S., y de Paz, J. A. (2021). Ipsilateral lower-to-upper limb cross-transfer effect on muscle strength, mechanical power, and lean tissue mass after accentuated eccentric loading. *Medicina (Lithuania)*, 57(5). <https://doi.org/10.3390/medicina57050445>

Martínez, F., Abián, P., Jiménez, F., y Abián-Vicén, J. (2021). Effects of cross-education after 6 weeks of eccentric single-leg decline squats performed with different execution times: a Randomized Controlled Trial. *Sports Health*, 13(6), 594–605. <https://doi.org/10.1177/19417381211016353>

Mike, N., Cole, N., Herrera, C., VanDusseldorp, T., Kravitz, L., y Kerksick, M. (2017). The effects of eccentric contraction duration on muscle strength, power production, vertical jump, and soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 773–786. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001675>

Milandri, G., y Sivarasu, S. (2021). A randomized controlled trial of eccentric versus concentric cycling for anterior

cruciate ligament reconstruction rehabilitation. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(3), 626–636. <https://doi.org/10.1177/0363546520987566>

Moreno-Azze, A., Arjol-Serrano, L., Falcón-Miguel, D., Bishop, C., & Gonzalo-Skok, O. (2021). Comparison of three eccentric overload training strategies on power output and Interlimb asymmetry in youth soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8270. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168270>

Papadopoulos, C., Theodosiou, K., Bogdanis, G. C., Gkantiraga, E., Gissis, I., Sambanis, M., Souglis, A., y Sotiropoulos, A. (2014). Multiarticular isokinetic high-load eccentric training induces large increases in eccentric and concentric strength and jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2680–2688. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000000456>

Paulsen, G., Eidsheim, Ø., Helland, C., Seynnes, O., Solberg, A., y Rønnestad, R. (2019). Eccentric cycling does not improve cycling performance in amateur cyclists. *PLOS ONE*, 14(1), e0208452. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208452>

Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., & Reid, W. D. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports*

Medicine, 43(8), 556–568.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2008.051417>

Ruas, V., Brown, E., Lima, D., Costa, B., y Pinto, S. (2018b). Effect of three different muscle action training protocols on knee strength ratios and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2154–2165.
<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002134>

Sánchez, A. (2016). Análisis cinemático del entrenamiento con tecnología isoínercial de movimiento libre y sus posibles efectos derivados. Trabajo fin de máster. Universidad de Cádiz.

Sanz-López, F., Berzosa, C., Hita-Contreras, F., Cruz-Díaz, D., y Martínez-Amat, A. (2016). Ultrasound changes in achilles tendon and gastrocnemius medialis muscle on squat eccentric overload and running performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 2010–2018.
<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001298>

Schoenfeld, J., Ogborn, I., Vigotsky, D., Franchi, V., y Krieger, W. (2017). hypertrophic effects of concentric vs. eccentric muscle actions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2599–2608.
<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001983>

Schwanbeck, S., Chilibeck, P.D., y Binsted, G. (2009). A comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2588–2591.

Sorichter, S., Mair, J., Koller, A., Secnik, P., Parrak, V., Haid, C., Muller, E., y Puschendorf, B. (1997). Muscular adaptation and strength during the early phase of eccentric training: influence of the training frequency. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(12), 1646–1652.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199712000-00015>


Symons, B., Vandervoort, A., Rice, L., Overend, J., y Marsh, D. (2005). Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 777–781.
<https://doi.org/10.1093/gerona/60.6.777>

Tesch, A., Fernandez-Gonzalo, R., & Lundberg, R. (2017). Clinical applications of iso-inertial, eccentric-overload (YoYo™) Resistance Exercise. *Frontiers in Physiology*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00241>

Timmins, G., Ruddy, D., Presland, J., Maniar, N., Shield, J., Williams, D., & Opar, A. (2016). Architectural changes of the biceps femoris long head after concentric or eccentric training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 499–508.
<https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000000795>

Tinwala, F., Cronin, J., Haemmerle, E., y Ross, A. (n.d.). *Eccentric Strength Training: A Review of the Available Technology*.
<http://journals.lww.com/nsca-scj>

Vácz, M., Fazekas, G., Pilissy, T., Cselkó, A., Trzaskoma, L., Sebesi, B., & Tihanyi, J. (2022). The effects of eccentric

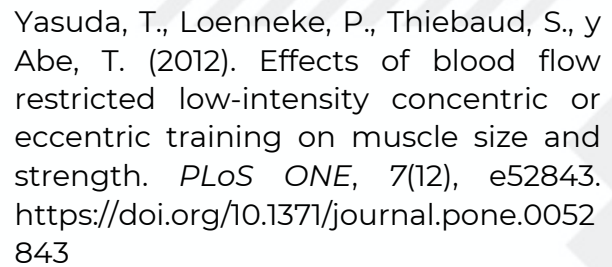


hamstring exercise training in young female handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 122(4), 955–964. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04888-5>

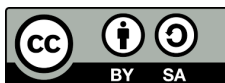
Vidmar, F., Baroni, M., Michelin, F., Mezzomo, M., Lugokenski, R., Pimentel, L., y Silva, M. F. (2020). Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training for quadriceps rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(5), 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.003>

Walker, S., Trezise, J., Haff, G., Newton, U., Häkkinen, K., & Blazevich, J. (2020). Increased fascicle length but not patellar tendon stiffness after accentuated eccentric-load strength training in already-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, 120(11), 2371–2382. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04462-x>

Weir, P., Housh, J., Housh, J., & Weir, L. (1995). The effect of unilateral eccentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 22(5), 207–215. <https://doi.org/10.2519/jospt.1995.22.5.207>



Yasuda, T., Loenneke, P., Thiebaud, S., y Abe, T. (2012). Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *PLoS ONE*, 7(12), e52843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052843>



Copyright (c) 2024 Revista Mexicana de Ciencias de la Cultura Física. Este documento se publica con la política de Acceso Abierto. Distribuido bajo los términos y condiciones de Creative Commons 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

