



Centres universitaris adscrits a la



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DOBLE GRADO EN FISIOTERAPIA Y CIENCIAS DEL DEPORTE

Trabajo final de grado: memoria final.

**Efectos del entrenamiento excéntrico en el desplazamiento
con silla de ruedas: una revisión sistemática.**

Alumno: Víctor Castellano Pujalà

vcastellano@edu.tecnocampus.cat

Tutor: Jordi Sánchez Grau

jsanchezg@tecnocampus.cat

Tecnocampus Mataró/ 5o curso

Fecha: 16/05/2022

Índice de contenidos

0. Resumen y palabras clave.....	2
1. Introducción.....	4
2. Justificación del estudio.....	6
3. Objetivos	7
3.1 Objetivo principal.....	7
3.2 Objetivos secundarios.....	7
4. Metodología	8
4.1.Población específica de interés y contexto.....	8
4.2. Exposición de interés.....	8
4.3.Resultado o evento de interés.....	8
4.4. Criterios de selección y/o elegibilidad.....	9
4.5. Fuentes de información y búsqueda.....	9
4.6. Valoración metodológica.....	10
4.7. Variables de medición.....	11
5. Resultados.....	12
5.1. Búsqueda de las variables de medición	12
5.2 Participantes.....	13
5.3 Evaluación de la calidad metodológica de los estudios	14
6. Discusión.....	16
7. Conclusiones.....	18
8. Implicación en la práctica profesional.....	19
9. Cronograma.....	21
10.Referencias bibliográficas.....	23
11.Anexos.....	26

0. Resumen y palabras clave

Contexto

Durante los últimos años el uso del ejercicio excéntrico como método de intervención terapéutica ha ido ganando más y más aceptación debido a su supuesta capacidad aplicativa. Tal y como recoge la bibliografía actual el ejercicio excéntrico tiene beneficios propios los cuales pueden ser beneficiosos para el desarrollo de fuerza, potencia, hipertrofia e incluso como método preventivo de recuperación lesional debido a su capacidad de generar adaptaciones musculares y tendinosas en contracciones con alargamiento muscular. Una vez aclarado esto, la revisión sistemática de la literatura proporciona una visión más general la cual pretenderá recoger información acerca del ejercicio excéntrico en usuarios que se desplazan en silla de ruedas manual.

Objetivo

El principal objetivo de esta revisión sistemática fue recoger información acerca de los beneficios del ejercicio excéntrico en comparación al concéntrico en personas que se desplazan en silla de ruedas.

Métodos

La búsqueda de la información se llevó a cabo a través de las bases de datos, PubMed, Sportdiscus, Science Direct y Scopus durante los meses de Diciembre a Febrero. Para esta revisión se utilizaron los términos: wheelchair/ wheelchair users en conjunto a function disability, eccentric exercise/training, concentric exercise/ training, handrim, upper extremity, injury, strength y benefits.

Resultados

Nueve estudios fueron incluidos y clasificados como: 5 búsquedas originales, 2 artículos originales y 2 manuscritos del autor, de los cuales 5 son ensayos controlados y aleatorizados y 4 son ensayos clínicos. De estos 9 estudios 2 de ellos tuvieron como objetivo comparar resultados de distintos programas de entrenamiento concéntrico y excéntrico, 1 aplicar un modelo de entrenamiento excéntrico de extremidad inferior a la superior, 3 probar la eficacia de un programa de entrenamiento de fuerza realizado en casa, 1 determinar cuál es la técnica de propulsión más eficaz tras un programa de entrenamiento de fuerza y 2 probar los efectos metabólicos y en valores de fuerza de cicloergómetros excéntricos y concéntricos.

Conclusiones

El ejercicio excéntrico es un método con potencial para el desarrollo de la fuerza muscular en usuarios que se desplazan en silla de ruedas manual. A pesar de la escasa evidencia publicada, llegamos a la conclusión que el ejercicio excéntrico es un método efectivo para el desarrollo de la fuerza muscular en esta población pero no podemos asegurar de que sea más efectivo que el concéntrico en lo que a valores de fuerza refiere. Por otro lado, la determinación de si el ejercicio excéntrico otorga mayores beneficios cardiorespiratorios tomando como referencia el VO2 max., tampoco ha podido ser concluyente debido al escaso número de publicaciones que relacionan el consumo de oxígeno máximo con el ejercicio concéntrico y el excéntrico. No obstante, sí que podemos afirmar que la aplicación de programas de ejercicios de fuerza excéntrica supone una mejoría en valores de consumo de oxígeno máximo.

Palabras clave: ejercicio excéntrico, ejercicio concéntrico, silla de ruedas, fuerza, consumo de oxígeno, beneficios.

Context

During the last years the use of eccentric exercise as a method of therapeutic intervention has been gaining more and more acceptance due to its supposed application capacity. As current literature shows, eccentric exercise has its own benefits which can be beneficial for the development of strength, power, hypertrophy and even as a preventive method of injury recovery due to its ability to generate muscle and tendon adaptations in contractions with muscle elongation. Having clarified this, the systematic review of the literature provides a more general overview which aims to collect information about eccentric exercise in users who move in manual wheelchairs.

Objective

The main objective of this systematic review was to collect information about the benefits of eccentric exercise compared to concentric exercise in wheelchair users.

Methods

The search for information was carried out through the databases, PubMed, Sportdiscus, Science Direct and Scopus during the months of December to February. The terms: wheelchair/ wheelchair users in conjunction with function disability, eccentric exercise/training, concentric exercise/training, handrim, upper extremity, injury, strength and benefits were used for this review.

Results

Nine studies were included and classified as: 5 original searches, 2 original articles and 2 author manuscripts, of which 5 are randomized controlled trials and 4 are clinical trials. Of these 9 studies, 2 of them aimed to compare results of different concentric and eccentric training programs, 1 to apply an eccentric training model from lower to upper extremity, 3 to test the efficacy of a strength training program performed at home, 1 to determine which is the most effective propulsion technique after a strength training program and 2 to test the metabolic and strength value effects of eccentric and concentric cycloergometers.

Conclusions

Eccentric exercise is a method with potential for muscle strength development in manual wheelchair users. Despite the scarce published evidence, we conclude that eccentric exercise is an effective method for the development of muscle strength in this population, but we cannot be sure that it is more effective than concentric exercise in terms of strength values. On the other hand, the determination of whether eccentric exercise provides greater cardiorespiratory benefits, taking VO₂ max. as a reference, has also been inconclusive due to the small number of publications that relate maximum maximal oxygen consumption to concentric and eccentric exercise. Nevertheless, we can affirm that the application of eccentric strength exercise programs leads to an improvement in maximal oxygen consumption values.

Key words: eccentric exercise, concentric exercise, wheelchair, strength, oxygen consumption, benefits.

