



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:
Medicina de Rehabilitación

**EFFECTO EN LA FUNCIONALIDAD, EL EQUILIBRIO DE
TRONCO Y LA CONDICIÓN CARDIOVASCULAR DEL
ENTRENAMIENTO CON ERGÓMETRO DE KAYAK EN
PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

Dra. Fabiola Monserrat Palomino Ramos

PROFESOR TITULAR

Dr. Daniel David Chávez Arias

TUTOR DE TESIS

Dra. Jimena Quinzaños Fresnedo





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

El permitirme ser participe en este proyecto, es un gran honor formar parte de el, siempre estaré agradecida con la Dra. Jimena Quinzaños por ser quien me apoyo e impulso a seguir adelante tanto en el ámbito profesional como personal.

A mi familia, sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su apoyo incondicional.

A Saúl, gracias por ser mi motivación, mi motor, el amor de mi vida. Por que este camino ha sido más fácil gracias a tu amor, amistad y confianza. Eres mi fortaleza.

A mis amigos, por sus consejos, cariño y compañía durante estos años, gracias por su amistad.

A mis profesores por todas las enseñanzas y conocimiento transmitido para continuar mi formación profesional.

A los pacientes, por su franqueza y cooperación para concluir este proyecto. Gracias por abrir sus corazones y permitirme conocerlos.

Con admiración y cariño.

ÍNDICE

- I. Resumen de la Tesis
- II. Antecedentes
- III. Justificación
- IV. Planteamiento del Problema
- V. Pregunta de Investigación
- VI. Hipótesis
- VII. Objetivos
 - a) Objetivo General
 - b) Objetivos Específicos
- VIII. Material y Método
 - a) Diseño del Estudio
 - b) Descripción del Universo de Trabajo
 - c) Criterios de Inclusión
 - d) Criterios de Exclusión

e) Criterios de Eliminación

f) Estimación del tamaño de la muestra

g) Descripción de las variables del estudio y sus escalas de medición

IX. Análisis Estadístico

X. Resultados y Análisis

XI. Discusión

XII. Limitaciones

XIII. Conclusión

XIV. Referencias bibliográficas

XV. Bibliografía

I.-RESUMEN

Título: Efecto en la funcionalidad, el equilibrio de tronco y la condición cardiovascular del entrenamiento con ergómetro de kayak en pacientes con lesión medular.

Parte de los objetivos de la rehabilitación en individuos con lesión medular (LM) es la mejoría en el equilibrio de tronco, para lograr la independencia en las actividades de la vida diaria, prevenir complicaciones y en casos específicos, lograr la marcha. El entrenamiento en ergómetro de kayak puede mejorar el equilibrio de tronco en estos pacientes.

Objetivo: Determinar el efecto del entrenamiento en ergómetro de kayak en pacientes con LM en la funcionalidad, el equilibrio de tronco, la condición cardiovascular y la calidad de vida.

Metodología: Es un ensayo clínico aleatorio cegado para el evaluador y quien realizó el análisis de los datos. Se incluyeron pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, con diagnóstico de lesión medular de cualquier etiología, con nivel neurológico por debajo de C8, de tres meses a un año de evolución que se asignaron al azar a dos grupos: Grupo control, con terapia convencional para mejoría en equilibrio de tronco, y; Grupo experimental con entrenamiento en ergómetro de kayak.

Ambos entrenamientos fueron de 30 minutos 5 veces por semana durante 6 semanas.

Resultados: Se incluyeron 16 pacientes, 7 fueron asignados al grupo de entrenamiento con ergómetro de kayak y 7 al grupo control. Se demostró una mayor mejoría en el control de tronco y la independencia en el grupo experimental que en el grupo control. También se encontró una tendencia a que la función cardiovascular y la calidad de vida fueran mayores en el grupo experimental después del entrenamiento, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Conclusión: El entrenamiento en ergómetro de kayak se acompaña de una mejoría en el control de tronco y la independencia en comparación con el entrenamiento convencional. Existe una tendencia a que también presenten mejoría en la condición cardiovascular y la calidad de vida, sin embargo, hace falta aumentar el tamaño de muestra.

II.-ANTECEDENTES

La lesión medular (LM) es una alteración de la médula espinal que modifica no sólo la fuerza muscular y la sensibilidad, sino que genera un cambio en todos los sistemas del organismo^{1,2}. A nivel mundial se calcula una incidencia de entre 13.1 a 52.2 por millón de habitantes³. En Estados Unidos de América se estima una incidencia anual de alrededor de 40 casos por millón de habitantes, o aproximadamente 12,000 nuevos casos anuales sin contar los que mueren en el sitio del accidente⁴. En México se calcula una incidencia anual de 18.1 por millón de habitantes y ocurre generalmente en hombres en edad productiva (16 a 35 años de edad)⁵.

El daño a las vías ascendentes y descendentes de la médula espinal tiene como consecuencia una alteración en el sistema de control postural⁶. Se sabe que un control eficaz de la postura es de suma importancia tanto para la bipedestación y la marcha⁷ como para proveer de soporte a los movimientos voluntarios^{8,9}. Las alteraciones en el control postural dependen del grado y nivel de lesión, de tal forma que los individuos con lesiones completas, torácicas o cervicales tienen un pobre control de tronco, con lo que se ven limitados muchos de los movimientos necesarios para la realización de las actividades de la vida diaria^{10,11}. Es por esto que parte de los objetivos de la rehabilitación en individuos con lesión medular es la mejoría en el equilibrio del tronco para de esta forma lograr la independencia en las actividades de la vida diaria, prevenir complicaciones graves como úlceras por presión y deformidades neuromusculares y en casos específicos, lograr la marcha⁹⁻¹².

Con la finalidad de abordar el problema del equilibrio de tronco en estos pacientes de forma integral, en un inicio nuestro equipo desarrolló una escala clínica de equilibrio de tronco debido a que no existían escalas de este tipo validadas en individuos con lesión medular¹³. Se logró demostrar que la prueba tiene una alta confiabilidad inter e intra-observador (0.99 y 0.98 respectivamente). Además, se determinó que tiene una adecuada validez de contenido, de constructo y de criterio.

En esta última se encontró que la prueba tiene una sensibilidad del 98% y especificidad del 92.2% para discriminar a los individuos con control de tronco adecuado o inadecuado. Sin embargo, falta determinar la sensibilidad al cambio de la prueba y proponer nuevos esquemas más objetivos y sensibles (instrumentados) para la evaluación del equilibrio de tronco de los individuos con lesión medular para lo cual se necesita otorgar un tratamiento enfocado en mejorar dicha función.

