

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO TERAPIA OCUPACIONAL



Intervención terapéutica en Lesionados Medulares: Aportaciones de la biomecánica.

AUTOR: Martínez Fernández, Josué

Nº expediente: 356

TUTOR: de Puelles Martínez de la Torre, Eduardo

COTUTOR: Company Devesa, Verónica

Departamento de Histología y Anatomía.

Área de Anatomía y Embriología Humana.

Curso académico 2016-2017

Convocatoria Extraordinaria de Diciembre.

INDICE:

1. RESUMEN.....	3
2. ABSTRACT.....	4
3. INTRODUCCIÓN.....	5
4. OBJETIVOS.....	7
4.1 Objetivo general:.....	7
4.2 Objetivos específicos:.....	7
5. METODOLOGÍA.....	8
5.1 Tipo de estudio.....	8
5.2 Localización.....	8
5.3 En qué periodo de tiempo se ha realizado.....	8
5.4 Características de los sujetos.....	9
5.5 Criterios de selección.....	10
5.6 Tipo de intervención. Técnicas utilizadas.....	10
5.7 Variables utilizadas para el análisis de resultados y los instrumentos de medición empleados.....	15
6. RESULTADOS.....	16
7. DISCUSIÓN.....	18
8. CONCLUSIONES.....	19
9. ANEXOS.....	21
Anexo 1. Escala ASIA.....	21
Anexo 2. Dispositivo Lokomat.....	26
Anexo 3. Dispositivo Gloreha.....	27
Anexo 4. Test Sollerman.....	28
Anexo 5. Pruebas de equilibrio.....	31
Anexo 6. Escala SCIM.....	32
Anexo 7. Relación de los objetivos propuestos y los objetivos conseguidos.....	34
10. BIBLIOGRAFÍA.....	35

1. RESUMEN

En el ámbito de la discapacidad física, la Lesión medular es una de las situaciones clínicas más devastadoras, tanto por la pérdida funcional que supone y, consecuentemente, la pérdida de independencia del individuo, como por las limitadas posibilidades de recuperación espontánea unidas a la carencia de un tratamiento curativo.

El objetivo general de este estudio piloto es demostrar la efectividad de los dispositivos robóticos en la rehabilitación de pacientes con Lesión medular desde la Terapia ocupacional. Y comprobar si dichos resultados ofrecen mayores beneficios a los pacientes, que los obtenidos a través del uso de técnicas convencionales de Terapia ocupacional.

El estudio se llevó a cabo en un centro de Neurorehabilitación en la provincia de A Coruña y lo forman dos pacientes diagnosticados ambos de Lesión medular, con alteraciones funcionales y necesidades bastante similares. Ambos pacientes fueron evaluados mediante escalas de funcionalidad propias de nuestra disciplina antes de comenzar la intervención y reevaluados al acabar la misma. Ambos estudios tuvieron una duración de siete semanas, la primera y la última se utilizaron para la evaluación y reevaluación de los pacientes y las cinco restantes para la intervención. La diferencia de las intervenciones entre los pacientes recae en qué; el primer paciente recibió una intervención compuesta por técnicas convencionales y técnicas aplicadas a las nuevas tecnologías (Lokomat y Gloreha); y el segundo paciente recibió una intervención compuesta únicamente por técnicas convencionales.

Una vez analizados los resultados obtenidos en las reevaluaciones de ambos pacientes, se pudo concluir que ambas técnicas de rehabilitación tanto la robótica, como la convencional son beneficiosas para los pacientes. Sin embargo, la combinación de terapias robóticas y terapias convencionales es más efectiva que utilizar únicamente terapias convencionales en la rehabilitación.

Palabras clave: Robótica, Lesión Medular, Rehabilitación, Tetraplejia, Terapia Ocupacional.

2. ABSTRACT.

In the area of physical disability, Spinal Cord Injury is one of the most devastating clinical situations, both due to the functional loss and, consequently, the loss of independence of the individual, as well as the limited possibilities of spontaneous recovery coupled with the lack of a curative treatment.

The overall objective of this pilot experiment is to demonstrate the effectiveness of robotic devices in the rehabilitation of patients with Spinal Cord Injury from Occupational Therapy. And to answer the hypothesis, these results will be compared with those obtained through intervention using traditional techniques of physiotherapy and occupational therapy.