1. Introducción

Tal y como define la Organización Mundial de la Salud, entendemos el concepto de discapacidad como un término genérico que incluye déficits, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación por lo que las personas que sufren discapacidad funcional son aquellas con deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, en interacción con diversas barreras, pueden obstaculizar su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás [6]. La paraplejía es una discapacidad de tipo motriz cuya etiología es diversa y puede actuar sobre distintos miembros del cuerpo la cual origina la parálisis completa o parcial de las extremidades inferiores. Esta parálisis inferior limita enormemente la bipedestación y la marcha común por lo que

una gran mayoría de los usuarios usan la silla de ruedas como método de desplazamiento [19]. Los usuarios que se desplazan con silla de ruedas dependen completamente de sus extremidades superiores [15] para tener una movilidad independiente, hecho el cual conlleva una gran y constante demanda muscular [18] de estas extremidades sobre todo durante la propulsión y el inicio de la propulsión de la silla [16]. Como consecuencia, este sobreesfuerzo y aumento de demanda muscular tiende a incentivar al usuario a generar diferentes compensaciones [17] a nivel muscular y articular las cuales conducen finalmente a la lesión y al dolor a nivel de hombro, y, a su misma vez, a una disminución de la calidad de vida del usuario [19]. El dolor de hombro es un dolor frecuente, ya que afecta hasta al 67% de las personas a lo largo de su vida se desplacen o no con silla de ruedas manual y generalmente da lugar a una importante pérdida de funcionalidad. Además, el dolor crónico de hombro también es frecuente, ya que el 46,7% de los casos persiste después de un año [7].

El ejercicio excéntrico consta de un funcionamiento, unos beneficios y una aplicabilidad [11] y características especiales para el desplazamiento en silla de ruedas en comparación al ejercicio concéntrico, aunque para ello es necesario conocer primeramente la siguiente clasificación. Las acciones musculares generalmente se clasifican de 3 maneras distintas: según si son concéntricas (se produce una contracción donde los extremos musculares se acercan para vencer una resistencia), excéntricas (se produce una contracción donde los extremos del músculo se alejan para vencer una resistencia) o isométricas (se produce una contracción muscular sin cambios de longitud en el propio músculo). Desde hace años, los protocolos convencionales de prevención de lesiones y rehabilitación se han centrado en el incremento de la fuerza muscular a través de dar distintos estímulos (concéntricos, isométricos o excéntricos) al músculo para reducir el riesgo de estas. Entendemos como ejercicio excéntrico aquel que vence una resistencia externa a través de una contracción activa en alargamiento muscular. Este tipo de ejercicio, debido a sus múltiples aplicaciones para tratar patologías musculares y como método de prevención lesional, ha ganado importancia a lo largo de los últimos años [11]. La evidencia científica sugiere cada vez más que el entrenamiento de fuerza excéntrica es sinónimo de proponer un estímulo eficaz al músculo para la mejora del rendimiento físico [15] y resulta ser un trabajo beneficioso de cara a la prevención de lesiones y la recuperación lesional debido a sus propiedades fisiológicas y mecánicas específicas [18,19]. Estudios como el de Harris-Love et. al 2021 afirman que el ejercicio excéntrico puede tener beneficios en la producción de fuerza, hipertrofia y en la potencia muscular (tabla 1).

Potencia muscular	Hipertrofia	Fuerza muscular
↑ Reclutamiento de la unidad motora ↑ Activación de la corteza motora ↑ Capacidad de producción de fuerza ↑ Tasa de descarga de la unidad motora ↑ Rigidez de la unidad miotendinosa ↓ Regulación de los reflejos inhibitorios ↑ Longitud del fascículo muscular ↑ Velocidad de acortamiento de fibras	↑ Señalización anabólica ↑ Activación de células satélite ↑ Reclutamiento de unidades motoras ↑ Activación de la corteza motora ↑ Capacidad de producción de fuerza	↑ Activación de la corteza motora ↑ Producción de fuerza ↑ Tasa de descarga de la unidad motora ↑ Rigidez de la unidad miotendinosa ↓ Regulación de los reflejos inhibitorios.

1

Esta introducción a la revisión sistemática pretende analizar programas de fuerza excéntrica a nivel de extremidad superior y otros programas de fuerza realizados en usuarios y usuarias que se desplazan en silla de ruedas. Pese a que en los últimos años se ha publicado una gran cantidad de información acerca del ejercicio excéntrico, sus beneficios y sus diferencias con el ejercicio concéntrico son muy pocos los que relacionan este tipo de ejercicio con usuarios de movilidad reducida.

2. Justificación del estudio

Tal y como recoge la bibliografía actual [11] el ejercicio excéntrico tiene beneficios propios los cuales pueden ser beneficiosos para el desarrollo de fuerza, potencia, hipertrofia e incluso como método preventivo de recuperación lesional debido a su capacidad de generar adaptaciones musculares y tendinosas en contracciones con alargamiento muscular [11,3]. Pese a ello, el tipo de entrenamiento más predominante es el entrenamiento con carga concéntrica el cual otorga beneficios fisiológicos y mecánicos a nivel de desarrollo muscular, pero en menor medida en lo que a la prevención y rehabilitación lesional refiere. La lesión muscular por mecanismo indirecto (sobre-elongación

¹ Tabla 1. Resumen de beneficios del ejercicio excéntrico en la hipertrofia, fuerza y potencia muscular. Harris-Love MO et. al 2021. [6]

muscular de los extremos sin contacto directo en contracción excéntrica) es el tipo de lesión más frecuente [3]. La propulsión de la silla de ruedas requiere de unos gestos cíclicos (de contracción concéntrica y excéntrica) y repetitivo a los cuales los usuarios y usuarios de estas se ven expuestos para llevar a cabo una vida lo más autónoma posible. Estos gestos cíclicos y repetitivos de los mismos grupos musculares pueden inducir a la fatiga muscular. Durante la fatiga muscular se produce una disminución de la capacidad de absorber energía y de generar tensión en la contracción excéntrica que es muy frecuente que derive a una lesión o incluso rotura muscular [3].

Pese a que esto es una problemática muy presente en el día a día de los usuarios que se desplazan en silla de ruedas, la evidencia publicada en relación al entrenamiento excéntrico en este tipo de población es muy escasa. Revisando la bibliografía publicada en la última década podemos observar como en la base de datos PubMed recoge más de 3000 publicaciones relacionadas con el ejercicio excéntrico y sus distintas aplicaciones terapéuticas, en cambio, si relacionamos el concepto de “ejercicio excéntrico” o “ejercicio concéntrico” (eccentric exercise or concentric exercise) con “silla de ruedas” (wheelchair) el total de publicaciones realizadas desde el año 1995 no llega a la decena, además de no encontrar ninguna revisión sistemática realizada que relacione ambos conceptos. Por ello, la principal motivación de este estudio es recoger toda información posible que cumpla con los criterios de inclusión del estudio de 2014 en adelante a través de distintas estrategias de búsqueda en las que se relacione el entrenamiento excéntrico y concéntrico con los usuarios que se desplazan en silla de ruedas.

3. Objetivos

3.1 Objetivo principal

- Recoger información acerca de los beneficios del ejercicio excéntrico en comparación al concéntrico en personas que se desplazan en silla de ruedas.

3.2 Objetivos secundarios

- Comprender la biomecánica del desplazamiento en silla de ruedas y su implicación muscular.
- Conocer los beneficios del ejercicio excéntrico aplicados al desplazamiento con silla de ruedas en comparación a los del ejercicio concéntrico.
- Conocer los beneficios generales del ejercicio excéntrico en cualquier tipo de población.