Por otro lado, los pacientes con lesión medular suelen tener un estilo de vida sedentario lo cual, aunado a las alteraciones en el sistema nervioso autónomo propias de la lesión, expone a las personas con lesión medular a un mayor riesgo de desarrollar condiciones crónico-degenerativas, como el síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares, que actualmente son la principal causa de muerte en estos individuos¹⁴. Es por esto por lo que posterior a la rehabilitación inmediata es necesario mantener y mejorar la capacidad funcional obtenida durante este proceso. Así, resulta importante encontrar actividades de entrenamiento que desafíen la estabilización de la parte superior del cuerpo y el equilibrio sentado sin causar síntomas por sobreuso¹⁵⁻¹⁷.

El entrenamiento en kayak parece cumplir con estos criterios ya que implica la mayor parte de la musculatura superior, presenta altas demandas metabólicas e impone exigencias estrictas para el sistema de control de balance, debido a una compensación continua de las perturbaciones a la parte superior del cuerpo por el movimiento del aparato¹⁷. Previamente, se ha demostrado que el entrenamiento abierto en kayak de mar podría ser implementado con éxito en un grupo de parapléjicos y se acompaña de mejorías en fuerza y equilibrio en sedestación¹⁸.

Debido a la dificultad para controlar y ajustar el tiempo y el nivel de desafío de equilibrio experimentado por los participantes en etapas subagudas, es necesario utilizar un ergómetro de kayak, adicionando un módulo de equilibrio ajustable para el ergómetro, de tal forma que la demanda de equilibrio pueda ajustarse individualmente y aumentar progresivamente a medida que avanza el entrenamiento. En este sentido, Bjerkefors y Thorstensson, demostraron que el entrenamiento en ergómetro de kayak en un grupo de personas con lesión medular se acompaña de mejorías en fuerza muscular de hombro y en varias pruebas funcionales de sillas de ruedas que exigen la estabilización del tronco y control de balance ^{19,20}.

Estos estudios lograron demostrar un efecto positivo del entrenamiento en Kayak en pacientes con lesión medular, sin embargo, incluyen poblaciones pequeñas (10 y 12 individuos), con lesiones en etapa crónica y no evaluaron el efecto en equilibrio de tronco mediante una escala validada en esta población, ni sus efectos en la función cardiovascular y la independencia funcional.

Por otro lado, debido a que se desconoce la magnitud del efecto de la intervención sobre el control de tronco, se plantea el desarrollo de una herramienta para su valoración basado en técnicas cuantitativas propias de la estabilometría estática computarizada. Las técnicas cuantitativas son altamente precisas y sensibles al cambio y se utilizan de manera casi rutinaria para evaluar el balance. Sin embargo, no todas estas técnicas son factibles para aplicarse en la práctica clínica cotidiana debido a las instalaciones, recursos, tiempo y entrenamiento necesarios para operarlas.

III.- JUSTIFICACIÓN

La LM es una patología frecuente que afecta el control postural debido a alteraciones en la fuerza, el tono muscular y en la sensibilidad¹. Suele presentarse en hombres y mujeres jóvenes y causa una discapacidad importante y permanente, por lo que representa un problema de salud pública^{3,4}. Uno de los principales problemas que surgen de la lesión de la médula es la alteración en el equilibrio del tronco, que se acompaña de dificultad para la realización de las actividades de la vida diaria, además de problemas secundarios como dolor y formación de úlceras por presión^{9,12}. Por lo tanto, el estudio del control de tronco y su capacidad de entrenamiento, se convierte en una cuestión de gran relevancia para obtener una mejor base para la mejora de los programas de rehabilitación y calidad de vida en general, para estos pacientes¹³.

Por otro lado, la lesión medular afecta la capacidad de ejercicio y actualmente la principal causa de muerte en esta población son las enfermedades cardiopulmonares¹⁴. El entrenamiento en ergómetro de kayak parece una estrategia útil para mejorar el equilibrio de tronco y la condición cardiovascular en individuos con lesión medular. Sin embargo, a la fecha no se ha estudiado el efecto del entrenamiento en ergómetro de kayak en individuos con lesión medular en el equilibrio de tronco con herramientas validadas para las personas con lesión medular, en la condición cardiovascular, en la independencia funcional y en la calidad de vida por lo que surge la necesidad de realizar el presente estudio.

IV.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La LM es causa de un pobre equilibrio y control de tronco, lo cual afecta de manera significativa la independencia funcional y la adecuada realización de las actividades de la vida diaria. Por otro lado, la principal causa de muerte en estos individuos son las enfermedades cardiopulmonares, que podrían prevenirse con el ejercicio.

Se ha estudiado el uso de kayak en pacientes con lesión medular, sin embargo, no se ha estudiado su efecto en el equilibrio estático y dinámico de tronco, en la independencia funcional, en la calidad de vida y en la condición cardiovascular. De ahí que surge la siguiente pregunta de investigación:

V.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto en la funcionalidad, el equilibrio de tronco y la condición cardiovascular del entrenamiento en ergómetro de kayak en pacientes con lesión medular?

METODOLOGÍA

VI.- HIPÓTESIS (en los casos que corresponda)

El entrenamiento con un ergómetro de kayak mejorará la independencia funcional, el equilibrio de tronco y la condición cardiovascular en individuos con lesión medular.

El efecto del entrenamiento con un ergómetro de kayak en la independencia funcional, el equilibrio de tronco y la condición cardiovascular en individuos con lesión medular será mayor que el del entrenamiento del equilibrio de tronco convencional.

VII.-OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

-Determinar el efecto del entrenamiento en ergómetro de kayak en pacientes con lesión medular en la funcionalidad, el equilibrio de tronco, la condición cardiovascular y la calidad de vida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Establecer la validez, fiabilidad, error y sensibilidad de la medición instrumentada del equilibrio de tronco en sujetos con LM.

-Evaluar la existencia de efectos de piso/techo en la valoración instrumentada del equilibrio de tronco.

-Desarrollar herramientas computarizadas para evaluación del equilibrio de

tronco fácilmente aplicables en la práctica clínica cotidiana, con tecnología de bajo costo, prácticas y sencillas para mejorar la exactitud y confiabilidad del análisis observacional. Estas herramientas pueden proporcionar, a aquellos centros de rehabilitación que no estén equipados con un laboratorio para análisis del movimiento, información suficiente para evaluar el control de tronco del individuo con LM.

