

Universidad de Sevilla
Grado en Ciencias de la actividad física y el
deporte

Trabajo fin de Grado

Mejora de la salud y la condición física a
personas con lesión medular a través del
entrenamiento



Autor: José Mario Romero Solís

Universidad de Sevilla

Asignatura: Trabajo fin de Grado

Curso: 4º

Titulación: Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Tutor: D. Raúl Domínguez Herrera

Fecha: 15/06/2021

Abreviaturas

- ACSM: American college of Sport Medicine.
- ADA: American Diabetes Association.
- AGS: American Geriatrics Society.
- AHA: American Heart Association.
- ASIA: American Spinal Injury Association.
- FC: Frecuencia cardíaca.
- HDL-C: Niveles bajos de la lipoproteína-colesterol de alta densidad.
- LDL-C: Lipoproteínas de baja densidad-colesterol.
- Min: Minutos
- NCEP: National Cholesterol Educational Program.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- Rep: Repeticiones.
- RM: Repetición máxima.
- VO₂máx: Consumo de oxígeno máximo.

Resumen

Antecedentes: La mayoría de la población con lesión medular presenta una inactividad diaria muy elevada, por ello la práctica de programas de actividad física sería positivo para esta población. **Objetivos:** El objetivo principal de este programa es crear una propuesta de entrenamiento de fuerza y resistencia para la población lesión medular. **Metodología:** La intervención se llevará a cabo durante tres meses, la cual contiene tres mesociclos. Se ha optado por entrenar tres días a la semana, con un volumen de tres series de 8-12 repeticiones y a una intensidad del 50-60% de 1 RM (con sus respectivos ajustes mensuales) en cuanto al entrenamiento de resistencia, un volumen de entre 20-40 minutos y una intensidad del 50-70% de $VO_{2m\acute{a}x}$ (con sus respectivos ajustes mensuales). **Resultados:** Los resultados propuestos, son basados en otros entrenamientos ya realizados con dicha población y a la máxima realidad posible. Se espera una mejora del 20% en los niveles de fuerza de cada ejercicio propuesto y un 30% en la mejora del $VO_{2m\acute{a}x}$. Además de crear una alta adherencia hacia el programa. **Conclusiones:** se espera conseguir la mayor adherencia posible al entrenamiento y así conseguir los resultados definidos para el entrenamiento de fuerza y resistencia.

Palabras claves: Fuerza; resistencia; silla de ruedas.

Abstract

Background: Most of the population with spinal cord injury presents a very high daily inactivity, therefore the practice of physical activity programs would be positive for this population. **Objectives:** The main objective of this program is to create a strength and resistance training proposal for the spinal cord injury population. **Methodo:** The intervention will be carried out for three months, which contains three mesocycles. It has been chosen to train three days a week, with a volumen of three series of 8-12 repetitions and an intensity of 50-60% of 1 RM (with their respective monthly adjustments) in terms of resistance training, a volume of between 20-40 minutes an intensity of 50-70% of $VO_{2m\acute{a}x}$ (with their respective monthly adjustments). **Results:** The proposed results are based on other training already carried out with said population and to the maximum possible reality. A 20% improvement is expected in strength levels for each proposed exercise and a 30% improvement in $VO_{2m\acute{a}x}$. In addition to creating a high adherence to the program. **Conclusions:** It is expected to achieve the greatest possible adherence to training and thus achieve the defined results for strength and resistance training.

Key words: endurance; strength; wheelchair

Índice

1. Introducción y justificación.....	8
2. Marco teórico.....	9
2.1. Beneficios de la actividad física y deporte.....	9
2.2. Requerimientos de la actividad física.....	11
2.3. Las lesiones medulares.....	13
2.4. Efectos de la lesión medular en la salud de las personas.....	15
2.5 Efectos de la actividad física en la población con lesión medular.....	16
2.6. Consideraciones a tener en cuenta en los programas de ejercicios en población con lesión medular.....	19
3. Objetivos.....	21
4. Metodología.....	22
4.1. Descripción general de la intervención.....	22
4.2. Objetivos de la intervención.....	22
4.3. Contenidos y distribución temporal de la intervención.....	24
4.4. Metodología: métodos de entrenamientos.....	25
4.5. Evaluación de la intervención.....	30
4.5.1. Control de asistencia diaria.....	30
4.5.2. Prueba de fuerza isoinercial.....	30
4.5.3. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria.....	31
5. Resultados.....	32
5.1. Control de asistencia diaria.....	32
5.2. Prueba de fuerza isoinercial.....	32
5.3. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria.....	33
6. Discusión.....	34
7. Conclusiones.....	36
8. Bibliografía.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Recomendaciones de actividad física adaptado a partir de diferentes organismos.....	13
Tabla 2. Escala de grados de lesión medular según la ASIA Impairment Scale....	14
Tabla 3. Recomendaciones mínimas de actividad física y deporte para lesionados medulares.....	18
Tabla 4. Distribución temporal del programa de entrenamiento.....	24
Tabla 5. Evolución de las cargas en el entrenamiento de fuerza.....	28
Tabla 6. Evolución de las cargas en el entrenamiento de resistencia.....	29
Tabla 7. Asistencia del grupo al programa de entrenamiento.....	32
Tabla 8. Efectos que se podrían provocar en el 1RM (kg) tras el entrenamiento de fuerza.....	33
Tabla 9. Efectos que podría provocar el entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria en el $VO_{2máx}$	33

Índice de figuras

Figura 1. Ejercicio de press militar.....	25
Figura 2. Ejercicio de remo horizontal.....	25
Figura 3. Ejercicio de peck-deck.....	26
Figura 4. Ejercicio de curl predicador.....	26
Figura 5. Ejercicio de pull-down.....	26
Figura 6. Ejercicio de dips.....	27
Figura 7. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria.....	31

1. Introducción y justificación

Hoy en día, existen muy pocos estudios en relación con el tema tratado, la mayoría de lesionados medulares no realizan actividad física ni deporte, por eso es importante la implantación de un programa que mejore los niveles de salud y calidad de vida. Los beneficios que se pueden conseguir en esta población son innumerables, siendo importante crear una adherencia al programa para que así el entrenado disfrute del proceso.

A la hora de elegir dicho tema es por lo ya comentado anteriormente la escasez de estudios y proponer una ayuda a la asociación de lesionados medulares con la que se trabaja en mi pueblo. Gracias a ello, se puede impulsar dicho programa y así llegar a otras personas situados en diferentes puntos geográficos. Al ser un programa de iniciación toda persona podrá realizar sin ningún problema.

Es por lo que en esta intervención se propone un entrenamiento de fuerza y un entrenamiento de resistencia, los cuales deben ir de la mano, según lo estudiado, ya que potencia y mejora los niveles de fuerza y resistencia, además se quiere conseguir que las actividades del día a día se resuelvan con solvencia y con ayuda menor a la necesitada. La intervención será llevada a cabo durante tres meses, la cual, tendrá diferentes fases, para la consecución de los objetivos. Se tiene en cuenta que se utilizará máquinas de placas dirigidas, ergómetros tanto de brazos como de silla de ruedas, para así obtener los resultados esperados, en función del entrenamiento realizado.

Por último y no menos importante se tratará de crear una adherencia hacia el programa y no solo a éste, sino a la actividad física y deporte. Una vez finalizada la intervención que los deportistas, en este caso, lesionados medulares sigan realizando ejercicio físico y deporte para así evitar todas esas enfermedades y obtener los beneficios correspondientes.

2. Marco teórico

2.1. Beneficios de la actividad física y el deporte

La inactividad física está cada vez más presente en todos los países, provocando enfermedades intransmisibles y problemas en la salud general. La población se encuentra ante un gran problema como es el sedentarismo y la falta de ejercicio físico. Esto se debe a la disminución del uso de fuerza física en las actividades laborales, los sistemas de transporte, el consumo de alimentos altos en calorías, el abuso de drogas y el uso de nuevas tecnologías; las anteriores demandas afectan la salud mental y la calidad de vida psicológica de la sociedad (Moscoso et al. 2009), además así lo confirma la Organización Mundial de la Salud (2010), un 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud, constituyéndose en el cuarto factor de riesgo más importante de mortalidad en todo el mundo (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2010). Según diversos autores, realizar treinta minutos de actividad física diaria proporciona beneficios en la salud importantes (Jacoby, Bull, & Neiman, 2003)

La OMS en 2001, informó de la importancia de la actividad física y el deporte como elemento favorecedor de la longevidad y la calidad de vida (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2001). De esto modo La OMS (2001) indicó que la práctica de actividad físico-deportiva tiene un efecto positivo sobre la salud física y mental debido a que produce liberación de endorfinas, por lo que ocurre una reducción de la ansiedad, depresión y estrés, cualquier tipo de actividad física de alto o bajo impacto, liberan sustancias que actúan directamente sobre el cerebro produciendo sensación de bienestar y relajación inmediata (Barbosa Granados & Urrea Cuéllar, 2018). Además, inhiben los nociceptores que transmiten el dolor, generando efectos analgésicos y sedantes (Paffenbarger, Lee, & Leung, 2004).