- Recoger información acerca de si el entrenamiento de fuerza tiene beneficios cardiovasculares.

4. Metodología.

4.1. Población específica de interés y contexto

En este estudio se han analizado y buscado estudios experimentales que tratan el entrenamiento con cargas concéntricas y excéntricas en personas que usen la silla de ruedas manual como método de desplazamiento. Revisando la literatura actual que se relaciona con el tema de estudio, nos encontramos que la evidencia publicada es escasa, y por este motivo, se han elegido estudios que realicen programas de fuerza en este tipo de población, tengan o no lesión en la extremidad superior.

4.2. Exposición de interés.

Todas aquellas personas que se desplazan con silla de ruedas manual (la más generalizada), tienden a tener una alta incidencia de lesiones de hombro debido a la exigente tarea que resulta ser la propulsión de esta silla de ruedas, no únicamente a causa de las cargas mecánicas soportadas durante la propulsión sino que también la técnica de propulsión es influyente. Por este motivo el factor de riesgo más claro para sufrir lesiones musculoesqueléticas en la extremidad superior en usuarios que se desplazan en silla de ruedas es el propio desplazamiento en silla de ruedas: tanto su acción repetitiva durante la ejecución, como su propia técnica de ejecución.

4.3. Resultado o evento de interés

La búsqueda de información relacionada con el tema de estudio se realizará basada en la hipótesis de que el entrenamiento excéntrico tiene mayores beneficios a nivel de producción de fuerza y cardiorespiratorios en comparación al ejercicio concéntrico en usuarios que usen la silla de ruedas manual como método de desplazamiento.

4.4. Criterios de selección y/o elegibilidad

Los requisitos para que los estudios fueran incluidos en la revisión debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

4.4.1. Criterios de inclusión

- Artículos de investigación publicados en inglés o español.
- Artículos de investigación publicados entre los años 2014 y 2022, ambos incluidos.
- Estudios de investigación tipo estudios piloto, ensayos clínicos y ensayos clínicos aleatorizados.
- Los participantes estudiados deberán ser usuarios con movilidad reducida de extremidad inferior con una funcionalidad completa de las extremidades superiores.

4.4.2. Criterios de exclusión.

- Artículos publicados en cualquier idioma excepto español o inglés.
- Artículos no publicados entre los años 2014 y 2022.
- Artículos duplicados.

4.5. Fuentes de información y búsqueda

La búsqueda de la información se llevó a cabo a través de las bases de datos, PubMed, Sportdiscus, Science Direct y Scopus durante los meses de Diciembre a Febrero. Para esta revisión se utilizaron los términos: wheelchair/ wheelchair users en conjunto a function disability, eccentric exercise/training, concentric exercise/ training, handrim, upper extremity, injury, strength y benefits.

Para la recopilación de información se seleccionaron revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos, ensayos clínicos aleatorizados y estudios piloto que trataran la comparación de beneficios y ventajas entre el ejercicio excéntrico y el concéntrico; las lesiones osteomusculares de extremidad superior generadas a causa del desplazamiento en silla de ruedas; y la biomecánica del usuario durante el desplazamiento en silla de ruedas. Tras la búsqueda de información se recogieron todos los

estudios que cumplieran con los criterios de inclusión para el análisis de datos, seleccionando únicamente estudios tipo ensayo clínico aleatorizado y ensayo clínico.

Las ecuaciones de búsqueda para la base de datos PubMed fueron las siguientes:

1. ((physical disability[Title/Abstract]) OR (function disability[Title/Abstract])) OR (physical disorder[Title/Abstract]) / (conventional rehabilitation[Title/Abstract]) OR (traditional rehabilitation[Title/Abstract]) / training[Title/Abstract]
2. (eccentric training[Title/Abstract]) AND (concentric training[Title/Abstract])
3. ((wheelchair[MeSH Terms]) AND (glenohumeral[tiab])) AND (upper extremity[Title/Abstract])
4. ((wheelchair[Title/Abstract]) AND (velocity [Title/Abstract]) AND training.
5. ((Pushrim [Title/Abstract]) AND (training [Title/Abstract]))
6. (wheelchair[MeSH Terms]) AND (biomechanics[MeSH Terms])

4.6. Valoración metodológica

Para valorar la calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos no aleatorizados se han usado la escala de valoración metodológica PEDro (Figura 1. adjunta en el apartado de anexos) y la NewCastle Ottawa scale (Figura 2. adjunta en el apartado de anexos), respectivamente.

La escala PEDro tiene 11 criterios y se otorga un punto por cada criterio cumplido. El criterio 1 influye en la validez externa del ensayo clínico pero no en la interna, por lo que no se tiene en cuenta en la puntuación total. Se considera que los estudios que consiguen una puntuación de 9-10 en la escala PEDro, tienen una calidad metodológica excelente. Los estudios con una puntuación entre 6-8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4-5 una calidad regular y, por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica.

La escala de Newcastle-Ottawa es una herramienta que se utiliza para evaluar la calidad de los estudios no aleatorios incluidos en una revisión sistemática y/o en un metanálisis. Con esta herramienta, cada estudio se juzga en función de ocho puntos, clasificados en tres grupos: la selección de los grupos de estudio; la comparabilidad de los grupos; y la determinación de la exposición o el resultado de interés para los estudios de casos y controles o de cohortes, respectivamente. Las estrellas concedidas para cada elemento de calidad sirven como evaluación visual rápida. Las estrellas se conceden de forma que los estudios de mayor calidad reciben hasta nueve estrellas.

4.7. Variables de medición

4.7.1. Variable de medición primaria: fuerza muscular

Las variable de medición primaria buscada en la bibliografía para la interpretación de resultados a lo largo de la revisión se basará en los valores mostrados en las distintas dinamometrías de los estudios que investiguen los cambios en valores de fuerza en la extremidad superior de la principal musculatura implicada en la acción de propulsión de la silla de ruedas: deltoides anterior y pectoral mayor [13]. La dinamometría se utiliza para objetivar los valores de fuerza de diferentes grupos musculares, tanto de las extremidades inferiores como de las superiores. Este tipo de medición resulta ser de gran utilidad para poder objetivar posibles déficits de fuerza o desequilibrios musculoesqueléticos.

4.7.2 Variable de medición secundaria: VO2 max.

La variable de medición secundaria en la que se basará la búsqueda de información será el consumo máximo de oxígeno o VO2max. Esta variable de medición valorará los cambios de los distintos pacientes en la capacidad para absorber, transportar y consumir oxígeno con el objetivo de evaluar su aptitud cardiorrespiratoria. Existe una gran relación entre la tasa de esfuerzo percibido (RPE) y el VO2 max, así como también existe una correlación entre la frecuencia cardíaca (FC) y el VO2 máx. [14], por lo que un incremento en los valores de VO2 max supondrá una supuesta mayor tolerancia cardiorrespiratoria a la realización del ejercicio.