-Propuesta de un programa piloto de rehabilitación del equilibrio de tronco en personas con LM.

-Difundir resultados preliminares en una reunión científica nacional.

-Formar recursos humanos con conocimiento de rehabilitación neurológica, análisis de movimiento e ingeniería biomédica.

-Fomentar de la cooperación multidisciplinaria.

VIII.-MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Ensayo clínico aleatorio cegado para el evaluador y la persona que realice el análisis de los datos.

Descripción del universo de trabajo.

Pacientes de la consulta externa y hospitalización del servicio de Lesión Medular del Instituto Nacional de Rehabilitación, con diagnóstico de lesión medular de cualquier etiología, con nivel neurológico por debajo de C8, de tres meses a un año de evolución.

Definición del grupo control

Grupo A. Grupo control, manejo con terapia convencional para mejoría en equilibrio de tronco (ejercicios de neurofacilitación propioceptiva enfocados en control de tronco²¹) de 30 minutos 5 veces por semana durante 6 semanas.

Criterios de inclusión (en los casos que corresponda)

- Edad mayor de 16 años
- Cualquier género
- Con diagnóstico clínico de lesión medular de cualquier tipo (completa e incompleta)
- Con diagnóstico clínico de LM con nivel neurológico por debajo de C8 (que

logren cargar el remo)

-Con tiempo de evolución entre tres meses y un año

-Con lesión de cualquier etiología

-Que cuente con carta de consentimiento informado.

Criterios de eliminación (en los casos que corresponda)

-Inasistencia al 20% o más de las sesiones de entrenamiento.

-Inasistencia a las evaluaciones.

-Valoraciones incompletas.

-Fallecimiento del paciente.

-Que se agregue otra patología cardiovascular, ortopédica o neurológica que impida el entrenamiento.

Criterios de exclusión (en los casos que corresponda)

-Otro diagnóstico neurológico

-Alteración en los órganos de los sentidos

-Problema ortopédico que impida la realización del entrenamiento

-Alteraciones en las funciones mentales superiores

-Condición metabólica o cardiovascular que impidiera la realización del entrenamiento.

Tamaño de muestra (en los casos que corresponda)

Se utilizó el programa Epidat 4 para el cálculo del tamaño de muestra. Para una potencia del 80%, probabilidad de error alpha menor a 0.05 y considerando que en el trabajo de Grigorenko y colaboradores¹⁸ se encontró una diferencia en la velocidad de desplazamiento frontal del CoP de 0.1m/s con una desviación estándar de 0.05m/s entre el grupo experimental y el control, entonces se requieren 7 pacientes por grupo.

Considerando un 20% de posibles pérdidas, entonces se reclutarán 9 pacientes por grupo.

Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición

I. Variables clínicas y demográficas

I. Variables clínicas y demográficas	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad/ Valores
Tipo de lesión medular	Según ASIA, con las modificaciones de la ISNCSCI18 A: completa, B: incompleta, preservación de la función	A, B, C, D, E	Cualitativa nominal	0= A 1=B 2=C 3=D 4=E

únicamente
 sensitiva, C:
 incompleta,
 contracción anal
 voluntaria o más
 de la mitad de los
 músculos clave en
 <3, D:
 incompleta, más
 de la mitad de los
 músculos clave en
 >3, E:
 recuperación total

Nivel neuroológico de lesión medular	Segmento más caudal de la médula espinal con función normal ¹⁸	Cervical de C1 a C8 Torácica alta de T1 a T6 Torácica baja de T6 a T12 Lumbar Sacra	Cualitativ a nominal	1= Cervical 2= Torácica alta 3= Torácica baja 4= Lumbar 5= Sacra
---	---	--	-------------------------	--

Tiempo de evolución de la lesión medular	Tiempo en días desde que se produjo la lesión medular al momento de la aplicación del cuestionario	Número de días	de	Cuantitati va continua	Días
Edad del paciente	Años que trascurren a partir de la fecha de nacimiento	Años cumplidos al momento de la aplicación del cuestionario		Cuantitati va discreta	Años
II. Variables de desenlace	Definición Conceptual	Definición Operacional		Escala de Medición	Unidad/ Valores
Prueba de equilibrio de tronco	Puntuación en la prueba de equilibrio de tronco ²⁶	Puntuación máxima alcanzada en la prueba de equilibrio de tronco		Cuantitati va discreta	Puntuación entre 0 y 24 puntos

SCIM (Spinal Cord Independence Measure)	Medición de la Independencia Funcional lesionados medulares	Grado de independencia en para realizar las actividades de autocuidado, control de esfínteres, transferencias, locomoción.	Cuantitativa discreta	Autocuidado=20 puntos Respiración y control de esfínteres=40 puntos Movilidad recámara y baño=10 Movilidad interior y aire libre:30
Alimentación	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, uso de dispositivos, asistencia mínima o sin ayuda	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total 1=Comida cortada con varios dispositivos 2=Comida cortada con un dispositivo, siendo incapaz de tomar un vaso 3=Comida cortada con un dispositivo, capaz de tomar un vaso

					4=Comida cortada sin ayuda de dispositivo, asistencia mínima
					5=Independiente en todas las tareas sin dispositivo.
Baño	Puntuación en valoración SCIM	en Asistencia total, uso de dispositivo o sin ayuda	Asistencia total, uso de dispositivo o sin ayuda	Cuantitativa o discreta	0=Asistencia total 1=Se enjabona una pequeña parte del cuerpo 2=Se enjabona con ayuda de dispositivo sin llegar a partes distales 3=Se enjabona sin ayuda de dispositivo, asistencia mínima en partes distales 4=Baño independiente con dispositivos

				5=Independiente en todas las tareas sin dispositivo.
Vestido	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, tarea con dispositivos, o sin ayuda	Cuantitativa discreta	<p>0=Asistencia total</p> <p>1=Viste parcialmente parte superior del cuerpo</p> <p>2=Viste y desviste independiente parte superior del cuerpo</p> <p>3=Asistencia mínima para vestirse parte superior o inferior del cuerpo</p> <p>4=Viste y desviste independiente con dispositivos</p> <p>5=Independiente en todas las tareas sin dispositivo.</p>