Por lo tanto, la práctica de deporte y actividad física son herramientas que benefician tanto a la salud física como la salud mental, las participaciones basadas en la actividad física son de eficacia probada y asociadas positivamente a las intervenciones en salud mental (Barbosa Granados & Urrea Cuéllar, 2018). Señalando de esta manera que existe una relación positiva entre los niveles altos de actividad física y un menor riesgo de padecer enfermedades de carácter físico y/o mental (Weinek, 2001).

La práctica de actividad física provoca importantes adaptaciones a nivel cardiovascular que son principalmente: aumento del volumen sistólico, incremento del volumen de las cavidades cardíacas y los grosores parietales, disminución de la frecuencia cardíaca tanto en reposo como en ejercicio de intensidad submáxima y mejora de la perfusión miocárdica (Boraita Pérez, 2008). La práctica de ejercicio físico provoca un aumento de las cámaras cardíacas, tanto de sus volúmenes como de los espesores parietales. El ejercicio físico también produce una reducción de la frecuencia cardíaca en reposo, y durante el ejercicio físico esto produce un aumento del volumen latido (Cordero, Masiá, & Galve, 2014). Otra adaptación beneficiosa que el ejercicio causa es la mejora de la circulación coronaria, que se debe, entre otro, al fenómeno de capilarización, consiste en un aumento de la densidad capilar y es proporcional al engrosamiento de la pared miocárdica, provocando el aumento del flujo sanguíneo coronario (Cordero, Masiá, & Galve, 2014).

Así mismo, se podría decir que los principales beneficios de la actividad física y el deporte en el ámbito físico son: reducción del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (CSD, 2010; Koba et al., 2011; Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras, 2012), disminución de la mortalidad por cardiopatía isquémica (CSD, 2010; Koba, y otros, 2011), prevención y/o retraso del desarrollo de hipertensión arterial y disminución de los valores de la tensión arterial en las personas hipertensas (CSD, 2010; Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras, 2012), reducción de riesgo de accidente cerebro-vascular (Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras, 2012), aumento del flujo sanguíneo e intercambio capilar (Serra & Guillaumet, 2004), mejora del perfil lipídico en la sangre (reducción de triglicéridos y aumento del colesterol HDL) (CSD, 2010; Koba et al., 2011), ayuda al control y regulación de los niveles de glucosa en sangre. Disminuye el riesgo de padecer diabetes mellitus no insulino dependiente o tipo II (CSD, 2010), mejora la digestión, optimizando la regulación del ritmo intestinal (CSD, 2010), incremento de la utilización de la grasa corporal como sustrato energético, por lo que ayuda en el control del peso, previniendo el sobrepeso y la obesidad (CSD, 2010; Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras, 2012), mantenimiento y mejora de la fuerza y resistencia muscular. En general, mejora de la aptitud musculoesquelética (CSD, 2010; Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras, 2012), ayuda al mantenimiento de la estructura y función de las articulaciones (CSD, 2010), en los niños, ayuda a establecer unos hábitos de vida cardio saludables y a combatir factores de riesgo (obesidad, hipertensión,

hipercolesterolemia, etc.) y desarrollo de enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (CSD, 2010), en los mayores, reduce el riesgo de limitación funcional y discapacidad física, caídas y pérdida de la función cognitiva y, en general, a atenuar los efectos del envejecimiento y aumenta la longevidad (Blasco, 1994; Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soteras, 2012)

El ejercicio físico y deporte también produce adaptaciones estructurales, sobre todo con el entrenamiento de la fuerza, los cambios en la composición corporal están asociados no solo con aumentos en el rendimiento físico, sino también con beneficios para la salud (Fleck & Kraemer, 2014). Las adaptaciones más relevantes sobre la composición corporal destaca el incremento de tamaño de la sección transversal de las fibras musculares (hipertrofia muscular) (Brandenburg & Docherty, 2006; Jonathan, Williams, & Williams, 2007), la mejora de la densidad mineral ósea, especialmente en los lugares cercanos a los músculos que intervienen en el ejercicio (Becerro, 2000), así como el aumento de la densidad del hueso, haciéndolo más resistente (Warburton, Gledhill, & Quinney, 2001) y la disminución de los valores de masa grasa corporal (Becerro, 2000).

Se debe empoderar a las personas de todas las edades y condiciones desarrollando programas que disminuyan los factores de riesgo que comienzan en la infancia y aumenta con la edad; trasladando consigo un detrimento de la calidad de vida y muerte prematura. Esto implica que la actividad deportiva puede considerarse como un elemento central y fundamental en los programas de políticas en promoción de la salud (Barbosa Granados & Urrea Cuéllar, 2018).

2.2. Requerimientos de la actividad física

El sedentarismo se está convirtiendo en una auténtica epidemia en la mayoría de los países a su favor, la actividad física reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiacas, diabetes y algunos tipos de cáncer, puede controlar mejor el peso y la salud de huesos y músculo y presenta indudables beneficios psicológicos (Márquez, Rodríguez, & De Abajo, 2006).

La vida se ha tornado más cómoda pero paradójicamente resulta más complicado encontrar el tiempo y la motivación para realizar cualquier tipo de ejercicio, observando una escasa participación en actividad física durante el tiempo libre y un aumento en el

comportamiento sedentario durante actividades ocupacionales y domésticas (Marín & Aun, 2010; Owen, Leslie, Salmon, & Fotheringham, 2000)

Las personas con lesiones medulares suelen tener vidas sedentarias (Dearwater, y otros, 1986; Bernard, Mercier, & Varray, 2000), lo que produce una alteración en la composición corporal con incrementos en la grasa abdominal y un aumento del peso corporal, esto explica la baja condición física de los lesionados medulares y su mayor riesgo de morbilidad cardiovascular y mortalidad (Washburn & Figoni, 1998; Bauman & Spungen, 1994).

La pérdida de condición física en las personas con lesión medular provoca además disminución de la resistencia cardiorrespiratoria y muscular, comprobado en una prueba de ejercicios de brazo equivalente a realizar actividades de la vida cotidiana (Noreau, Shephard, Simard, Paré, & Pomerleau, 1993).

Por tanto, después de haber realizado una pequeña revisión sobre que provocaría el sedentarismo en personas con lesiones medulares, se puede decir que la actividad física a realizar es muy importante, controlando perfectamente el entrenamiento y la intensidad. Se debería trabajar más con esta población, debido a que se podría obtener muchos beneficios en cuanto a calidad de vida.

Por todo ello, diferentes organismos relacionados con enfermedades no transmisibles proponen unas recomendaciones mínimas expuestas en la tabla 1 para la mejora de la salud, calidad de vida y por su puesto, el reducir al mínimo las posibilidades de contraer dichas enfermedades.

Tabla 1. Recomendaciones de actividad física adaptado a partir de diferentes organismos.

Organismo	Entrenamiento de resistencia			Entrenamiento de fuerza		Series y reps	ADM
	Frecuencia	Intensidad	Duración	Frecuencia	Nº ejercicios		
Enfermedad cardiovascular (AHA, Part 1: Introduction to the International Guidelines 2000 for CPR and ECC, 2000)				2-3 d/sem	8-10	1 serie 8-15 reps (progresión aumento de series)	2-3 d/sem
Hipertensión (ACSM, 2004)	Preferible todos los días de la semana	Intensidad moderada (40-60% VO2máx de reserva)	30-60 min/d en series de 10 min	2-3 d/sem (junto entrenamiento de resistencia)	8-10	1 serie de 8-15 reps	
Diabetes tipo 2 (ADA, 2004)	3 d/sem alternativo	Intensidad moderada (50-70% FCmáx); intensidad vigorosa (+70 FCmáx)	150 min/sem moderada; 90 min/sem intensidad vigorosa	3 d/sem	8-10	3 series 8-10 reps	
Hipercolesterolemia (NCEP, 2004)	Preferible todos los días de la semana	Intensidad moderada					
Ataque cardíaco (AHA, 2004)	3-7 d/sem	50-80% FCmáx	20-60 min/sesión	2-3 d/sem	8-10	1-3 series de 10-15 reps	2-3 d/sem
Osteoartritis (AGS, 2001)	3-5 d/sem	50-60% FCmáx	Empezar 20-30 min/d	2-3 d/sem con posibilidad de entrenamiento isométrico	8-10 con posibilidad de entrenamiento isométrico	6-15 reps de ejercicios dinámicos	3-5 d/sem
Lesión medular (Ginis, Jetha, Mack, & Hetz, 2009)	2-3 d/sem	Intensidad moderada	20-30 min/d	2 d/sem	8-10 tren superior	3 series de 8-12 reps	

2.3. Las lesiones medulares

Según Blanco (2006) la lesión medular puede definirse como todo proceso patológico (conmoción, contusión, laceración, compresión o sección), de cualquier etiología (traumática y no traumática), que afecta a la médula espinal, y puede originar alteraciones de la función neurológica por debajo de la lesión: motoras, sensitivas y autonómicas.