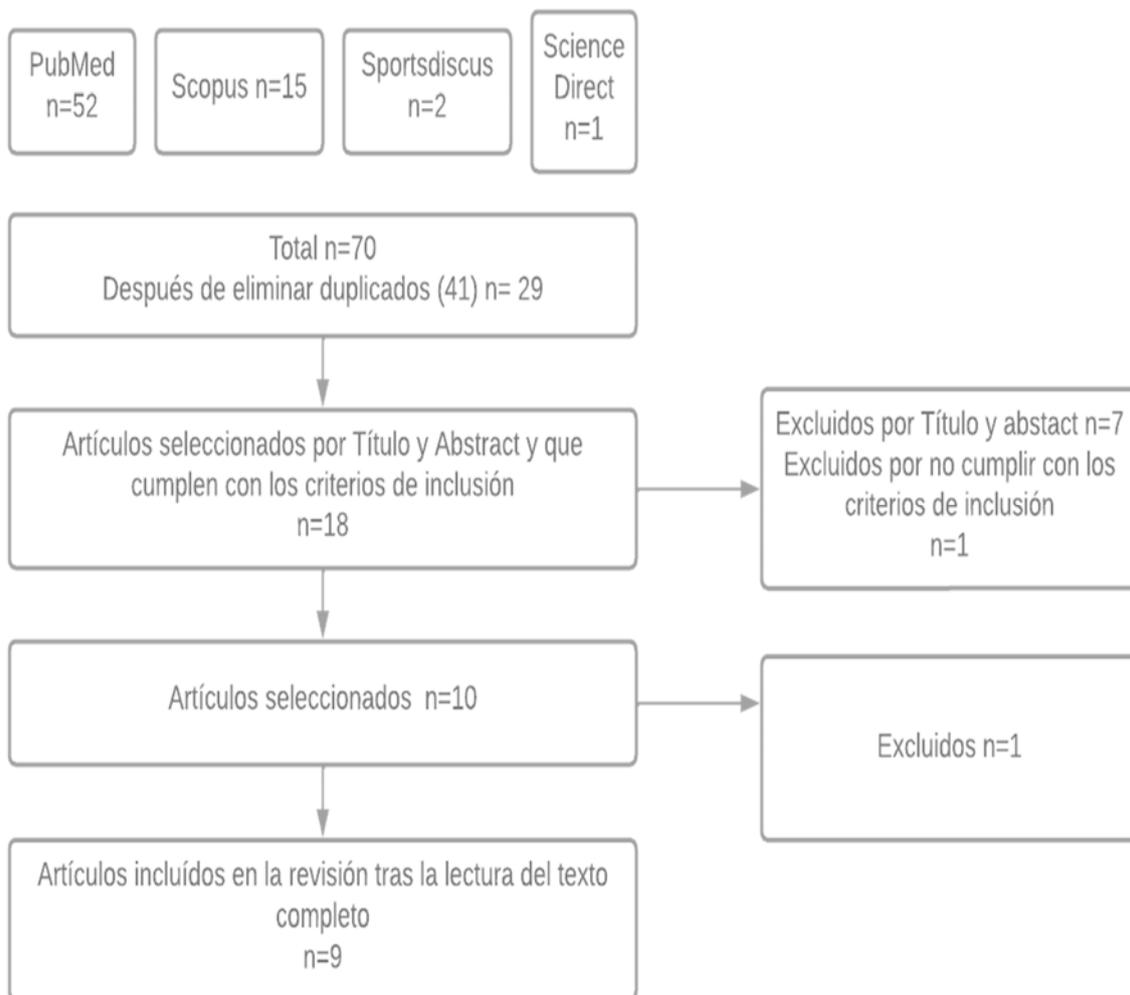
5. Resultados

5.1. Búsqueda de las variables de medición

Tras la eliminación de los artículos duplicados y la selección de los adecuados para la revisión (n=9), se recogieron los valores relacionados con las variables de medición propuestas: valores de fuerza en musculatura deltoides anterior y pectoral mayor (variable de medición primaria) y valores de consumo de oxígeno máximo o VO2 max. (variable de medición secundaria). La tabla 2 muestra estos distintos valores antes y después de la intervención, además de la duración de cada una de las intervenciones.

De los 9 estudios recogidos en la tabla, 2 de ellos tuvieron como objetivo comparar resultados de distintos programas de entrenamiento concéntrico y excéntrico, 1 aplicar un modelo de entrenamiento excéntrico de extremidad inferior a la superior, 3 probar la eficacia de un programa de entrenamiento de fuerza realizado en casa, 1 determinar cuál es la técnica de propulsión más eficaz tras un programa de entrenamiento de fuerza y 2 probar los efectos metabólicos y en valores de fuerza de cicloergómetros excéntricos y concéntricos.

Los estudios que agrupa la tabla son: 5 búsquedas originales, 2 artículos originales y 2 manuscritos del autor, de los cuales 5 son ensayos controlados y aleatorizados, 4 son ensayos clínicos. **Figura 1.**



2

5.2. Participantes

Un total de 293 usuarios y usuarias en silla de ruedas participaron en los diferentes estudios revisados, aunque la mayoría formaron parte de una intervención basada en la realización de ejercicio en casa con la ayuda de un entrenador personal (n=128/ 64 mujeres y 64 hombres) [9] y de otra intervención en la aplicación del entrenamiento excéntrico en personas diagnosticadas con síndrome subacromial (n=48 / 20 mujeres y 28 hombres) [8]. Una gran parte de los participantes de los estudios fueron hombres (n=179) y la otra menor fueron mujeres (n=114). Todos los estudios recogen información acerca de población adulta de entre 18 y 64 años excepto un estudio realizado por Lytle LL et. al en 2019 [15] el cual también incluye población de tercera edad de entre 18 y 64 años.

² Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda y elegibilidad de los artículos incluidos en la revisión.

5.3 Evaluación de la calidad metodológica de los estudios

Tras hacer la selección de los artículos, se ha realizado una evaluación de la calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados usando la escala PEDro y Newcastle Ottawa. Los resultados de la misma adjuntos en anexos 1 y 2 nos indican que: 2 RCT es de excelente calidad metodológica, 3 son de calidad buena y todos los ensayos clínicos no aleatorizados son de alta calidad metodológica.