Aseo	Puntuación en Asistencia valoración SCIM	total, usa dispositivos o sin ayuda	Cuantitati va discreta	<p>0=Asistencia total</p> <p>1=Una tarea (lavarse manos)</p> <p>2=Algunas tareas con dispositivos requiere asistencia para ponerse y quitarse</p> <p>3=Algunas tareas con dispositivo no requiere asistencia</p> <p>4=Todas las tareas con dispositivo</p> <p>5=Independiente en todas las tareas sin dispositivo.</p>
Uso del baño	Puntuación en Asistencia valoración SCIM	total, asistencia, uso de dispositivos o sin ayuda	Cuantitati va discreta	<p>0=Asistencia total</p> <p>1=Desviste parte inferior del cuerpo</p> <p>2=Se limpia parcialmente y necesita</p>

					<p>asistencia para ajustar prendas</p> <p>3=Se limpia, necesita asistencia para ajustar prendas</p> <p>4=Independiente con dispositivo</p> <p>5=Independiente sin dispositivo</p>
Movilidad en cama	Puntuación valoración SCIM	en	Asistencia total, movilidad parcial, libera presión	Cuantitativa discreta	<p>0=Asistencia total</p> <p>1=Movilidad parcial (voltea a un lado)</p> <p>2=Voltea a ambos lados sin liberar presión</p> <p>3=Libera presión acostado</p> <p>4=Gira en cama y se sienta sin asistencia</p> <p>5=Independiente en movilidad en cama,</p>

				libera presión en sedestación sin elevar el cuerpo
				6=Libera presión en sedestación
Transferencia a cama-silla de ruedas	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, asistencia parcial, independiente	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total 1=Necesita parcialmente asistencia y/o supervisión 2=Independiente
Transferencia a silla de ruedas-bañotina	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, asistencia parcial, independiente	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total 1=Necesita parcialmente asistencia y/o supervisión 2=Independiente
Transferencia a silla de ruedas-automóvil	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, asistencia parcial, independiente	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total 1=Necesita parcialmente asistencia y/o supervisión

2=Independiente

Uso de escaleras	Puntuación en valoración SCIM	No puede, ayuda de pasamanos, ortesis, supervisión o sin ayuda	Cuantitativa discreta	0=No puede subir o bajar escaleras 1=Sube uno o dos escalones 2=Sube y baja 3 escalones con ayuda 3=Sube y baja 3 escalones con pasamanos, muleta y/o bastón 4=Sube y baja por lo menos 3 escalones sin supervisión o soporte.
Movilidad en interiores	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, de auxiliares, ortesis o sin ayuda	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total 1=Asistencia en silla ruedas manual 2=Independiente en silla de ruedas manual

					3=Camina con andadera
					4=Camina con muletas
					5=Camina con dos bastones
					6=Camina con un bastón
					7=Solo necesita ortesis de miembros inferiores
					8=Camina sin ayuda
Movilidad en distancias moderadas	Puntuación valoración SCIM	en Asistencia total, de auxiliares, ortesis o sin ayuda	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total	1=Asistencia en silla ruedas manual
					2=Independiente en silla de ruedas manual
					3=Camina con andadera
					4=Camina con muletas
					5=Camina con dos bastones
					6=Camina con un bastón

				7=Solo necesita ortesis de miembros inferiores
				8=Camina sin ayuda
Movilidad en exteriores	Puntuación en valoración SCIM	Asistencia total, de auxiliares, ortesis o sin ayuda	Cuantitativa discreta	0=Asistencia total 1=Asistencia en silla ruedas manual 2=Independiente en silla de ruedas manual 3=Camina con andadera 4=Camina con muletas 5=Camina con dos bastones 6=Camina con un bastón 7=Solo necesita ortesis de miembros inferiores 8=Camina sin ayuda
Frecuencia cardiaca	Número de contracciones ventriculares por unidad de tiempo	Expresada en número de latidos por	Frecuencia cardiaca	De acuerdo a la registrada por el dispositivo del monitoreo

		minuto registrados.		de la FC o por el electrocardiógrafo de 12 derivaciones.
Tensión arterial sistólica	Presión ejercida por el volumen circulante de la sangre sobre las paredes de las arterias, venas y cámaras cardiacas, corres- ponde al primer ruido cardiaco.	Esta expresada en mmHg registrados.	Tensión arterial sistólica	De acuerdo a la registrada por el esfingomanómetro aneroide con la técnica auscultatoria al establecerse la fase I de los ruidos de Korotkoff.
Tensión arterial diastólica	Presión ejercida por el volumen circulante de la sangre sobre las paredes de las arterias, venas y cámaras	Esta expresada en mmHg registrados.	Tensión arterial diastólica	De acuerdo a la registrada por el esfingomanómetro aneroide, con la técnica auscultatoria al desaparecer los ruidos (fase V de Korotkoff).

	cardiacas, corresponde al último ruido cardiaco.			
Control de Tronco	Estabilidad y movilidad del tronco y cabeza del sujeto	Aceleración de velocidad y frecuencia de oscilaciones del movimiento angular del tronco y cabeza del sujeto.	Cuantitati va continua	0-10 g; 0-500 °/seg y 0- 10 Hz
Adaptación a la vida	Estrategias utilizadas para adaptarse a la vida normal en personas con lesión medular	Spinal Cord Lesion-related Coping Strategies Questionnaire (SCL CSQ-S)	Cualitativ a ordinal	0-48

IX.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el programa SPSS 17. Se realizó estadística descriptiva con medidas de tendencia central para variables cuantitativas y proporciones para las cualitativas. Para determinar las diferencias entre los grupos, se realizó análisis de covarianza. Se consideraron los resultados estadísticamente significativos con una $p < 0.05$.

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

Solo después de firmar una carta de consentimiento informado, los individuos fueron evaluados en el área de terapia física de Plasticidad Cerebral del Instituto Nacional de Rehabilitación en colchones con una altura de 50 cm y un área de 2x2.5 mts. Se colocó un "Inertial measure unit" (IMU) en esternón sobre la apófisis xifoides y otro sobre el vértice craneal del sujeto. Los IMU se sujetaron siempre en la misma posición mediante uso de velcros sobre cinturones de polipropileno de 1/2 pulgada. Estos se auto calibraron automáticamente usando el algoritmo del fabricante de fusión de sensores de aceleración, velocidad angular, campo magnético terrestre y temperatura.