Las directrices de la American Spinal Injury Association (ASIA) para la definición y clasificación de la lesión medular son aceptadas a nivel internacional. Dicho organismo, considera tetraplejía como la afectación de los segmentos cervicales de la médula espinal que provoca una alteración en extremidades superiores, tronco, extremidades inferiores y órganos pélvicos, y en ocasiones afecta al diafragma, en cuyo caso se requerirá ventilación mecánica. Por otra parte, se considera paraplejía a la afectación medular de segmentos dorsales, lumbares y sacros (Maynard et al., 1997). Dependiendo del nivel de lesión se verán afectados tronco, extremidades inferiores y órganos pélvicos (Sapru, 2002)

La clasificación de las lesiones medulares según la ASIA incluye cuatro aspectos: el nivel de la lesión, la completividad, el grado de ésta y las zonas de parcial preservación, véase Tabla 2 (Maynard et al., 1997).

Tabla 2. Escala de grados de lesión medular según la ASIA Impairment Scale (Maynard et al., 1997)

Grados de lesión medular	
Lesión completa A	Ausencia de función motora y sensitiva que se extiende hasta los segmentos sacros S4-S5
Lesión incompleta B	Preservación de la función sensitiva por debajo del nivel neurológico de la lesión, que se extiende hasta los segmentos sacros S4-S5 y con ausencia de función motora.
Lesión incompleta C	Preservación de la función motora por debajo del nivel neurológico, y más de la mitad de los músculos llave por debajo del nivel neurológico tienen un balance muscular menor de 3.
Lesión incompleta D	Preservación de la función motora por debajo del nivel neurológico, y más de la mitad de los músculos llave por debajo del nivel neurológico tienen un balance muscular de 3 o más.
Normal E	Las funciones sensitiva y motora son normales.

2.4. Efectos de la lesión medular en la salud de las personas

Después de sufrir una lesión medular se limita la capacidad de los músculos para mantener contracciones intensas durante periodos prolongados de tiempo, debido a la modificación de propiedades estructurales y contráctiles. Diversos estudios han descubierto que las fibras musculares después de una lesión medular son más pequeñas que la de los sujetos sin lesión (Burnham et al., 1997; Castro, Apple Jr, Hillegass, & Dudley, 1999) tienen menos proteínas contráctiles (Castro, Apple Jr, Staron, Campos, & Dudley, 1999) producen picos de fuerza menores (Levy, Mizrahi, & Susak, 1990; Rochester, Chandler, Johnson, Sutton, & Miller, 1995) y tiene disminuido su resistencia a la fatiga (RK, 2002; Shields, Law, Reiling, Sass, & Wilwert, 1997).

Durante el primer año de la lesión medular, se produce una rápida desmineralización ósea debido al desuso y la falta de carga de peso sobre los huesos (Jones, Legge, & Goulding, 2002) a partir del año sigue esta pérdida, pero más lentamente. Las articulaciones también sufren un deterioro similar (Nash, Tehranzadeh, Green, Rountree, & Shea, 1994).

Hoy en día, la principal causa de muerte en lesionados medulares son las enfermedades cardiovasculares (DeVivo, Black, & Stover, Causes of death during the first 12 years after spinal cord injury, 1993; DeVivo, Shewchuk, Stover, Black, & Go, 1992). Las personas jóvenes con lesión medular crónica experimentan pérdida de condición física y envejecimiento prematuro (Bauman et al., 1999).

El tamaño y la estructura del corazón humano están influenciados por el volumen circulatorio periférico y las presiones sistémicas, en consecuencia, la alteración de los niveles de actividad normal y la dinámica circulatoria transforman su estructura y la eficacia de bombeo (Cooper & Tomanek, 1982) entonces, quienes sufren tetraplejía presenta una atrofia del ventrículo izquierdo debido principalmente a una reducción crónica de la precarga cardiaca y del volumen de miocardio. En cambio, los sujetos con paraplejía son normotensos y tienen una masa ventricular izquierda y un gasto cardíaco en reposo normales; sin embargo, experimentan una FC elevada y un volumen sistólico disminuido cuando están en reposo (Davis, 1993; Nash et al., 1991). Debido al descenso del retorno venoso desde las extremidades inferiores inmóviles o a la insuficiencia venosa de las extremidades paralizadas (Hopman, 1994).

En cuanto a las alteraciones de la estructura y función cardiovascular, el volumen y la velocidad de la circulación arterial en las extremidades inferiores se reduce después de una lesión medular, esta disminución del volumen puede llegar a ser hasta dos terceras partes si los comparamos con un sujeto sin parálisis (Nash, Montalvo, & Applegate, 1996; Taylor, Ewins, Fox, Grundy, & Swain, 1993). La falta de velocidad circulatoria se debe a la pérdida del control autónomo del flujo sanguíneo, lo que puede conllevar a trombosis (Green et al., 1992).

Los lesionados medulares presentan una alteración del metabolismo de los lípidos (dislipidemia), lo que deriva en niveles elevados de colesterol, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad-colesterol (LDL-C) o niveles bajos de la lipoproteína-colesterol de alta densidad (HDL-C), se estima que el 40% de las personas con lesión medular presentan valores bajos (<35 md/dl) de HDL-C los cuales están inversamente asociados con el riesgo cardiovascular (Bauman et al., 1992) (Bauman & Spungen, 1994) (Bauman et al., 1999).

Por último, en cuanto a problemas psicológicos, los estudios demuestran que entre un 20% y un 43% de lesionados medulares están en riesgo de sufrir trastorno depresivo durante la rehabilitación (Judd & Brown, 1992; Frank, Kashani, Wonderlich, & Lising, 1985) y entre un 11% y un 60% están en riesgo de incrementar los síntomas depresivos al reincorporarse a vivir en su entorno (Bombardier, Richards, Krause, Tulsy, & Tate, 2004) los desórdenes de ansiedad también son muy comunes en los lesionados medulares, las cifras se sitúan entre un 13% y un 44% (Scivoletto, Petrelli, Lucente, & Castellano, 1997; Chung, Preveza, Papandreou, & Prevezas, 2006).

2.5. Efectos de la actividad física en la población con lesión medular

El gasto energético de actividades diarias en casa, el trabajo o a la hora de realizar actividad física están perfectamente definidos para las personas con total movilidad, sin embargo, para lesionados medulares, existen pocos estudios que cuantifiquen este dato. El gasto energético diario y en reposo en las personas con lesión medular es generalmente menor que en personas con total movilidad (Liusuwan, Widman, Abresch, & McDonald, 2003). Un ejemplo de ello son los valores obtenidos del gasto energético en reposo durante 24 horas en personas con lesión medular han sido de aproximadamente 1870

Kcal/día, mientras que en sujetos con total movilidad es de 2365 Kcal/día, un 25% menos del gasto energético en reposo (Liusuwan, Widman, Abresch, & McDonald, 2003).

Se ha descubierto que niveles bajo de actividad física en personas con lesión medular provoca una disminución de la capacidad aeróbica, de la fuerza muscular y de la flexibilidad, todas ellas importantes para la independencia funcional del lesionado medular (Washburn & Hedrick, 1997). Los estudios muestran que el ejercicio basado en la resistencia incrementa el consumo de oxígeno máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$), actuando, además, de protector de enfermedad cardiovasculares y metabólicas (Jacobs & Nash, Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury, 2004; Glaser, 1994). Igualmente, con el trabajo de fuerza también se obtienen beneficios, tales como disminución del dolor de hombro y un aumento de la funcionalidad de este (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001; Serra-Añó et al., 2012).

Por supuesto, no se debe olvidar los efectos psicológicos que produce tales como el apoyo e integración social (Martin & Mushett, Social support mechanisms among athletes with disabilities, 1996), el refuerzo de amistades, el disfrute, mejora de la autoestima, desarrollo de una identidad atlética, menores niveles de depresión y ansiedad (Martin, 1999) y mejor satisfacción de la vida (Ginis, Jetha, Mack, & Hetz, 2009).

Anteriormente, se ha comentado las recomendaciones de diferentes organismos oficiales y de autores destacados en dicha materia, sin embargo, hay que tener en cuenta las características especiales de los lesionados medulares y es necesaria una adaptación. Pero tras una búsqueda exhaustiva en la literatura pertinente, se ha visto la poca información que existe al respecto.

El intento más específico que se ha realizado para la elaboración de recomendaciones sobre actividad física para lesionados medulares ha sido por parte de Martin Ginis y Cols (Martin Ginis et al., 2010). Todos los datos y números mencionados a continuación tendrán que ver con la publicación de estos autores. Las recomendaciones que se propusieron van dirigidas a personas sanas con lesión medular tanto parapléjicos como tetrapléjicos.

Una vez estudiado la publicación, los resultados que se consiguió fue que, en cuanto a la mejora de la resistencia, como se muestra en la tabla 3, lo ideal sería realizar 20 minutos

a 60-80% FC máxima al menos dos veces por semana, aunque finalmente se concluye que se deberían realizar al menos 30 minutos a 50-70 FC máxima, dos veces por semana. Entre las actividades recomendadas para la mejora de la resistencia en los lesionados medulares destacan la natación, la ergometría de brazos, propulsión de la silla de ruedas, deportes en silla de ruedas manual, circuitos de entrenamiento de fuerza, ciclismo y la marcha mediante electroestimulación.