Estudio	Publicación	Objetivo	Diseño	Metodología	n	Sexo	Edad	Sem. Int.	Pre-intervención		Post-intervención		Pre-intervención		Post-intervención	
									Valores F exc.	Valores F conc.	Valores F exc.	Valores F conc.	VO2 max exc.	VO2 max conc.	VO2 max exc.	VO2 max conc.
Lydia L. et. al 2019	Búsqueda original	Comparar las respuestas metabólicas, cardiorrespiratorias y perceptivas	Clinical Trial	Los participantes realizaron ensayos de 5 minutos de propulsión de brazo exocéntrico y concéntrico a ritmo isometabólico (35% del consumo máximo de oxígeno).	7	4 M y 3 F	18 - 70	-	-	-	-	-	23 ± 9	36±8	35±6	
Brittany B. et. al 2018	Búsqueda original	Determinar qué técnica de propulsión es más eficiente energéticamente para períodos largos de propulsión.	RCT	La fatiga muscular del hombro se midió mediante los cambios en la Tasa de Esfuerzo Percibido de Borg CR10 (RPE de Borg) y la fuerza de las extremidades superiores mediante un dinamómetro de mano. Los participantes fueron estudiados y asignados a una de las 2 condiciones de patrones de propulsión del brazo de la silla de ruedas.	18	18M	18 - 36	27	194 ± 38.74	-	-	-	-	-	-	
Rice I. et al. 2015	Búsqueda original	Examinar la eficacia y la viabilidad de una intervención multifactorial para aumentar la actividad física en el estilo de vida de las personas no ambulantes.	Pilot Study	Los participantes del grupo intervención recibieron sillas de ruedas manuales ultraligeras hechas a medida con entrenamiento de propulsión/habilidades, seguido de 3 meses de uso en casa con la silla de ruedas ultraligera hecha a medida	14	10 F y 4 M	18 - 64	12	Pectoral mayor: 12.5±2.9 Deltoides ant.: 19.7 ± 3.3	-	Pectoral mayor: 14.2 ± 4.4 Deltoides ant.: 22.2 ± 4.4	-	-	-	-	
Froehlich-Grobe, K. et al. 2014	Manuscrito del autor	Comparar la eficacia de dos intervenciones realizadas en el hogar para promover la adopción y el mantenimiento del ejercicio por parte de los usuarios de sillas de ruedas durante 12 meses.	RCT	El grupo apoyado por el personal (n= 69) recibió apoyo intensivo para el ejercicio, mientras que el grupo autoguiado (n= 59) recibió apoyo mínimo.	128	64 F y 64 M	46.5 ± 12.7	52	-	-	-	12.7	-	13.3	-	
Troy K. et al. 2014	Búsqueda original	Comparar los efectos del entrenamiento de la UBRE con un ergómetro de brazo estándar.	Clinical Trial	Se comparan los valores resultantes de las pruebas de ejercicio de fuerza repetidas en los dos grupos. Los resultados incluyen el cambio antes y después de la prueba en el dolor de hombro, la fuerza y la aptitud cardiorrespiratoria.	27	7 F y 20 M	34 - 40	12	-	-	-	-	16.5	-	18.8	
Vaan Straten M. et al. 2014	Manuscrito del autor	Probar la eficacia de un programa de ejercicios/tele-rehabilitación en casa para usuarios en sillas de ruedas manuales que tienen una lesión de la médula espinal y determinar si la intervención reduciría el dolor y aumentaría la función	Clinical Trial	Los sujetos realizaron un programa de ejercicios en sus casas utilizando la tele-rehabilitación con la supervisión de un profesional. Los datos iniciales y posteriores a la intervención se recogieron en un laboratorio de análisis del movimiento.	16	3 F y 13 M	18 - 64	12	Pectoral mayor: 24.3	-	Pectoral mayor: 28.3	-	-	-	-	
Eimer S. et al. 2017	Artículo original	Extender un modelo de entrenamiento exocéntrico a extremidades superiores y evaluar la eficacia de una intervención con un cicloergómetro exocéntrico.	Clinical Trial	Los participantes realizaron ejercicios de brazo concéntricos y exocéntricos 3x/semana mientras aumentaba la intensidad del entrenamiento.	17	7 F y 10 M	20 - 27	7	-	-	6 ± 8% W en cicloergómetro exocéntrico	-3 ± 7% W en cicloergómetro concéntrico	-	-	-	
Abonie, U et. al 2021	Artículo original	Evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de resistencia de la musculatura primaria involucrada en la propulsión manual usando contracciones concéntricas y exocéntricas.	RCT	El grupo entrenamiento realizó un programa de entrenamiento de resistencia de extremidad superior de 7 semanas (dos veces por semana, tres series de diez repeticiones en seis diferentes estaciones de ejercicio con una intensidad de ejercicio inicial del 60% de 1 repetición máxima (1RM) mientras que el grupo control no recibió entrenamiento.	18	18 M	18 - 40	7	-	Pectoral mayor y deltoides ant: 76.4 ± 26.3 1RM	-	Pectoral mayor y deltoides ant: 79.7 ± 23.4 1RM	28.4 ± 3.9	28.4 ± 3.9		
Eric J. et. al 2017	Búsqueda original	Comparar los resultados de personas con SA realizando un protocolo de entrenamiento exocéntrico de los rotadores externos del hombro en comparación con un protocolo de ejercicio general (GE).	RCT	Cuarenta y ocho personas con dolor crónico en el hombro y un diagnóstico clínico de SAPS se asignaron al azar a un grupo experimental que realizaba ETER o a un grupo de control que realizaba un programa GE.	48	20 F y 28 M	46.8 ± 17.29	6	Pectoral mayor: .168(.059)	-	Pectoral mayor: .203(.072)	-	-	-	-	

³ Tabla 2 de resultados de los estudios que recogen información de valores de fuerza excéntricos, concéntricos y consumo de oxígeno máximo pre- y post-intervención

6. Discusión

Variaciones en la fuerza muscular pre-intervención y post-intervención

Los resultados de los estudios **[4,16,19,8]** recogidos en la tabla 2 han sido analizados y han recogido información acerca de las variaciones en la fuerza muscular en usuarios que usan la silla de ruedas manual como método de desplazamiento.

Para la interpretación de resultados de la variación de fuerza muscular pre y post intervención se han seleccionado los distintos valores de fuerza tras la realización de dinamometrías en la musculatura pectoral y deltoides anterior. Rajendra B et. al 2019 **[2]** y Haubert L. et. al 2020 **[10]** realizaron estudios los cuales determinan a través de la electromiografía que la activación muscular predominante en la fase de desplazamiento con silla de ruedas manual (no confundir con la fase de propulsión inicial) es realizada por el pectoral mayor y deltoides anterior, pese que otros grupos musculares como el tríceps braquial o deltoides posterior también desempeñan un papel relevante para que este desplazamiento sea posible. Por ello, suponiendo que el aumento de fuerza excéntrica tendrá beneficios en la población investigada, los valores recogidos a través de los cuales se extraerán las conclusiones de la revisión serán los valores de fuerza excéntricos y concéntricos en pectoral mayor y deltoides anterior. Los estudios citados anteriormente **[4,16,19,8]** recogen valores pre y post intervención a través de dinamometrías. Dado que los datos recogidos en los diferentes estudios se analizan con dinamómetros diferentes, los valores en la producción de fuerza de los sujetos de estudio dependen del dinamómetro usado para el análisis, por lo tanto, no se mueven en un intervalo estandarizado (ejemplo: la dinamometría del estudio de Brittany B. et. al **[4]** se mueve en valores de 3 cifras, en cambio, los valores del estudio de Ulric S et. al se mueven en valores de 2). Además, dada la escasa bibliografía publicada acerca del entrenamiento excéntrico en este tipo de población, ciertos estudios analizados como son el de Brittany B. et. al **[4]** no determinan una variación de fuerza en un grupo muscular determinado, si no que únicamente nos muestran que el trabajo de fuerza (no específica si es concentrica o excéntrica) ha sido efectivo para la mejora del desplazamiento en silla de ruedas. En el caso del estudio de Van Strateen M. et al. 2014 **[19]** los valores recogidos en dinamometría se basan en la medición de fuerza isométrica en los rotadores internos tras un programa de ejercicios concéntricos y excéntricos realizados con gomas de resistencia. Para la interpretación de los resultados del estudio se ha supuesto que esta mejora en valores de fuerza de rotadores internos conlleva una mejora específica en toda la musculatura encargada de este movimiento, por lo que

determinamos que el programa realizado en el estudio de Van Strateen M. [19] et. al ha supuesto una mejora en valores de fuerza del pectoral mayor. Lo mismo sucede en el estudio de Eric J. et al [8], el cual realiza una intervención de 6 semanas de entrenamiento excéntrico para los rotadores externos del hombro. Pese a que la intervención sea destinada a la fuerza de rotadores externos, observamos mejoras también en los valores de rotadores internos, y consecuentemente suponemos que se ha dado una mejora en la fuerza muscular propia del pectoral mayor.