Durante la prueba clínica de control de tronco¹³ se realizó simultáneamente la medición instrumentada mediante los IMU's. Los ítems 1,2,3 de control estático y los ítems 6,7 de control dinámico se repitieron tres veces, de manera intercalada y aleatoria, junto con el resto de ítems. Para evaluar confiabilidad y validez de las medidas arrojadas por los IMUs. La medición fue realizada por un médico especialista en Medicina de Rehabilitación con posgrado en Rehabilitación Neurológica, un médico residente del cuarto año de la especialidad de Medicina de

Rehabilitación, un ingeniero Biónico y una pasante en Ingeniería Biomédica, previamente entrenados para la aplicación de la prueba.

Las valoraciones se hicieron cerca del paciente para asistirlos en caso de que perdieran el equilibrio. Al término de la valoración de sujetos con LM se realizó la valoración de sujetos sanos para evaluar parte de la validez de constructo.

Definición de las unidades de observación

Pacientes con diagnóstico de lesión medular de cualquier etiología, con nivel neurológico por debajo de C8, de tres meses a un año de evolución.

DESCRIPCIÓN DEL O DE LOS PROCEDIMIENTOS

Con los pacientes que acudieran a consulta externa u hospitalización del servicio de Lesión Medular que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión, se formaron dos grupos de entrenamiento. La asignación al grupo control o experimental se hizo al azar mediante sobres cerrados:

Grupo A. Grupo control, con terapia convencional para mejoría en equilibrio de tronco (ejercicios de neurofacilitación propioceptiva enfocados en control de tronco²¹) de 30 minutos 5 veces por semana durante 6 semanas.

Grupo B. Grupo experimental con entrenamiento en kayak de 30 minutos 5 veces por semana durante 6 semanas.

La terapia convencional y el entrenamiento en kayak fueron dirigidos por un mismo licenciado en terapia física entrenado en técnicas de neurofacilitación propioceptiva y en kayak y con experiencia en el manejo de pacientes con lesión medular.

El entrenamiento en el ergómetro de kayak incluyó un calentamiento (precarga) de 3 minutos, entrenamiento (carga) de 3-5 intervalos con intensidad de media a alta de 2 a 4 minutos de duración y pausas entre 1 y 2 minutos entre las fases activas y 2 minutos de enfriamiento (poscarga) para un total de 30 minutos de tratamiento.

X.-RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se reclutaron 16 pacientes, de los cuales 7 se asignaron al grupo de entrenamiento en kayak y 7 al grupo de entrenamiento con FNP. Un paciente de cada grupo fue eliminado por acudir a menos del 80% de las sesiones de entrenamiento.

De los pacientes que continuaron en el estudio, los resultados se describen a continuación.

La edad promedio de los sujetos fue de 25.9. La mayoría de los sujetos son hombres (66.7%). En relación con la lesión medular, todos tuvieron lesiones completas, y la mayoría presentaron lesiones torácicas baja (71.4%), seguidos por lesiones torácicas altas (28.6%). No se encontraron diferencias basales entre los grupos, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características basales

Variable	Grupo Control	Grupo Experimental	p
Edad	34	31.3	0.907
Tiempo de evolución	3	6	0.199
ASIA A	100%	100%	
Nivel Neurológico (torácica baja)	62.5%	66.7%	0.657
Género (masculino)	62.5%	66.7%	0.657
Control de tronco inicial	13.3	15.6	0.155
Lisat-9 inicial	32.0	37.7	0.851

METs inicial	4.01	4.8	0.335
VO2 inicial	17.2	20.5	0.074
SCIM-III inicial	46.7	47.5	0.538

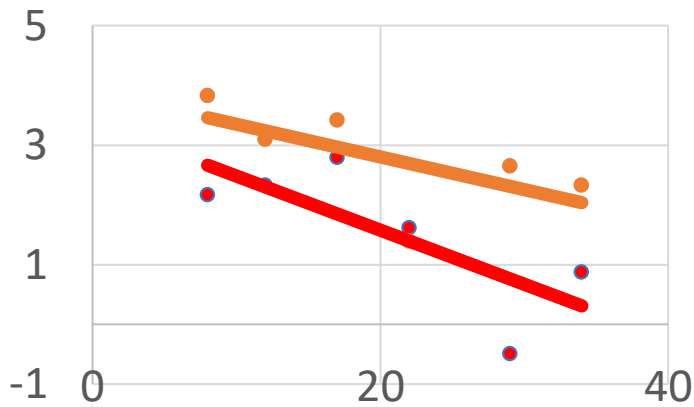
Los resultados después del entrenamiento se muestran en la tabla 2. Se observa una diferencia estadísticamente significativa entre grupos para el control de tronco, METs final y VO2 final. En efecto, la puntuación en el control de tronco al final del entrenamiento es mayor en el grupo experimental que en el grupo control. En relación con las demás variables, existe una tendencia a que los resultados sean mejores en el grupo de entrenamiento en kayak, sin embargo, la diferencia no resultó ser estadísticamente significativa.

Tabla 2. Resultados después del entrenamiento.

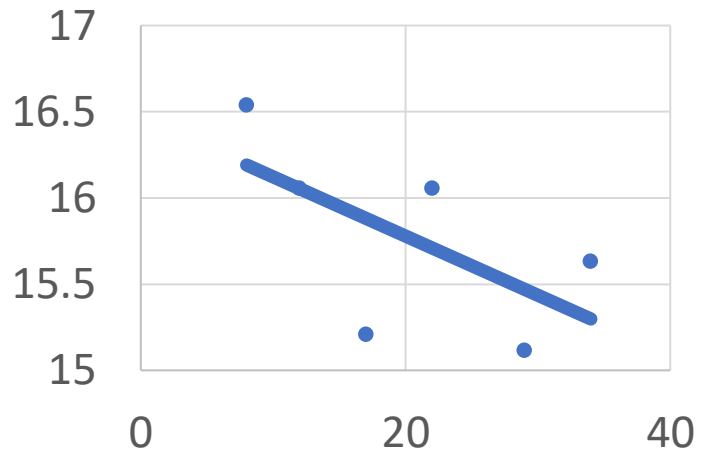
Variable	Control	Experimental	p
Control de tronco final	17.2	22.25	0.025
SCIM-III final	51.3	54	0.131
Lisat-9 final	36.3	46.3	0.164
METs final	4.3	5.9	0.001
VO2 final	18.7	24.05	0.034

El análisis con los IMUs no pudo realizarse ya que hubo un accidente con la computadora que guardaba los datos, por lo que se perdieron. Sin embargo, el análisis de un sujeto mostró los resultados que se muestran en las siguientes figuras:

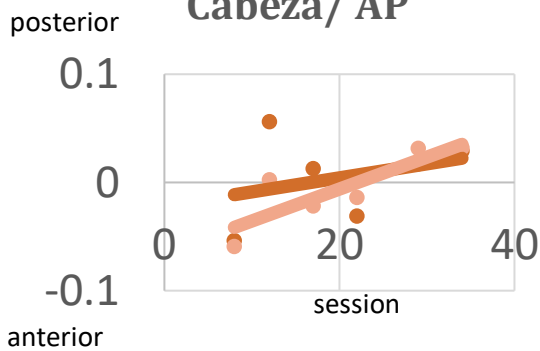
**Aceleración
Cabeza/AP**



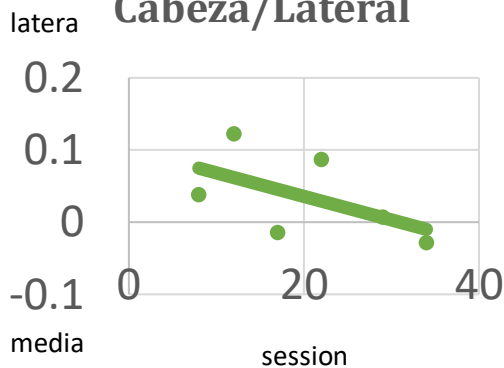
Picos de aceleración



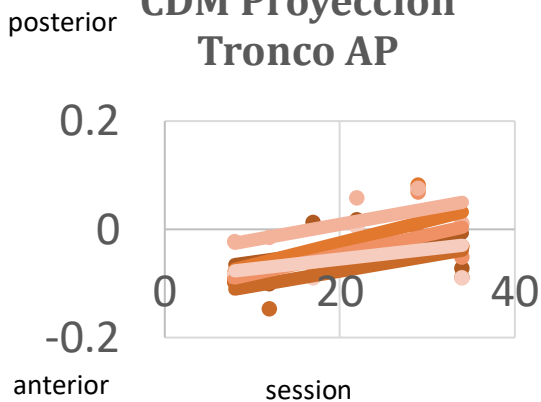
**CDM Proyección
Cabeza/ AP**

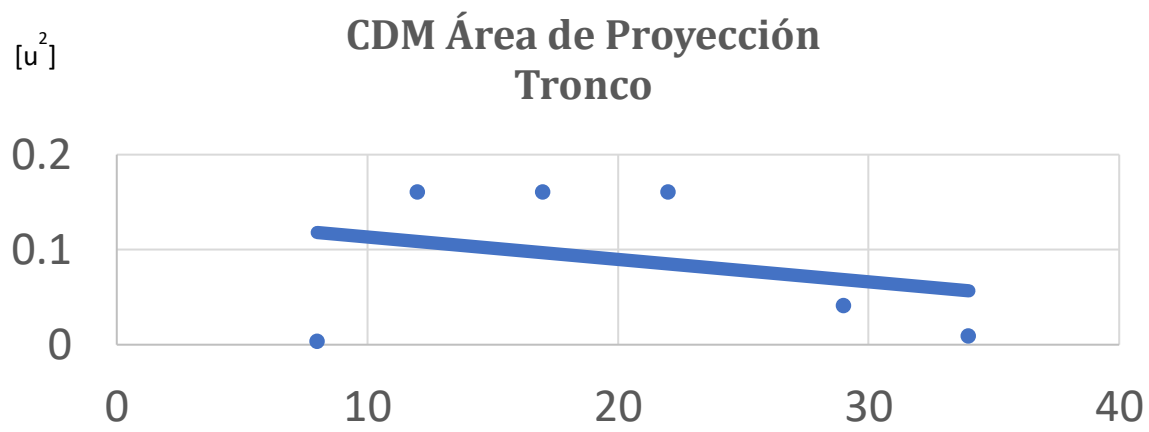
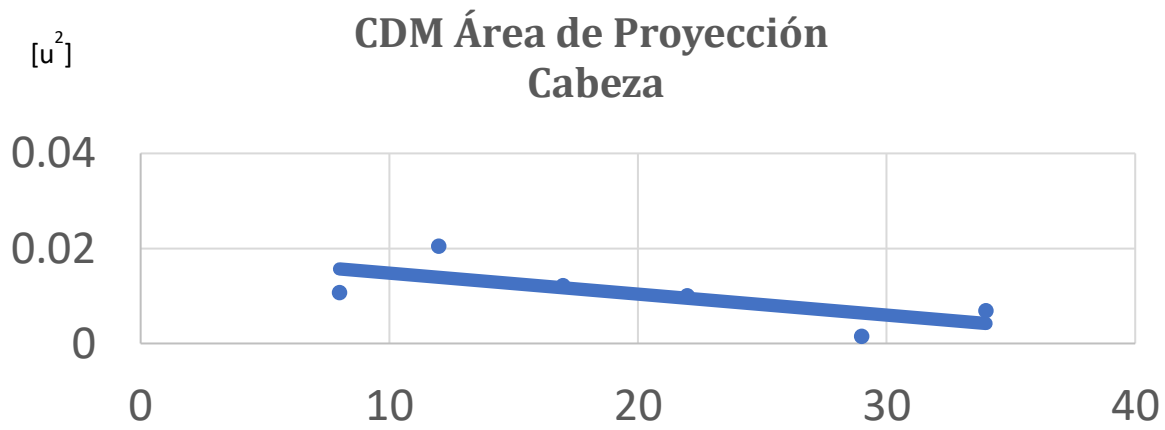


**CDM Proyección
Cabeza/Lateral**



**CDM Proyección
Tronco AP**





*CDM: Centro de Masa

XI.- DISCUSIÓN

Con este trabajo se demostró que el entrenamiento en ergómetro de kayak se asocia con una mejoría en el control de tronco, la funcionalidad y la condición cardiovascular en paciente con lesión medular torácica.

En un estudio Garshick et al. (2005) analizaron causas de muerte en pacientes con lesión medular, reconoció que la principal causa de muerte en personas con lesión medular torácica era por enfermedades pulmonares (neumonía, obstrucción de la vía aérea, lesión pleural y complicaciones respiratorias no especificadas) contribuyendo al 20% de las muertes. En los pacientes con lesión medular torácica reconoció que la principal causa de muerte se debe a enfermedades cardiovasculares (insuficiencia cardíaca, fibrilación auricular, aterosclerosis, cardiopatía isquémica, taquicardia ventricular, enfermedad cerebral vascular, cardiomiopatía, aneurisma abdominal, hipertensión pulmonar) contribuyendo hasta el 40.5% de las muertes.