En cuanto a las recomendaciones relacionadas con la mejora de la fuerza en personas con lesión medular vistas en la tabla 3, son muy parecidas a la de la población general. Se debería realizar dos sesiones de fuerza a la semana consistentes en tres series de 8-12 repeticiones por ejercicio para cada grupo muscular a una intensidad moderada o alta. Los medios más utilizados para poder alcanzar dichos objetivos son: pesas, bandas elásticas, máquinas de poleas, máquinas de pesas y electroestimulación.

Tabla 3. Recomendaciones mínimas de actividad física y deporte para lesionados medulares.

Entrenamiento de resistencia			Entrenamiento de fuerza		
Frecuencia	Intensidad	Duración	Frecuencia	Intensidad	Volumen
2 días/semana	Moderada	30'	2-4 días/semana	40-50% 1RM	3-4 series/ 8-30 repeticiones
2 días/semana	Alta	20'	2-4 días/semana	60-70% 1RM	3-4 series/ 8-30 repeticiones

En el estudio de Jiménez, Martín, Abadía, & Herrero (2007) (véase tabla 3) se propone realizar los entrenamientos tres veces a la semana, con una intensidad entre el 40-70% 1RM y cuyo volumen oscila entre las tres, cuatros series y las 20-30 repeticiones. Con un minuto de descanso entre series y cinco minutos de descanso entre ejercicios.

Además, se recomienda la participación en actividades deportivas, ya que se ha demostrado mejoras en la potencia aeróbica y anaeróbica (Slater & Meade, 2004) tales como baloncesto, tenis o atletismo.

Igualmente, se recomienda llevar un estilo de vida activo, ya que las actividades de la vida diaria suponen un 50% de las actividades físicas de mediana y alta intensidad llevadas a cabo por los lesionados medulares (Tawashy, Eng, Lin, Tang, & Hung, 2008)

2.6. Consideraciones a tener en cuenta en los programas de ejercicio en población con lesión medular

El rendimiento físico y la calidad de vida de las personas con lesiones medulares como se ha dicho anteriormente se ve limitado, esto se debe además a las lesiones que se producen en el miembro superior por sobre uso, siendo, el síndrome del túnel carpial, la tendinopatía de los manguitos rotadores y de los músculos del codo, son las lesiones más comunes de esta población (Gellman, Sie, & Waters, 1998). Además, el 72% de los individuos con lesión en la médula espinal tienen evidencias degenerativas en el hombro (Lal, 1998) la mayoría de ellas por las cargas a las que se ve sometida dicha articulación en la fase de propulsión de la silla o la mala técnica realizada, esto puede producir dolor, los cuales, se pueden disminuir con un adecuado fortalecimiento de músculos agonistas y antagonistas (O'Connell & Barnhart, 1995; Rodgers, Keyser, Rasch, Gorman, & Russell, 2001; Jacobs, Mahoney, Nash, & Green, 2002)

Se ha observado que el entrenamiento con pesas mejora la fuerza del miembro superior en personas con lesión medular (Rodgers, Keyser, Rasch, Gorman, & Russell, 2001; Jacobs, Mahoney, Nash, & Green, 2002) recomendando realizar un entrenamiento de fuerza resistencia (O'Connell & Barnhart, 1995; Jacobs, Mahoney, Nash, & Green, 2002). En los estudios de O'Connell y Cols. (1995) y Jacobs y Cols. (2002) la intensidad del entrenamiento va en incremento desde un 40% hasta un 70% 1RM.

Los estudios analizados, recomiendan la combinación de un trabajo de pesas con otro realizado en ergómetro de silla de ruedas (Rodgers, Keyser, Rasch, Gorman, & Russell, 2001; Jacobs, Mahoney, Nash, & Green, 2002). Los instrumentos de medida que normalmente se utilizan en estos estudios son dinamómetros isocinéticos (Davis & Shephard, 1990; Maïsetti, Guével, Legros, & Hogrel, 2002), ergómetros de brazos (Jacobs, Mahoney, Nash, & Green, 2002) y sillas de ruedas ergométricas (Yim et al., 1993; Rodgers, Keyser, Rasch, Gorman, & Russell, 2001). En el entrenamiento de fuerza isoinercial los resultados a evaluar son la fuerza máxima de cada ejercicio.

En cuanto a los entrenamientos a realizar, estudios basados en registros electromiográficos han observado que durante la propulsión se activan preferentemente el bíceps y tríceps braquial, deltoides, pectoral mayor y trapecio (Mulroy, Gronley, Newsam, & cols, 1996; Chow, Millikan, Carlton, Chae, & Morse, 2000) Basándose en estos resultados muchos autores coinciden en utilizar los siguientes ejercicios con pesas: press militar, press banca, curl de bíceps, curl de tríceps, remo y pulldown de pecho (Jacobs, Mahoney, Nash, & Green, 2002; Salinas, Lugo, Ramírez, & Eusse, 2001; O'Connell & Barnhart, 1995).

3. Objetivos

Se puede decir que este estudio/trabajo consiste en estudiar la actividad física realizada por lesionados medulares, en concreto, el entrenamiento de la fuerza y resistencia. Tras haber hecho una búsqueda en artículos y estudios relacionados con el tema, se ha descubierto la escasa literatura existente referida. Sin embargo, autores como Jacobs y Cols (2002) o Jiménez y Cols (2007) entre otros han servido de bastante ayuda a la hora de saber como programar un entrenamiento de fuerza, qué medir, qué ejercicios realizar o la intensidad adecuada para obtener mayores beneficios. Por tanto, el objetivo principal a tatar es la creación de un programa para la mejora de la salud y calidad de vida en lesionados medulares a través del entrenamiento de fuerza y de resistencia que son dos tipos de entrenamiento que deben incluirse en cualquier programa de ejercicio físico.

4. Metodología

4.1. Descripción general de la intervención

La propuesta de intervención va destinada a lesionados medulares que se van a iniciar en la actividad física y el deporte. Se debe tener en cuenta las diferentes características que esta población presenta frente a la que no tiene lesión. La intención de esta intervención es crear un programa de entrenamiento que englobe a población adulta edades comprendidas entre 18 y 65 años en adelante.

El programa de entrenamiento se dividirá en tres bloques o mesociclos, cada uno con una duración determinada. La intervención al completo tendrá una duración de tres meses. El primer mesociclo coincide con el primer mes, es decir enero, el segundo mesociclo, coincide con el mes de febrero y por último el tercer mesociclo, coincide con marzo.

Todo esto, trata de buscar beneficios en la salud y calidad de vida de lesionados medulares, además de hacer que reduzcan los factores de riesgo para sus vidas y así como mejorar tanto su aptitud física como psíquica. Para ello se utilizará el entrenamiento de fuerza y cardiorrespiratorio, el cual será evaluado previamente y al final del programa mediante pruebas indirectas, con las cuales se tendrá en cuenta si los niveles de fuerza y el consumo de oxígeno han mejorado como marcan nuestros objetivos. Finalmente, se evaluará la asistencia a las sesiones para comprobar si dicho programa ha creado adherencia en el deportista.

4.2. Objetivos de la intervención

Los objetivos de la presente propuesta para trabajar con personas con lesión medular que inician un programa de actividad física son los siguientes:

- Crear adherencia en el programa de entrenamiento a través de procesos motivacionales y mejoras de la aptitud física y psíquica, por parte del entrenador hacia las personas que recibirán el entrenamiento.

- Mejorar los niveles de fuerza en el tren superior, mediante el entrenamiento de resistencia en circuito y sus diferentes métodos, con el cálculo de el 1RM mediante formulas indirectas.

- Mejorar el consumo de oxígeno máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$), el cual lo mediremos mediante pruebas que nos darán el resultado de forma indirecta y mediante entrenamientos de resistencia en circuito.

4.3. Contenidos y distribución temporal de la intervención

La distribución temporal y los contenidos de la presente intervención de entrenamiento para personas con lesión medular se han dividido en tres mesociclos bien definidos por fechas, se puede observar de manera más visual en la tabla 4.

Tabla 4. Distribución temporal del programa de entrenamiento.

Macro ciclo – 03/01/2022 – 25/03/2022												
Mesociclos	Mesociclo 1: 03/01/22 – 28/01/2022				Mesociclo 2: 31/01/22 – 26/02/2022				Mesociclo 3: 28/02/22 – 25/03/2022			
	-Técnica: aprendizaje de la técnica correcta en los ejercicios.				-Entrenamiento de fuerza				-Entrenamiento de fuerza			
	-Entrenamiento de fuerza				<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad 50-65% 1RM (nuevo cálculo) • Volumen: 3 series 8-12 rep 				<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad 50-65% 1RM (nuevo cálculo) • Volumen: 3 series 8-12 rep 			
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad: 50-60% 1RM • Volumen: 3 series 8-12 rep 				-Entrenamiento de resistencia;				-Entrenamiento de resistencia			
	-Entrenamiento de resistencia				<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad 55%-65% $VO_{2máx}$ (nuevo cálculo) • Volumen: 20-40 minutos 				<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad 60-70% $VO_{2máx}$ (nuevo cálculo) • Volumen: 20-40 minutos 			
Microciclos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Frecuencia	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

4.4. Metodología: Métodos de entrenamiento

El entrenamiento consistió en doce semanas de entrenamiento de resistencia y fuerza en forma de circuito, realizando tres sesiones por semana, con una duración de entre 40-50 minutos por día. Se empleó el entrenamiento de fuerza (levantamiento de pesas) fusionado con el entrenamiento de resistencia, el cual tenía pausas incompletas para evitar que la frecuencia cardíaca descendiera a niveles normales. Los ejercicios se llevaron a cabo en máquinas de placas dirigidas, adaptadas para que pudiera entrar la silla de ruedas. Los participantes necesitaron una semana para conseguir la técnica adecuada y realizar los cambios estacionales correctamente. Los ejercicios para realizar fueron:

- Press militar: abducción del hombro con elevación escapular y rotación ascendente a partir de la posición en aducción, véase en figura 1 (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001).