Por otro lado, en el estudio de Ulric A. et. al [1] se realiza un programa de fuerza-resistencia de 7 semanas de duración para ver si este tiene mejora en el desplazamiento en silla de ruedas. Tras la intervención se presentan mejoras en la cantidad de peso levantado tras 1RM en press de banca. La variación de la 1RM en este ejercicio se ha interpretado suponiendo que la dinamometría pre y post intervención se ha realizado con la misma ejecución técnica y únicamente han variado los valores de fuerza de la musculatura involucrada en la fase concéntrica de este ejercicio (deltoides anterior y pectoral mayor). Durante la intervención se realizaron ejercicios de fuerza concéntrica y excéntrica de brazos y hombro pero para el análisis de resultados del presente estudio solo se han utilizado los valores de 1 RM en press de banca, es decir, valores de fuerza de pectoral mayor y deltoides anterior. Suponiendo que el incremento de la 1RM conlleva consigo un aumento de fuerza en la musculatura agonista del ejercicio, llegamos a la conclusión que el press de banca es un método de trabajo de fuerza efectivo en usuarios que se desplazan en silla de ruedas manual.

Por último, vemos como el estudio de Elmer S. et. al [8] realiza una intervención de trabajo de fuerza-resistencia a través de un cicloergómetro excéntrico. El mecanismo que se emplea para el análisis de datos es el mismo que el de Ulric A. et. al. [1]. Tras la intervención con el cicloergómetro excéntrico se analizan los valores de potencia y se observa como aquellos sujetos que realizaron el programa con el cicloergómetro excéntrico presentan mayores cambios en la potencia de extremidades superiores en comparación a los del concéntrico. En la tabla 2 de resultados observamos que los valores que nos muestra el estudio únicamente hacen referencia al porcentaje de variación de la potencia tras la intervención, donde seis de los participantes presentaron mejoras en su potencia concéntrica máxima de extremidades superiores tras el programa de entrenamiento. Para la interpretación de estos resultados y siguiendo la ley de proporcionalidad en la fórmula ($\text{Potencia} = \text{Fuerza} \times \text{Velocidad}$) suponemos que el aumento de potencia conlleva consigo misma un aumento de fuerza o de velocidad. Entendiendo que a lo largo del estudio se ha realizado un programa para el aumento de fuerza y potencia supondremos que este aumento de potencia se ha dado únicamente por el incremento en valores de fuerza.

Variaciones en el consumo de oxígeno máximo pre-intervención y post-intervención

Los resultados de los estudios [1,19,9,15] recogidos en la tabla 2 han sido analizados y han recogido información acerca de las variaciones en el consumo de oxígeno máximo con el objetivo de determinar si el ejercicio excéntrico generaba mayores incrementos en el VO2 max. en comparación al concéntrico en este tipo de población. Tras la revisión de la bibliografía que únicamente el estudio de Lydia L. et. al [15] informa de valores de VO2 max. diferenciando el tipo de ejercicio realizado. Este estudio pretendía comparar las respuestas metabólicas y cardiorespiratorias entre el ciclismo excéntrico y el concéntrico y nos otorga todos los valores pre y post-intervención excepto el VO2 máx en ciclismo excéntrico pre-intervención. Para el análisis de resultados se ha supuesto que este consumo será muy semejante al del consumo concéntrico, por lo tanto, la mejora de estos valores post-intervención se ha determinado teniendo únicamente como valor de referencia el ejercicio concéntrico.

Para la interpretación de los demás estudios, los valores de consumo de oxígeno no han sido diferenciados según el tipo de ejercicio realizado, por lo que los valores que obtenemos para interpretar los resultados no varían en función de si el ejercicio ha sido concéntrico o excéntrico. En consecuencia, los resultados para la determinación de si el ejercicio excéntrico otorga mayores beneficios cardiorespiratorios tomando como referencia el VO2 max., no han podido ser concluyentes.

7. Conclusiones

El objetivo principal de esta revisión sistemática fue resumir los conocimientos actuales sobre la aplicación del ejercicio excéntrico en usuarios que se desplazan en silla de ruedas manual. Las variables de medición seleccionadas para la extracción de datos y conclusiones fueron: valores de fuerza excéntrica, valores de fuerza concéntrica y consumo de oxígeno máximo (VO2 max.).

Tal y como se ha investigado, el ejercicio excéntrico es un método con potencial para el desarrollo de la fuerza muscular en usuarios que se desplazan en silla de ruedas manual. A pesar de la escasa evidencia publicada, llegamos a la conclusión que el ejercicio excéntrico es un método efectivo para el desarrollo de la fuerza muscular en esta población pero no podemos asegurar de que sea más efectivo que el concéntrico en lo que a valores de fuerza refiere. Por otro lado, la determinación de si el ejercicio excéntrico otorga mayores beneficios cardiorespiratorios tomando como referencia el VO2 max., tampoco ha podido ser concluyente debido al escaso número de publicaciones que relacionan

el consumo de oxígeno máximo máximo con el ejercicio concéntrico y el excéntrico. No obstante, sí que podemos afirmar que la aplicación de programas de ejercicios de fuerza excéntrica supone una mejoría en valores de consumo de oxígeno máximo.

8. Implicación en la práctica profesional

Durante los últimos años el uso del ejercicio excéntrico como método de entrenamiento, rehabilitación y prevención de lesiones ha ido ganando importancia debido a su gran capacidad aplicativa. En varios estudios realizados se ha demostrado que hacer el movimiento cíclico con la pierna de manera excéntrica (en cicloergómetros que demandan acciones de contracción en estiramiento muscular) es más eficaz que el ejercicio concéntrico tradicional (en acortamiento muscular) para la mejora del tamaño muscular de las extremidades inferiores, la fuerza generada y la mejora de la capacidad funcional en una gran parte de poblaciones clínicas [15]. Además, otros estudios más recientes demuestran que el ejercicio excéntrico en las extremidades superiores realizados a una intensidad moderada (60-70% FcMax) otorga más mejoras en los valores de potencia y fuerza muscular en comparación al ejercicio concéntrico [8]. Tal y como dice la literatura todas aquellas personas que se desplazan en silla de ruedas necesitan una mínima condición física [5] para la propulsión de la silla. Esta propulsión se realiza gracias al movimiento repetitivo de las extremidades superiores y el cual consta de grandes implicaciones musculares (musculatura deltoidea, tríceps braquial, bíceps braquial, flexores y extensores de muñeca, pectoral mayor y trapecio) [5], pero mayormente predomina la activación del pectoral mayor y del deltoides anterior [2,10]. Además, las acciones producidas por los distintos grupos musculares se realizan de manera repetitiva y cíclica, hecho que comúnmente tiende a conducir a lesiones óseas y musculares [18,21], y por ello, la práctica de ejercicio en este tipo de población es fundamental para el mantenimiento de la salud y la calidad de vida.