En otro estudio Groah et al. (2011) identificó que la inactividad física, el tabaquismo, la obesidad y la disfunción simpática son las causas que se asocian a mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, definiéndolo como riesgo de eventos coronarios duros para IAM e incluso la muerte. En dicho estudio se observó que el factor de riesgo más común de enfermedad cardiovascular fue la obesidad en pacientes con lesión medular (aproximadamente tres cuartas partes). Estas implicaciones son claramente más graves en personas con lesión medular que aquellos que no tienen discapacidad, asociando el aumento de la grasa

corporal con un mayor riesgo de dislipidemia, defectos del metabolismo de los hidratos de carbono y las enfermedades cardiovasculares a edades tempranas.

Cragg et al. (2013) demostraron que las personas con lesión medular tienen un riesgo incrementado 2 a 3 veces mayor de sufrir una enfermedad cerebrovascular, así como enfermedad cardíaca identificando como factores de riesgo relacionados el tabaquismo, diabetes mellitus, la obesidad y la hipertensión arterial sistémica. En los pacientes con lesión medular se ha documentado la alteración de la presión arterial teniendo dos escenarios la hipotensión ortostática y la hipertensión extrema durante episodios de disreflexia autonómica, estos investigadores han especulado que esta inestabilidad de la presión arterial podría resultar en una lesión vascular, y por lo tanto resulta en un riesgo mayor para la enfermedad arterial en personas con lesión medular.

Gilbert et al. (2014) determina la importancia de iniciar detección oportuna de enfermedades cardiovasculares a la edad de 35 años en hombres y 45 años en las mujeres y repetir los estudios cada 5 años a excepción de aquellos que se les ha identificado factores de riesgo de enfermedad cardiovascular como son: diabetes mellitus, antecedente familiar de enfermedad cardiovascular prematura, hiperlipidemia familiar, hipertensión arterial sistémica y la obesidad. Las guías europeas determinan que el inicio del cribado debe ser a los 40 años en hombres y a los 50 años en mujeres, de mismo modo mencionando la importancia de iniciar detección cuando se identifican los factores de riesgo, ellos mencionan como factores de riesgo aquellos que tengan: enfermedad autoinmune incluyendo artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, psoriasis, enfermedad renal crónica,

personas con tratamiento antiretroviral y aquellos que hayan sido trasplantados de algún órgano. Los pacientes con lesión medular son mas propensos a sufrir de enfermedad cardiovascular en comparación con la población en general. Apoyan el uso de ejercicio como herramienta de intervención positiva para la optimización de los niveles de lípidos en la población con lesión medular. Se incluyeron las siguientes formas como actividad: participación en algún deporte, realizar actividad física a parte de su programa de rehabilitación y actividad física en tiempo de ocio. Se tomo en cuenta que estos datos definían realizar actividad de 6.3 a 15 horas por semana con una media de 7 a 10 horas por semana.

Bjerkefors et al. (2007) evaluó la estabilidad dinámica de tronco en 10 pacientes con lesión medular que recibieron un entrenamiento similar a nuestro estudio con un período de calentamiento, intervalos de entrenamiento de 2-8 minutos con 1-2 minutos de descanso, así como la enseñanza en la técnica de remo durante las primeras sesiones, en un período de 10 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana, a diferencia de nuestro estudio el entrenamiento se llevó acabo sobre una plataforma inestable y se realizaron mediciones de aceleración y desaceleración durante el entrenamiento, se incluyeron pacientes con un tiempo de evolución mayor a 10 años, clasificados con lesiones medulares incompletas de acuerdo con la escala de ASIA, encontrándose como resultado un efecto significativo para todas las respuestas cinemáticas. Sin embargo, estos autores no evaluaron el efecto del entrenamiento en la función cardiovascular, la independencia ni la satisfacción con la vida.

En este estudio se logró demostrar la mejoría que existe en el equilibrio del tronco mediante la escala de control de tronco, así como en la escala de SCIM-III que se evalúa la movilidad e independencia y de manera indirecta se observa una mejoría en el control de tronco. De igual manera se demostró el efecto que se tiene a nivel cardiovascular obteniendo mejorías en VO₂ así como en los METs de aquellos pacientes que realizaron el entrenamiento con ergómetro de kayak.

Ginis (2018) comenta la guía del fitness, para la aptitud cardiorespiratoria y los beneficios de la fuerza muscular, los adultos con lesión de la médula espinal deben realizar al menos: 20 minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada a vigorosa 2 veces por semana y 3 series de ejercicios de fuerza para cada grupo muscular funcional, a intensidad moderada a vigorosa, 2 veces por semana. Para obtener beneficios de salud cardiometabólicos, se sugiere que los adultos con una lesión de la médula espinal participen en al menos: 30 minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada a vigorosa 3 veces por semana.

Se apoya como en estudios antes mencionados la mejoría en la condición física y cardiovascular de los adultos con lesión medular, así como la promoción al realizar actividad física de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud y como se menciona en el estudio de Ginis, de los cuales en el presente estudio se trabajó un total de 150 horas a la semana de ejercicio aeróbico.

XII.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en la mejoría de la salud cardiometabólica, así como en el control de tronco y la independencia del paciente con lesión medular. Sin embargo, encontramos como limitación que no se obtuvo específicamente en que semana se empezó a notar el cambio en el efecto cardiovascular, cuáles fueron los cambios en las cifras de la frecuencia cardíaca tomando en consideración las mínimas y máximas al inicio, mitad y final del entrenamiento, así como la recuperación de la frecuencia cardíaca durante el mismo. A pesar de esto se necesita conocer el beneficio a largo plazo de la actividad física en pacientes con lesión medular siendo un impulso para futuras investigaciones.

XIII.- CONCLUSIÓN

La lesión medular representa una condición crónica que se ve con mayor frecuencia en el Instituto Nacional de Rehabilitación, que se ha relacionado como principal causa de mortalidad la enfermedad cardiovascular, de los pacientes que recibieron entrenamiento en ergómetro de kayak se demostró que existe una mejoría significativa en su equilibrio de tronco, independencia funcional y su calidad de vida en comparación con el grupo control.