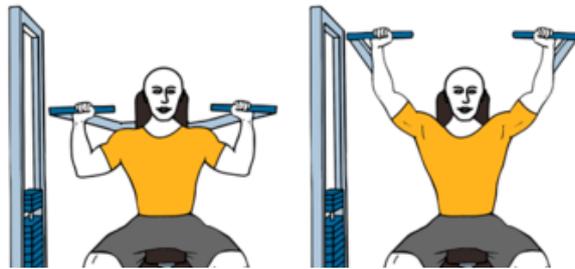


Figura 1. Ejercicio de press militar

- Remo horizontal: abducción horizontal del hombro con aducción escapular a partir de una posición de máximo alcance hacia delante, véase en figura 2 (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001).

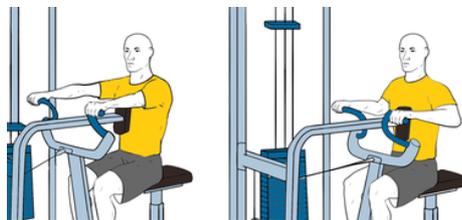


Figura 2. Ejercicio de remo horizontal

- Peck deck: aducción horizontal del hombro en rotación externa hasta la línea media, desde la máxima abducción horizontal tolerada en rotación externa, véase en figura 3 (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001).

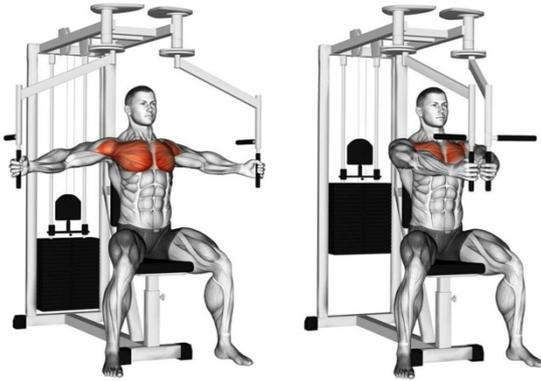


Figura 3. Ejercicio de peck deck

- Curl predicador: flexión del codo apoyado en una almohadilla inclinada desde la posición completamente extendida, véase en figura 4 (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001).



Figura 4. Ejercicio curl predicador

- Pull-down: aducción del hombro con rotación escapular hacia abajo y depresión a partir de la posición máxima de alcance hacia arriba, véase en figura 5 (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001).



Figura 5. Ejercicio pull-down

- Dips: flexión del hombro, depresión escapular y extensión del codo manteniendo los brazos lo más cerca posible del cuerpo, desde el punto más completo permitido de extensión de la articulación del hombro, elevación escapular y flexión del codo, véase en figura 6 (Jacobs, Nash, & Rusinowski, 2001).



Figura 6. Ejercicio de dips

Según Jacobs, Nash, & Rusinowski, (2001) en cada entrenamiento, se debe empezar calentando en dos series de tres minutos en ergómetro de brazos. Posteriormente los participantes realizan el circuito realizando 8-12 repeticiones por ejercicio. Según el patrón de movimiento definido anteriormente de 4 segundos por repetición, debía tener dos segundos de fase concéntrica y dos segundos de fase excéntrica. En primer lugar, se realiza los dos ejercicios de press militar y remo horizontal, una vez realizado esto, se hace peck deck y curl predicador y, por último, se realiza pull-down y dips. Toda esta secuencia comprendía un ciclo o circuito, se deberá completar tres ciclos sin interrupción para concluir el entrenamiento. Entre estaciones o ejercicios había un descanso o pausa incompleta de 20 segundos.

El entrenamiento de resistencia se hará de forma continua con una duración de veinte a treinta minutos por sesión. Se realizará al principio de la sesión, antes de comenzar con el entrenamiento de fuerza.

En las tablas 5 y 6, se puede observar la evolución en la carga de entrenamiento durante las doce semanas tanto en el entrenamiento de fuerza como de resistencia y que además se explicará de formas más clara.

La intensidad de entrenamiento de fuerza, véase en la tabla 5, fue de formas ascendente de tal forma que tras calcular el 1 RM de cada participante y tener los datos, en las semanas 1 y 2 se trabajó al 50% 1RM. Para las semanas 3 y 4 hay un aumento, llegando al 55% 1RM en la tercera semana y el 60% 1RM en la cuarta semana. En la última sesión

de la semana 4, se vuelve a calcular el 1RM, para así a justar nuevamente las intensidades. Por tanto, en la semana 5 se trabajó al 50% de la nueva 1RM, en la semana seis seguimos con ese 50% 1RM, en la semana siete incrementamos cinco puntos y trabajamos al 55% de 1RM y en la semana 8 al 60% de 1RM. El cálculo de 1 RM como hicimos en la última sesión de la semana cuatro, hacemos igual en la última sesión de la semana ocho. Entonces, nos queda que en la semana nueve y diez trabajamos al 50% de 1RM calculado en la semana ocho, en la semana once trabajamos al 55% de 1RM y por último en la semana 12 trabajamos al 60% de 1RM, para finalmente en la última sesión de esta misma semana calcular la última prueba de fuerza máxima y así poder realizar comparaciones y observar los cambios manifestados.

Tabla 5. Evolución de las cargas en el entrenamiento de fuerza

Semanas	Intensidad (%1RM)	Volumen
Semana 1	50%	3 series 8-12 rep
Semana 2	50%	3 series 8-12 rep
Semana 3	55%	3 series 8-12 rep
Semana 4	60%	3 series 8-12 rep
Repetición de pruebas para hacer ajustes		
Semana 5	50%	3 series 8-12 rep
Semana 6	50%	3 series 8-12 rep
Semana 7	55%	3 series 8-12 rep
Semana 8	60%	3 series 8-12 rep
Repetición de pruebas para hacer ajustes		
Semana 9	50%	3 series 8-12 rep
Semana 10	50%	3 series 8-12 rep
Semana 11	55%	3 series 8-12 rep
Semana 12	60%	3 series 8-12 rep

Por otro lado, en la evolución del entrenamiento de resistencia, véase en la tabla 6 se trabajará con el ergómetro de brazos o de sillas de ruedas. Al igual que el entrenamiento de fuerza, el entrenamiento de resistencia tendrá una tendencia ascendente en cuanto a su intensidad. Se utilizará un método de carácter continuo. Donde en la primera y segunda

semana de entrenamiento se trabajará al 50% $VO_{2m\acute{a}x}$ y un volumen de 20 min. En la tercera semana, habrá un aumento hacia el 60% $VO_{2m\acute{a}x}$ y un volumen de 25 min. Finalmente, en la cuarta semana se llegará hasta el 65% $VO_{2m\acute{a}x}$ y 25 minutos de volumen. Con el cálculo nuevamente del test, se conocerá nuevos datos, por tanto, en la semana 5 y 6 se trabajará el 55% del $VO_{2m\acute{a}x}$ y un volumen de 25 y 30 min respectivamente, en la semana siete al 60% del $VO_{2m\acute{a}x}$ con un volumen de 30 min y en la semana ocho al 65% del $VO_{2m\acute{a}x}$ y 25 minutos de volumen. En cuanto a las semanas nueve y diez tras el nuevo calculado en el final de la semana ocho se trabajará al 60% del $VO_{2m\acute{a}x}$ y con un volumen de 30 y 35 minutos respectivamente. En la semana once se trabajará al 65% de $VO_{2m\acute{a}x}$ con un volumen de 40 min y por último en la semana doce al 70% de $VO_{2m\acute{a}x}$ y un volumen de 40 min

Tabla 6. Evolución de las cargas en el entrenamiento de resistencia

Semanas	Intensidad (% $VO_{2m\acute{a}x}$)	Volumen (minutos)
Semana 1	50%	20
Semana 2	50%	20
Semana 3	60%	25
Semana 4	65%	25
Repetición de pruebas para hacer ajustes		
Semana 5	55%	25
Semana 6	55%	30
Semana 7	60%	30
Semana 8	65%	25
Repetición de pruebas para hacer ajustes		
Semana 9	60%	30
Semana 10	60%	35
Semana 11	65%	40
Semana 12	70%	40

4.5. Evaluación de la intervención

4.5.1. Control de asistencia diaria

En este caso se llevará una hoja donde se recogerá la participación de los sujetos en el programa de entrenamiento, es decir, la asistencia a las sesiones, para así poder evaluar de forma correcta y concreta la adherencia al programa, para posteriormente si no se obtienen buenos resultados, estudiar si es debido a la baja adherencia.