Es necesario seguir investigando en cómo afecta el ejercicio excéntrico en esta población. Pese a que hay mucha literatura publicada acerca del ejercicio excéntrico y sus comparaciones con el concéntrico, aquella que relaciona el ejercicio excéntrico con usuarios que se desplazan con silla de ruedas manual es muy escasa. Durante la revisión se han investigado beneficios varios que conlleva el ejercicio excéntrico en la hipertrofia, fuerza y potencia muscular (tabla 1) y se ha hablado del componente preventivo que tiene para las lesiones por sobre elongación. Por este motivo, en una población tan expuesta a la realización de unos mismos movimientos y con tendencia a generar distintas patologías

de extremidad superior, es necesario aplicar una correcta pauta de ejercicios que favorezcan su desarrollo muscular, cardiorespiratorio y reduzcan el riesgo lesional al que se ven expuestos en su día a día para dispongan de un nivel de autonomía y funcionalidad lo más alto posible.

9. Cronograma

Etapas del proyecto	Diciembre				Enero				Febrero			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS												
Revisión bibliográfica												
Redacción del marco teórico y antecedentes												
Redacción de la justificación y objetivos												
METODOLOGÍA												
Definición de la pregunta de investigación												
Definición de las palabras clave												
Búsqueda bibliográfica												
Selección de los estudios												
Lectura de los artículos seleccionados												
Valoración metodológica												
Extracción de datos												
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO												
DEFENSA DEL TRABAJO												

	Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS												
Revisión bibliográfica												
Redacción del marco teórico y antecedentes												
Redacción de la justificación y objetivos												
METODOLOGÍA												
Definición de la pregunta de investigación												
Definición de las palabras clave												
Búsqueda bibliográfica												
Selección de los estudios												
Lectura de los artículos seleccionados												
Valoración metodológica												
Extracción de datos												
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO												
DEFENSA DEL TRABAJO												

	Junio			
	1	2	3	4
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS				
Revisión bibliográfica				
Redacción del marco teórico y antecedentes				
Redacción de la justificación y objetivos				
METODOLOGÍA				
Definición de la pregunta de investigación				
Definición de las palabras clave				
Búsqueda bibliográfica				
Selección de los estudios				
Lectura de los artículos seleccionados				
Valoración metodológica				
Extracción de datos				
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO				
DEFENSA DEL TRABAJO				

10. Referencias bibliográficas

1. Abonie, U. S., Albada, T., Morrien, F., van der Woude, L., & Hettinga, F. (2022). Effects of 7-week resistance training on handcycle performance in able-bodied males. *International Journal of Sports Medicine*, 43(1), 46-54. <https://doi.org/10.1055/a-1373-6033>
2. Babu Rajendra Kurup, N., Puchinger, M., & Gfoehler, M. (2019). A preliminary muscle activity analysis: Handle based and push-rim wheelchair propulsion. *Journal of Biomechanics*, 89, 119-122. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.04.011>
3. Balius R., Pedret C. 2013. *Lesiones musculares en el deporte*. Editorial Panamericana.
4. Bickelhaupt, B., Oyama, S., Benfield, J., Burau, K., Lee, S., & Trbovich, M. (2018). Effect of Wheelchair Stroke Pattern on Upper Extremity Muscle Fatigue. *PM&R*. doi:10.1016/j.pmrj.2018.03.022
5. Błażkiewicz M, Wiszomirska I, Fiok K, Mróz A, Kosmol A, Mikicin M, et al. Comparison of muscle activity during hand rim and lever wheelchair propulsion over flat terrain. *Acta Bioeng Biomech [Internet]*. 2019;21(3):67–74.
6. CE García, AS Sánchez - Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. *Boletín del RPD*, 2001 - Disponible en: ciapat.org
7. Chaconas, E. J., Kolber, M. J., Hanney, W. J., Daugherty, M. L., Wilson, S. H., & Sheets, C. (2017). Shoulder external rotator eccentric training versus general shoulder exercise for subacromial pain syndrome: A randomized controlled trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(7), 1121–1133.
8. Elmer, S. J., Anderson, D. J., Wakeham, T. R., Kilgas, M. A., Durocher, J. J., Lindstedt, S. L., & LaStayo, P. C. (2017). Chronic eccentric arm cycling improves maximum upper-body strength and power. *European Journal of Applied Physiology*, 117(7), 1473–1483. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3642-9>
9. Froehlich-Grobe, K., Lee, J., Aaronson, L., Nary, D. E., Washburn, R. A., & Little, T. D. (2014). Exercise for everyone: A randomized controlled trial of project workout on wheels in promoting exercise among wheelchair users. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(1), 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.07.006>

10. Haubert, L. L., Mulroy, S. J., Requejo, P. S., Maneekobkunwong, S., Gronley, J. K., Rankin, J. W., Rodriguez, D., & Hong, K. (2020). Effect of reverse manual wheelchair propulsion on shoulder kinematics, kinetics and muscular activity in persons with paraplegia. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 43(5), 594–606. <https://doi.org/10.1080/10790268.2019.1570436>
11. Harris-Love MO, Gollie JM, Keogh JWL. Eccentric Exercise: Adaptations and applications for Health and performance. *J Funct Morphol Kinesiol [Internet]*. 2021 ;6(4):96.
12. Institute for Musculoskeletal Health: PEDro Scale (spanish version) [Internet]. Sydney, Australia: University of Sydney & Sydney Local Health District; 2020 Nov 2; Available from: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale>
13. Ybois S, Siegel A, Bascou J, Eydieux N, Vaslin P, Pillet H, et al. Shoulder kinetics during start-up and propulsion with a manual wheelchair within the initial phase of uninstructed training. *Disabil Rehabil Assist Technol [Internet]*. 2018;13(1):40–6.
14. Yan H, Archambault PS. Augmented feedback for manual wheelchair propulsion technique training in a virtual reality simulator. *J Neuroeng Rehabil [Internet]*. 2021 ;18(1):142.
15. Lytle LL, Dannenbring JL, Kilgas MA, Elmer SJ. Eccentric arm cycling: A potential exercise for wheelchair users. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2019;100(5):914–22.
16. Rice, I. M., Rice, L. A., & Motl, R. W. (2015b). Promoting physical activity through a manual wheelchair propulsion intervention in persons with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(10), 1850-1858. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.06.011>
17. Slowik JS, Requejo PS, Mulroy SJ, Neptune RR. The influence of wheelchair propulsion hand pattern on upper extremity muscle power and stress. *J Biomech [Internet]*. 2016;49(9):1554–61.
18. Slowik JS, McNitt-Gray JL, Requejo PS, Mulroy SJ, Neptune RR. Compensatory strategies during manual wheelchair propulsion in response to weakness in individual muscle groups: A simulation study. *Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet]*. 2016 ;33:34–41.