XIV.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Spinal Injury Association. International Standards for Neurological Classifications of Spinal Cord Injury. Revised Ed. Chicago, Ill: American Spinal Injury Association. 2000;1-23.
2. Taghi K. Functional walking ability of paraplegic patients: comparison of functional electrical stimulation versus mechanical orthoses. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013; 23:631-638
3. Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M and Wing PC. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate.2014. Spinal Cord; 52: 110-116 .
4. National Spinal Cord Injury Statistical Center [<https://www.nscisc.uab.edu/>]. Birmingham, Alabama: Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance. 2011.
5. Estrada S, Carreón A, Parra MC, Ibarra C, Velasquillo C, Vacanti C, Belkind J. Lesión de medula espinal y medicina regenerativa. 2007. Salud Pública Méx;49:437-444.
6. Macpherson JM, Fung J, Jacobs R. Postural orientation, equilibrium, and the spinal cord. 1997. Adv Neurol.; 72: 227.
7. Reft J and Hasan Z. Trajectories of target reaching arm movements in individuals with spinal cord injury: effect of external trunk support.. 2002. Spinal Cord; 40: 186-191.
8. Lyalka VF, Zelenin PV, Karayannidou A, Orlovsky GN, Grillner S and

Deliagina TG. Impairments and recovery of postural control in rabbits with spinal cord lesions. 2005. *JN Physiol*; 94 (6): 677-690

9. Janssen-Potten Y, Seelen H, Drukker J and Reulen J. Chair configuration and balance control in persons with spinal cord injury. 2000. *Arch Phys Med Rehabil*; 81:401-408.

10. Edgerton VR, de Leon RD, Tillakaratne NJ, Recktenwald MR, Hodson JA and Roy RR. Retraining the injured spinal cord. *J Physiol*. 2001; 533: 15-22.

11. Fredrickson, M. Acute Spinal Cord Injury Management, 2007 *J Trauma*; 62(6)S9.

12. Vernon W. MD, PHD, *Spinal Cord Medicine, Principles and Practice*. 2003. New York: Demos,; 3-13.

13. Quinzaños J, Villa A, Flores A, Pérez Z. Proposal and validation of a clinical trunk control test in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2014; 52(6): 449-54.

14. Bickenbach J, et al. *International Perspectives on Spinal Cord Injury*. 2013 WHO.

15. Seelen HA, Potten YJ, Drukker J, Reulen JP, Pons C. Development of new muscle synergies in postural control in spinal cord injured subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 1998; 8:23–34.

16. Rice L, Smith I. Impact of the Clinical Practice Guideline for Preservation of Upper Limb Function on Transfer Skills of Persons With Acute Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;94:1230-46

17. Kopenhagen C. Patterns of Changes in Wheelchair Exercise Capacity After Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;94:1260-7
18. Grigorenko A. Sitting balance and effects of kayak training in paraplegics. *J Rehabil Med* 2004; 36: 110–116
19. Bjerkefors A, Carpenter M, G, Thorstensson A. Dynamic trunk stability is improved in paraplegics following kayak ergometer training. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17: 672–679
20. Bjerkefors A, Thorstensson A. Effects of kayak ergometer training on motor performance in paraplegics. *Int J Sports Med*. 2006 Oct;27(10):824-9.
21. Dietz V. Spinal Cord Lesion: Effects of and perspectives of treatment. 2001. *Neural Plasticity*; 8 (1-2): 83-90.
22. HEINE Optotechnik, Herrsching, Alemania) durante las sesiones de entrenamiento, mediante el método auscultatorio (Pickering TG, Hall JE, Appel L, Falkner BE, Graves J, Hill MN, Jones DW, Kurtz T, Sheps SG, Roccella EJ. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*. 2005;111:697-716
23. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol* 1990;13:555-65 update and a new guideline Spinal Cord (2018)

56:308–321

24. Myers J, Arena R, Franklin B, Pina I, Kraus E, McInnis K, et al. Recommendations for Clinical Exercise Laboratories. A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009;119:3144-3161
25. Zarco-Periñan MJ, Barrera-Chacón MJ, García-Obrero I, Mendez-Ferrer JB, Alarcon LE and Echevarria-Ruiz de Vargas C. Development of the Spanish version of the Spinal Cord Independence Measure version III: cross-cultural adaptation and reliability and validity study. 2014. *Disabil Rehabil*; 36(19): 1644-1651.
26. Post M, VanLeeuwen C, van Koppenhagen C, De Groot S. Validity of the Life Satisfaction Questions, the Life Satisfaction Questionnaire, and the Satisfaction With Life Scale in Persons With Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehab*. 2012; 93: 1832-1836.
27. Grigorenko A, Bjerkefors A, Rosdahl H, Hultling C, Alm M, Thorstensson A. Sitting balance and effects of kayak training in paraplegics. *J Rehab Med* 2004;36: 110-11
28. Jan W. van der Scheer, PhD Kathleen A. Martin Ginis, PhD David S. Ditor, PhD, Victoria L. Goosey-Tolfrey, PhD Audrey L. Hicks, PhD Christopher R. West, PhD Dalton L. Wolfe, PhD Effects of exercise on fitness and health of adults with spinal cord injury *Neurology* 2017;89:1–10
29. Sue Ann Sisto, Nick Evans, Activity and Fitness in Spinal Cord Injury: Review and Update *Curr Phys Med Rehabil Rep* (2014) 2:147–157

30. Kathleen A, Martin Ginis, Jan W. Van der Scheer, Amy E. Latimer-Cheung, et. al.
Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an

XV.- BIBLIOGRAFÍA

1. Gilbert O, Croffoot J, Taylor A, Nash M, Schomer K, Serum lipid concentrations among persons with spinal cord injury -A systematic review and meta-analysis of the literature. *Atherosclerosis* 232 (2014) 305-312
2. Groah S, Nash M, Ward E, Libin A, Mendez A, Burns P, Elrod M, Hamm L. Cardiometabolic Risk inCommunity-Dwelling Persons With Chronic Spinal Cord Injury (2011) 73-80
3. Garshick E, Kelley A, Cohen S, Garrison A, Tun C, Gagnon D, Brown R. A prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* (2005) 43, 408-416
4. Cragg J, Noonan V, Krassioukov A, Borisoff J. Cardiovascular disease and spinal cord injury Result from a national population health study. *American Academy of Neurology* (2013) 723-728
5. Ginis M, Van der Scheer J, Latimer-Cheung A, Barrow A, Bourne C, Carruthers P, et. al. Correction: Eivdence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an update and a new guideline. *Spinal Cord* (2018)