4.5.2. Prueba de fuerza isoinercial

La prueba de fuerza máxima isoinercial se realizó para los ejercicios de press militar, remo horizontal, peck-deck, curl predicador, pull-down y dips. Al principio de la intervención, en la semana cuatro, ocho y finalmente la doce.

El protocolo por seguir según Siff & Verkhoshansky (2009) será:

- Cinco minutos de cicloergómetro manual a intensidad baja.
- Posteriormente se realizará diez repeticiones del ejercicio correspondiente a una intensidad baja, la cual, deberá permitir realizar las diez repeticiones.
- Se descansará un minuto
- Se continúa con aproximaciones, realizando dos series de 7 repeticiones y otra de 6 repeticiones subiendo el peso
- Se irá incrementando la intensidad y descansando entre series entre 3-5 minutos.
- Por último, se busca la intensidad a la que solo se pueda realizar 5 RM, realizando las series necesarias y descansando entre ellas 4-5 minutos.

La fuerza máxima isoinercial se calculó con la fórmula de regresión de Brzycki que es $1RM = \frac{kg}{(1,0278 - 0,0278 * n^{\circ} \text{repeticiones})}$. La ejecución técnica se realizará como se pueden observar en las figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

4.5.3. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria

Para ello se utilizará el test de Course navette, el cual es máximo y se ha adaptado a cicloergómetro manual como se puede observar en la figura 8. Será necesario un pulsómetro, un cicloergómetro manual y una hoja de registro. Leéger & Lamberte (1982), proponen seguir el siguiente protocolo:

- Se realizará un calentamiento de cinco minutos a intensidad moderada (5 km/h).
- Una vez realizado esto se empezará a una velocidad de 8,5 km/h.
- Cada cierta distancia la velocidad aumenta 0,5 km/h.
- El sujeto podrá tener dos faltas, es decir no llegar a la velocidad correspondiente. Si la segunda vez no llega a dicha velocidad será eliminado y se obtendrá el dato deseado.

Para calcular el $VO_{2máx}$ Leger, Mercier, Gadoury, & Lambert, (1988) proponen utilizar la siguiente fórmula:

$$VO_{2máx} = 31,025 + 3,238 * X - 3,248 * A + 0,1536 * A * X$$

Siendo X= la velocidad a la que se paró el sujeto y A= la edad de los sujetos, para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18.



Figura 8. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria

5. Resultados

Los participantes en la intervención finalizarían las 12 semanas sin ningún tipo de problemas y pudiendo realizar prácticamente todas las sesiones de entrenamiento.

5.1. Control de asistencia diaria

El resultado de asistencia podría ser muy favorable como se muestra en la tabla 7 tan solo en la semana cinco un participante no podría asistir a una sesión, debido a problemas personales, por lo tanto, se puede decir que el programa podrá crear buena adherencia en los sujetos participantes.

Tabla 7. Asistencia del grupo al programa de entrenamiento.

Semanas	ASISTE EL GRUPO	ASISTE LA MAYORÍA DEL GRUPO	NO ASISTE EL GRUPO
SEMANA 1	X		
SEMANA 2	X		
SEMANA 3	X		
SEMENA 4	X		
SEMANA 5		X	
SEMANA 6	X		
SEMANA 7	X		
SEMANA 8	X		
SEMANA 9	X		
SEMANA 10	X		
SEMANA 11	X		
SEMANA 12	X		

5.2. Prueba fuerza isoinercial

En la siguiente tabla 8, se muestra la media de la fuerza isoinercial de diferentes ejercicios antes del entrenamiento de la intervención, y tras la finalización de éste, Se pretendería

conseguir una ganancia del 20 % en los niveles de fuerza para cada ejercicio, con respecto al resultado obtenido en el pretest.

Tabla 8. Efectos que se podrían provocar en el 1RM (kg) tras el entrenamiento de fuerza.

Ejercicio	Pretest	Postest
Press militar	57 kg	68,4 kg
Remo horizontal	70 kg	84 kg
Peck-deck	55 kg	66 kg
Curl predicador	20 kg	24 kg
Pull-down	65 kg	78 kg
Dips	58 kg	69,6 kg

5.3. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria

El resultado de la prueba Course Navette adaptado a ergómetro de brazos, mostrada en la tabla 9, se esperaría obtener una mejora del 30% del $VO_{2m\acute{a}x}$ tras la finalización de la intervención.

Tabla 9. Efectos que podría provocar el entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria en el $VO_{2m\acute{a}x}$.

Parámetro	Pretest	Postest
$VO_{2m\acute{a}x}$ (ml*kg*min)	18,7	24,3

6. Discusión

El programa completado, podría ser un éxito en cuanto a la adherencia provocada, los participantes completarían todas las sesiones. Este acontecimiento será muy importante en el programa ya que se trata de sujetos sedentarios y con baja actividad física, la motivación generada por parte del entrenador y la explicación de los beneficios a obtener ha sido cruciales, por ello se podría cumplir el objetivo con bastante solvencia.

El entrenamiento de fuerza consistirá en la proposición de una serie de ejercicios, los cuales son: press militar, remo horizontal, peck deck, curl predicador, pull-down y dips, se realizarán tres series por ejercicios de unas 8-12 repeticiones. Se esperan obtener unas mejoras del 20% en los niveles de fuerza en todos los ejercicios tras la finalización del programa. Un trabajo como el de Jacobs, Nash, & Rusinowski, (2001) el cual propone un entrenamiento de 12 semanas igual al presente, obtiene una mejora en los niveles de fuerza en los ejercicios propuestos de entre un 12-30%, valor muy parecido al propuesto en la intervención, que como ya se ha dicho esperan beneficios del 20%.

En el presente trabajo, se podría obtener que doce semanas de entrenamiento de resistencia en ergómetro de brazos, podría provocar una mejora en la resistencia cardiorrespiratoria en los lesionados medulares. Se espera obtener una mejora del 30% en el $VO_{2máx}$. Jacobs, Nash, & Rusinowski (2001) proponen una mejora del $VO_{2máx}$ del 29,7%, son valores muy parecidos y se podrían conseguir esta marca u objetivo tras la finalización de la intervención.

La mayoría de los trabajos encontrados, consisten en el entrenamiento de fuerza complementado con el entrenamiento cardiovascular. Igual al que se propone, por ello trabajos como los de Davis & Shephard, (1990), Yim et al., (1993), O'Connell & Barnhart, (1995), Rodgers, Keyser, Rasch, Gorman, & Russell, (2001) Jacobs, Nash, & Rusinowski, (2001), sugieren un entrenamiento de 8-16 semanas para la mejora significativa de los músculos que se utilizan en la propulsión de la silla, bíceps, tríceps y hombros. Entonces, debido a la posibilidad de producir mejoras en estos músculos con el entrenamiento, es importante incluirlos para que estas mejoras ya mencionadas puedan materializarse.

La selección de ejercicios de este estudio es debido a la transferencia que puede provocar en la vida cotidiana y así cubrir con éxito la realización de actividades más exigentes del día a día. Estas actividades como pueden ser la propulsión de la silla o el cambio de peso corporal provoca en sujetos con paraplejia debilidad y dolor. Las actividades mencionadas son esenciales para el usuario con paraplejia por ello el programa de entrenamiento debe incluir dichos movimientos para mejorar la capacidad física, minimizar el dolor de las extremidades superiores, atender a enfermedades cardiopulmonares, así como el deterioro de la función musculoesqueletic, ya que presentan las principales causas de muerte a personas que envejecen con paraplejia (DeVivo, Shewchuk, Stover, Black, & Go, 1992; Whiteneck, Charlifue, Frankel, & al., 1992).

Tras los resultados que se esperan conseguir en las mejoras de niveles de fuerza y resistencia con en el entrenamiento, se pretenderá provocar además una mejora en la función y satisfacción con la vida. Este entrenamiento podría hacer que la capacidad de realizar tareas cotidianas aumente. Además de que podría reducir los dolores en las principales articulaciones usadas en esta población, ya se hombro, codo o muñeca.

7. Conclusiones

Todas las mejoras que se esperan es consecuencia de realizar la propuesta de intervención que se expone. Los sujetos con paraplejia podrían aumentar los niveles de fuerza y resistencia con el programa de entrenamiento. Fortalecer los movimientos que estas personas realizan habitualmente y son esenciales para el transcurso de sus días. Podría provocar una mejora en la calidad de vida. Se debe tener en cuenta en mayor medida el entrenamiento de los músculos del hombro ya que son los que más lesiones sufren por el sobreuso y su inadecuada técnica. Finalmente, el programa de doce semanas de entrenamiento a provocaría adherencia en los sujetos ya que podría haber una alta tasa de asistencia y autosatisfacción.