19. Troy, K. L., Munce, T. A., & Longworth, J. A. (2015). An exercise trial targeting posterior shoulder strength in manual wheelchair users: pilot results and lessons learned. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 10(5), 415-420. <https://doi.org/10.3109/17483107.2014.905644>

20. Van Straaten, M. G., Cloud, B. A., Morrow, M. M., Ludewig, P. M., & Zhao, K. D. (2014). Effectiveness of home exercise on pain, function, and strength of manual wheelchair users with spinal cord injury: a high-dose shoulder program with telerehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(10), 1810-1817.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.004>

21. Walford SL, Requejo PS, Mulroy SJ, Neptune RR. Predictors of shoulder pain in manual wheelchair users. *Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet]*. 2019 ;65:1–12.

11. Anexos

Anexo 1. Escala de valoración PEDro

Autores/as y año	Titulo	Criterios	Sí	No	No específica	Puntuación
Brittany B. et. al 2018	Effect of Wheelchair Stroke Pattern on Upper Extremity Muscle Fatigue	Los criterios de elección fueron especificados	X			
		Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	X			
		La asignación fue oculta	X			
		Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X			
		Todos los sujetos fueron cegados	X			
		Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados		X		
		Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados			X	
		Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X			
		Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X			
		Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X			
		El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X			8/10
Abonie U et. al 2021	Effects of 7-week resistance training on handcycle performance in able-bodied males	Los criterios de elección fueron especificados	X			
		Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	X			
		La asignación fue oculta		X		
		Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X			
		Todos los sujetos fueron cegados		X		
		Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados		X		
		Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados		X		
		Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X			
		Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X			
		Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X			
		El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X			6/10

Froehlich-Grobe K. et al. 2014	Exercise for Everyone: A randomized controlled trial of Project Workout On Wheels in promoting exercise among wheelchair users	Los criterios de elección fueron especificados	X		
		Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	X		
		La asignación fue oculta	X		
		Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X		
		Todos los sujetos fueron cegados		X	
		Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados			X
		Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	X		
		Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X		
		Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X		
		Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X		
		El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X		
				8/10	

Eric J. et . al 2017	Shoulder external rotator eccentric training versus general shoulder exercise for SA pain syndrome: a randomized controlled trial	Los criterios de elección fueron especificados	X		
		Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	X		
		La asignación fue oculta	X		
		Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X		
		Todos los sujetos fueron cegados			X
		Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados			X
		Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados			X
		Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X		
		Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X		
		Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X		
		El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	x		
				7/10	

Rice I. et al. 2015	Promoting physical activity through a Manual wheelchair propulsion intervention in Persons with multiple sclerosis	Los criterios de elección fueron especificados	X		
		Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	X		
		La asignación fue oculta		X	
		Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X		
		Todos los sujetos fueron cegados		X	
		Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados		X	
		Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados		X	
		Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X		
		Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X		
		Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X		
		El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X		
				6/10	

Anexo 2. Escala de valoración Newcastle Ottawa

ESTUDIO: Eccentric arm cycling: A potential exercise for wheelchair users

SELECTION

- 1) *Is the case definition adequate?*
 - a) **yes, with independent validation**
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description

- 2) *Representativeness of the cases*
 - a) **consecutive or obviously representative series of cases**
 - b) potential for selection biases or not stated

- 3) *Selection of Controls*
 - a) **community controls**
 - b) hospital controls
 - c) no description

- 4) *Definition of Controls*
 - a) **no history of disease (endpoint)**
 - b) no description of source

COMPARABILITY

- 1) *Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis*
 - a) **study controls for metabolic, cardiorespiratory, and perceptual response**
 - b) study controls for any additional factor

EXPOSURE

- 1) *Ascertainment of exposure*
 - a) **secure record (eg surgical records)**
 - b) structured interview where blind to case/control status
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description

- 2) *Same method of ascertainment for cases and controls*
 - a) **yes**
 - b) no

- 3) *Non-Response rate*
 - a) **same rate for both groups**
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

ESTUDIO: Effectiveness of home exercise on pain, function, and strength of manual wheelchair users with spinal cord injury: A high-dose shoulder program with telerehabilitation

SELECTION

- 1) *Is the case definition adequate?*
 - a) **yes, with independent validation**
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description

- 2) *Representativeness of the cases*
 - a) **consecutive or obviously representative series of cases**
 - b) potential for selection biases or not stated

- 3) *Selection of Controls*
 - a) **community controls**
 - b) hospital controls
 - c) no description

- 4) *Definition of Controls*
 - a) **no history of disease (endpoint)**
 - b) no description of source

COMPARABILITY

- 1) *Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis*
 - a) **study controls for pain and function**
 - b) study controls for any additional factor

EXPOSURE

- 1) *Ascertainment of exposure*
 - a) **secure record (eg surgical records)**
 - b) structured interview where blind to case/control status
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description

- 2) *Same method of ascertainment for cases and controls*
 - a) **yes**
 - b) no

- 3) *Non-Response rate*
 - a) **same rate for both groups**
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

ESTUDIO: An exercise trial targeting posterior shoulder strength in manual wheelchair users

SELECTION

- 1) *Is the case definition adequate?*
 - a) **yes, with independent validation**
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description

- 2) *Representativeness of the cases*
 - a) **consecutive or obviously representative series of cases**
 - b) potential for selection biases or not stated

- 3) *Selection of Controls*
 - a) **community controls**
 - b) hospital controls
 - c) no description

- 4) *Definition of Controls*
 - a) **no history of disease (endpoint)**
 - b) no description of source

COMPARABILITY

- 1) *Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis*
 - a) **study controls for pre- versus post-test change in shoulder pain, strength and cardiorespiratory fitness**
 - b) study controls for any additional factor

EXPOSURE

- 1) *Ascertainment of exposure*
 - a) **secure record (eg surgical records)**
 - b) structured interview where blind to case/control status
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description

- 2) *Same method of ascertainment for cases and controls*
 - a) **yes**
 - b) no

- 3) *Non-Response rate*
 - a) **same rate for both groups**
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

ESTUDIO: Chronic eccentric arm cycling improves maximum upper-body strength and power

SELECTION

- 1) *Is the case definition adequate?*
 - a) **yes, with independent validation**
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description

- 2) *Representativeness of the cases*
 - a) **consecutive or obviously representative series of cases**
 - b) potential for selection biases or not stated

- 3) *Selection of Controls*
 - a) **community controls**
 - b) hospital controls
 - c) no description

- 4) *Definition of Controls*
 - a) **no history of disease (endpoint)**
 - b) no description of source

COMPARABILITY

- 1) *Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis*
 - a) **study controls for in muscular function**
 - b) study controls for any additional factor

EXPOSURE

- 1) *Ascertainment of exposure*
 - a) **secure record (eg surgical records)**
 - b) structured interview where blind to case/control status
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description

- 2) *Same method of ascertainment for cases and controls*
 - a) **yes**
 - b) no

- 3) *Non-Response rate*
 - a) **same rate for both groups**
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