8. Bibliografía

- ACSM. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exerc*, 36(3), 533-553.
- ACSM. (2011). *American College of Medicine Sport*. Obtenido de Issues new recommendations on quantity and quality of exercise. Recuperado el 8 de enero de 2011, de <http://www.acsm.org/about-acsm/media-room/news-releases/2011/08/01/acsm-issues-new-recommendations-on-quantity-and-quality-of-exercise>
- ADA. (2004). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 28 (1), 5-10.
- AGS. (2001). Exercise prescription for older adults with osteoarthritis pain: consensus practice recommendations. A supplement to the AGS Clinical Practice Guidelines on the management of chronic pain in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49 (6), 808-823.
- AHA. (2000). Part 1: Introduction to the International Guidelines 2000 for CPR and ECC. *American Heart Association*, 102 (1), 1-11.
- AHA. (2004). ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery. *Journal of the American College Cardiology*, 44 (5), 213-310.
- Anderson, J., & Breidahl, P. (1981). Cartilage atrophy following spinal cord damage. *Australasian Radiology*, 25 (1), 98-103.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of Strength Training and conditioning (3rd ed.)*. Nebraska: Human Kinetics.
- Barbosa Granados, S. H., & Urrea Cuéllar, Á. M. (2018). Influencia del deporte y la actividad física en el estado de salud físico y mental: una revisión bibliográfica. *Katharsis*, 1 (25) 141-159.

- Bauman, W., & Spungen, A. (1994). Disorders of carbohydrate and lipid metabolism in veterans with paraplegia or quadriplegia: a model of premature aging. *Metabolism: clinical and experimental*, 43 (6), 109-140.
- Bauman, W., Adkins, R., Spungen, A., Herbert, R., Schechter, C., Smith, D., & al., e. (1999). Is immobilization associated with an abnormal lipoprotein profile? Observations from a diverse cohort. *Spinal Cord*, 37 (7), 485-493.
- Bauman, W., Spungen, A., Zhong, Y., Rothstein, J., Petry, C., & Gordon, S. (1992). Depressed serum high density lipoprotein cholesterol levels in veterans with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 30 (10), 697-703.
- Becerro, M. (2000). *Entrenamiento de fuerza para todos. Federación Internacional de Halterofilia*. Madrid.
- Bernard, P., Mercier, J., & Varray, A. (2000). Influence of lesion level on the cardioventilatory adaptations in paraplegic wheelchair athletes during muscular exercise. *Spinal Cord*, 38 (1), 16-25.
- Blanco, I. (2006). *Manual SERMEF de rehabilitación y medicina física*. Médica Panamericana.
- Blasco, T. (1994). *Actividad física y salud*. Barcelona: Martínez Roca.
- Bombardier, C., Richards, J., Krause, J., Tulskey, D., & Tate, D. (2004). Symptoms of major depression in people with spinal cord injury: implications for screening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85 (11), 1749-1756.
- Boraita Pérez, A. (2008). Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 61 (5), 514-528.
- Brandenburg, J., & Docherty, D. (2006). The effect of training volume on the acute response and adaptations to resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1 (2), 108-121.
- Burnham, R., Martin, T., Stein, R., Bell, G., MacLean, I., & Steadward, R. (1997). Skeletal muscle fibre type transformation following spinal cord injury. *Spinal Cord*, 35 (2), 86-91.
- Castro, M., Apple Jr, D., Hillegass, E., & Dudley, G. (1999). Influence of complete spinal cord injury on skeletal muscle cross-sectional area within the first 6 months of injury. *European Journal of Applied Physiology and occupational physiology*, 80 (4), 373-378.

- Castro, M., Apple Jr, D., Staron, R., Campos, G., & Dudley, G. (1999). Influence of complete spinal cord injury on skeletal muscle within 6 months of injury. *Journal of Applied Physiology*, 86 (1), 350-358.
- Chow, J., Millikan, T., Carlton, L., Chae, W., & Morse, M. (2000). Effect of resistance load on biomechanical characteristics of racing wheelchair propulsion over a roller system. *Journal of Biomechanic*, 36 (5), 601-608.
- Chung, M., Preveza, E., Papandreou, K., & Prevezas, N. (2006). The relationship between posttraumatic stress disorder following spinal cord injury and locus of control. *Journal of Affective Disorders*, 93 (1-3), 229-232 .
- Cooper, G., & Tomanek, R. (1982). Load regulation of the structure, composition, and function of mammalian myocardium. *Circulation Research*, 50 (6), 788-798.
- Cordero, A., Masiá, M., & Galve, E. (2014). Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*, 67 (9), 748-753.
- CSD. (2010). *Directrices de actividad física de la UE. Actuaciones recomendadas para apoyar la actividad física que promueve la salud*. Madrid: Consejo Superior de Deportes, D.L.
- Davis, G. (1993). Exercise capacity of individuals with paraplegia. *Medicine and Science in Sports and Exerc*, 25 (4), 423-432.
- Davis, G., & Shephard, R. (1990). Strength training for wheelchair users. *British Journal of Sport Medicine*, 24 (1), 25-30.
- Dearwater, S., LaPorte, R., Robertson, R., Brenes, G., Adams, L., & Becker, D. (1986). Activity in the spinal cord-injured patient: an epidemiologic analysis of metabolic parameters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18 (5), 541-544.
- DeVivo, M., Black, K., & Stover, S. (1993). Causes of death during the first 12 years after spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74 (3), 248-254.
- DeVivo, M., Shewchuk, R., Stover, S., Black, K., & Go, B. (1992). A cross-sectional study of the relationship between age and current health status for persons with spinal cord injuries. *Spinal Cord*, 30 (12), 820-827.
- Fleck, S., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*. Human Kinetics

- Frank, R., Kashani, J., Wonderlich, S., & Lising, A. V. (1985). Depression and adrenal function in spinal cord injury. *The American Journal of Psychiatry*, 142 (2) 252-253.
- Franklin, B., Swantek, K., Grais, S., Johnstone, K., Gordon, S., & Timmis, G. (1990). Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71 (8), 574-578.
- Gellman, H., Sie, I., & Waters, R. (1998). Late complications of the weight-bearing upper extremity in the paraplegic patient. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1 (233), 132-135.
- Gerhart, K., Bergstrom, E., Charlifue, S. W., Menter, R. R., & Whiteneck, G. G. (1993). Long-term spinal cord injury: functional changes over time. . *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74 (10), 1030-1034.
- Ginis, K., Jetha, A., Mack, D., & Hetz, S. (2009). Physical activity and subjective well-being among people with spinal cord injury: a meta-analysis. *Spinal Cord*, 48 (1), 65-72.
- Glaser, R. (1994). Functional neuromuscular stimulation. *International Journal of Sports Medicine*, 15 (3), 142-148.
- Goldstein, B., Young, J., & Escobedo, E. M. (1997). Rotator cuff repairs in individuals with paraplegia. . *American Journal of Physisical Medicine and Rehabilitation*, 76 (4), 316-322.
- González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., Pareja-Blanco, F., & Rosell, D. R. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza*. Ergotech.
- Gorostiaga, A., & Gonzalez Badillo, J. (1997). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Inde: Barcelona.
- Green, D., Hull, R., Mammen, E., Merli, G., Weingarden, S., & Yao, J. (1992). Deep Vein Thrombosis in Spinal Cord Injury Summary and Recommendations. 102 (6) *Chest*, 633-635.
- Hopman, M. (1994). Circulatory responses during arm exercise in individuals with paraplegia. *Intenational Journal of Sports Medicine*, 15 (3), 126-131.
- Jacobs, P., & Nash, M. (2004). Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Medicine*, 34 (11), 727-751.

- Jacobs, P., Mahoney, E., Nash, M., & Green, B. (2002). Circuit resistance training in persons with complete paraplegia. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39 (1), 21-28.
- Jacobs, P., Nash, M., & Rusinowski, J. (2001). Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (5), 711-717.
- Jacoby, E., Bull, F., & Neiman, A. (2003). Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. *Revista Panamericana Salud Pública*, 14 (4), 223-225.
- Jiménez, B., Martín, J., Abadía, O., & Herrero, J. (2007). Entrenamiento de fuerza del miembro superior en usuarios de silla de ruedas. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 7 (27), 232-240.
- Jonathan, P., Williams, F., & Williams, A. (2007). The adaptations to strength training morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37 (2), 145-168.
- Jones, L., Legge, M., & Goulding, A. (2002). Intensive exercise may preserve bone mass of the upper limbs in spinal cord injured males but does not retard demineralisation of the lower body. *Spinal Cord*, 40 (5), 230-235.
- Judd, F., & Brown, D. (1992). Suicide following acute traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord*, 1 (30), 173-177.
- Koba, S., Tanaka, H., Maruyama, C., Tada, N., Birou, S., Teramoto, T., & Sasaki, J. (2011). Physical Activity in the Japan Population: Association with blood lipids levels in effects in reducing cardiovascular and all-cause mortality. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 18 (10), 833-845.
- Lal, S. (1998). Premature degenerative shoulder changes in spinal cord injury patients. *Spinal Cord*, 36 (3), 186-189.
- Leéger, L., & Lamberte, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *European Journal of Applied Physiology*, 49 (1), 1-12.
- Leger, L., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6 (2), 93-101.
- Levy, M., Mizrahi, J., & Susak, Z. (1990). Recruitment, force and fatigue characteristics of quadriceps muscles of paraplegics isometrically activated by surface

- functional electrical stimulation. *Journal of Biomedical Engineering*, 12 (2) 150-156.
- Liusuwan, A., Widman, L., Abresch, R., & McDonald, C. (2003). Altered body composition affects resting energy expenditure and interpretation of body mass index in children with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 27 (1), 24-28.
- López Chicarro, J., & López Mojares, L. (2006). *Fisiología clínica del ejercicio*. Madrid: Panamericana.
- Márquez, S., Rodríguez, J., & De Abajo, S. (2006). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física. *Educación física y deporte*, 1 (83), 12-24.
- Maïsetti, O., Guével, A., Legros, P., & Hogrel, J. (2002). EMG power spectrum changes during a sustained 50% Maximum Voluntary Isometric Torque do not depend upon the prior knowledge of exercise duration. *Journal Electromyography and Kinesiology*, 12 (2), 103-109.
- Marín, C., & Aun, F. (2010). Actividad física y estudiantes de medicina en Santa Marta. *Katharsis*, 1 (25), 24-30.
- Martin Ginis, K., Latimer, A., Arbour-Nicitopoulos, K., Buchholz, A., Bray, S., Craven, B., & al, e. (2010). Leisure time physical activity in a population-based sample of people with spinal cord injury part I: demographic and injury- related correlates. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91 (5), 722-728.
- Martin, J. (1999). A personal development model of sport psychology for athletes with disabilities. *Journal of Applied Sport Psychology*, 11 (2), 181-193.
- Martin, J., & Mushett, C. (1996). Social support mechanisms among athletes with disabilities. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13 (1), 74-83.
- Maynard, F., Bracken, M., Creasey, G., Ditunno, J., Donovan, W., & Ducker, T. (1997). International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Spinal Cord*, 35 (5), 266-274.
- Moscoso, D., Moyano, E., Biedma, L., Fernandez-Ballesteros, R., Martín, M., Ramos, C., Serrano del Rosal, R. (2009). *Deporte, salud y calidad de vida*. Barcelona: Fundación La Caixa.
- Mulroy, S., Gronley, J., Newsam, C., & cols, y. (1996). Electromyographic activity of shoulder muscles during wheelchair propulsion by paraplegic persons. *Arch Phys Med Rehabil*, 77 (2), 187-193.

- Nash, M., Bilsker, S., Marcillo, A., Isaac, S., Botelho, L., Klose, K., & al., e. (1991). Reversal of adaptive left ventricular atrophy following electrically- stimulated exercise training in human tetraplegics. *Spinal Cord*, 1 (29), 590-599.
- Nash, M., Montalvo, B., & Applegate, B. (1996). Lower extremity blood flow and responses to occlusion ischemia differ in exercise-trained and sedentary tetraplegic persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77 (12), 1260-1265.
- Nash, M., Tehranzadeh, J., Green, B., Rountree, M., & Shea, J. (1994). Magnetic resonance imaging of osteonecrosis and osteoarthritis in exercising quadriplegics and paraplegics. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73 (3) 184-192.
- NCEP. (2004). Detección, valoración y tratamiento de la hipercolesterolemia en adultos. *Rev Panam Salud Publica*, 9 (5), 338-344.
- Noreau, L., Shephard, R., Simard, C., Paré, G., & Pomerleau, P. (1993). Relationship of impairment and functional ability to habitual activity and fitness following spinal cord injury. *International Journal of Rehabilitation Research*, 16 (4), 265-276.
- O'Connell, D., & Barnhart, R. (1995). Improvement in wheelchair propulsion in pediatric wheelchair users through resistance training: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76 (4), 368-372.
- OMS. (2001). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/gb>
- OMS. (2010). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud:
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
- OMS. (2015). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud.:
http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
- Owen, N., Leslie, E., Salmon, J., & Fotheringham, M. J. (200). Environmental determinants of physical activity and sedentary behavior. *Exercise and Sport Science Review*, 28 (4), 153-158.
- Paffenbarger, R., Lee, I., & Leung, R. (2004). Physical activity and personal characteristics associated with depression and suicide in American college men. *Acta Psychiatrica Scandinavica Supplementum*, 1 (377), 16-22.

- Pallarés, J. G., & Morán-Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*, 4 (2), 119-136.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27 (7), 724-735.
- Pentland, W. E., & Twomey, L. T. (1991). The weight-bearing upper extremity in women with long term paraplegia. *Paraplegia*, 29 (8), 521-530.
- Pentland, W. E., & Twomey, L. T. (1994). Upper limb function in persons with long term paraplegia and implications for independence: part I. *Paraplegia*, 32 (4), 211-218.
- Reyes, M. L., Gronley, J. K., Newsam, C. J., Mulroy, S. J., & Perry, J. (1995). Electromyographic analysis of shoulder muscles of men with low-level paraplegia during a weight relief raise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77 (4), 433-439.
- RK, S. (2002). Muscular, skeletal, and neural adaptations following spinal cord injury. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33 (2), 65-74.
- Rochester, L., Chandler, C., Johnson, M., Sutton, R., & Miller, S. (1995). Influence of electrical stimulation of the tibialis anterior muscle in paraplegic subjects. 1. Contractile properties. *Spinal Cord*, 33 (8), 437-449.
- Rodgers, M., Keyser, R., Rasch, E., Gorman, P., & Russell, P. (2001). Influence of training on biomechanics of wheelchair propulsion. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38 (5), 505-511.
- Salinas, F., Lugo, L., Ramírez, L., & Eusse, E. (2001). Effects of an exercise program on the rehabilitation of patients with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82 (10), 1349-1354.
- Sapru, H. (2002). Physiology and Pathophysiology. En: Spinal Cord Medicine. *Spinal Cord*, 40 (5), 5-26.
- Scivoletto, G., Petrelli, A., Lucente, L., & Castellano, V. (1997). Psychological investigation of spinal cord injury patients. *Spinal Cord*, 35 (8), 516-520.

- Serra, R., & Guillaumet, E. (2004). *Prescripción de ejercicio físico en pacientes con cardiopatía coronaria*. Barcelona: Paidotribo.
- Serra-Añó, P., Pellicer-Chenoll, M., García-Massó, X., Morales, J., Giner-Pascual, M., & González, L. (2012). Effects of resistance training on strength, pain and shoulder functionality in paraplegics. *Spinal Cord*, 50 (11), 827-831.
- Shields, R., Law, L., Reiling, B., Sass, K., & Wilwert, J. (1997). Effects of electrically induced fatigue on the twitch and tetanus of paralyzed soleus muscle in humans. *Journal of Applied Physiology*, 82 (5), 1499-1507.
- Siff, M., & Verkhoshansky, Y. (2009). *Superentrenamiento*. Badalona: Paidotribo.
- Slater, D., & Meade, M. (2004). Participation in recreation and sports for persons with spinal cord injury: review and recommendations. *NeuroRehabilitation*, 19 (2), 121-129.
- Subirats Bayego, E., Subirats Vila, G., & Soteras, I. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina clínica*, 138 (1), 18-24.
- Talmadge RJ, R. R. (1995). Prominence of myosin heavy chain hybrid fibers in soleus muscle of spinal cord-transected rats. *Journal of Applied Physiology*, 78 (4), 1256-1265.
- Talmadge, R., Castro, M., Apple, D., & Dudley, G. (2002). Phenotypic adaptations in human muscle fibers 6 and 24 wk after spinal cord injury. *Journal of Applied Physiology*, 92 (1), 147-154.
- Tawashy, A., Eng, J., Lin, K., Tang, P., & Hung, C. (2008). Physical activity is related to lower levels of pain, fatigue and depression in individuals with spinal-cord injury: a correlational study. *Spinal Cord*, 47 (4), 301-306.
- Taylor, P., Ewins, D., Fox, B., Grundy, D., & Swain, I. (1993). Limb blood flow, cardiac output and quadriceps muscle bulk following spinal cord injury and the effect of training for the Odstock functional electrical stimulation standing system. *Spinal Cord*, 31 (5), 303-310.
- Warburton, D., Gledhill, N., & Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness and health. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26 (2), 217-237.
- Washburn, R., & Figoni, S. (1998). Physical activity and chronic cardiovascular disease prevention in spinal cord injury: a comprehensive literature review. *Topica in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 13 (1), 98-122.

- Washburn, R., & Hedrick, B. (1997). Descriptive epidemiology of physical activity in university graduates with locomotor disabilities. *International Journal of Rehabilitation Research*, 20 (3), 275-288.
- Weinek, J. (2001). *Salud, ejercicio y deporte: activar las fuerzas con un entrenamiento adecuado, prevenir enfermedades con el deporte correcto*. Barcelona: Paidotribo.
- Whiteneck, G. G., Charlifue, S. W., Frankel, H. L., & al., e. (1992). Mortality, morbidity, and psychosocial outcomes of persons spinal cord injured more than 20 years ago. *Paraplegia*, 30 (9), 617-630.
- Wilmore, J. H., Girandola, R. N., & al., e. (1978). Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 10 (2), 79-84.
- Yim, S., Cho, K., Park, C., Yoon, T., Han, D., & Lee, H. (1993). Effect of wheelchair ergometer training on spinal cord-injured paraplegics. *Yonsei Medical Journal*, 34 (3), 278-286.