The study was carried out in a Neurorehabilitation center in the province of A Coruña and consists of two patients diagnosed with spinal cord injury, with functional alterations and very similar needs. Both patients were evaluated using functional scales of our discipline before beginning the intervention and reevaluated at the end of the intervention. Both studies had a duration of seven weeks, the first and the last were used for the evaluation and reevaluation of the patients and the remaining five for the intervention. The difference in interventions between patients lies in that; The first patient received an intervention composed by conventional techniques and techniques applied to new technologies (Lokomat and Gloreha); And the second patient received an intervention composed only of conventional techniques.

After analyzing the results obtained in the reevaluations of both patients, it was possible to conclude that both robotic and conventional rehabilitation techniques are beneficial for patients. However, the combination of robotic therapies and conventional therapies is more effective than using only conventional therapies in rehabilitation.

Key words: Robotics, Spinal Cord Injury, Rehabilitation, Tetraplegia, Occupational Therapy.

3. INTRODUCCIÓN.

En el ámbito de la discapacidad física, la Lesión medular es una de las situaciones clínicas más devastadoras, tanto por la pérdida funcional que supone y, consecuentemente, la pérdida de independencia del individuo, como por las limitadas posibilidades de recuperación espontánea unidas a la carencia de un tratamiento curativo.¹

Por la forma de organización de nuestro sistema social, las pautas sociales y nuestros estilos de vida, se puede considerar que todas las personas en cualquier momento del ciclo vital pueden ser población de riesgo. El uso cotidiano del coche, determinadas actividades laborales, algunos tipos de deportes, etc., son situaciones que en cierta medida conllevan el riesgo de poder sufrir inesperadamente este tipo de lesión. Cada lesión de la médula espinal es diferente, y puede presentar multitud de variantes. Cerca de 1.000 españoles sufre cada año una Lesión medular traumática, lo que eleva por encima de los 30.000 el total de afectados.²

La Lesión Medular, se entiende por cualquier alteración sobre la médula espinal que puede producir alteraciones en el movimiento, la sensibilidad o la función autónoma por debajo del nivel de lesión.¹

Según las directrices de la American Spinal Injury Association (ASIA) se considera tetraplejía la afectación de los segmentos cervicales de la medula espinal que provoca alteración en extremidades superiores, tronco, extremidades inferiores y órganos pélvicos; la tetraplejía depende de ventilación mecánica si se ve implicado el diafragma. Se considera paraplejía la afectación medular de segmentos dorsales, lumbares y sacros; dependiendo del nivel de lesión se ven afectados tronco, extremidades inferiores y órganos pélvicos.¹

La graduación ASIA permite determinar la extensión de la lesión definiéndola como completa o incompleta:

- Lesión completa: se produce cuando por debajo del nivel de lesión no existe función motora ni sensitiva, incluidos los niveles sacros. Además se puede considerar lesión completa con preservación parcial cuando en las metámeras inmediatamente por debajo del nivel de lesión existe parte de la función motora o sensitiva.

- Lesión incompleta: en ella persisten sensación perineal y anal y función voluntaria del esfínter anal, aunque no sean normales.

Hay cinco grados de afectación neurológica según la escala de ASIA.

- A-** Lesión completa sensitivomotora
- B-** Lesión incompleta sensitiva completa motora
- C-** Lesión incompleta sensitivomotora no funcional
- D-** Lesión incompleta sensitivomotora funcional
- E-** Función motora y sensitiva normal

El tratamiento se basa en la coordinación de un grupo multidisciplinar de profesionales (cardiólogos, médicos rehabilitadores, neuropsicólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, logopedas, personal de enfermería, etc.) que proporcionan los cuidados óptimos gracias a la experiencia de centros especializados y de grupos comprometidos y capacitados para proporcionar la continuidad de cuidados desde el lugar del accidente y a lo largo de la vida del lesionado medular. Las bases de este enfoque son: prevención, cuidados prehospitalarios, cuidados agudos, rehabilitación y seguimiento médico de por vida. ³

Dada la variabilidad en cuanto a la tipología, intensidad y consecuencias de las lesiones medulares, es fundamental profundizar en el estudio de los tratamientos de rehabilitación que reciben las personas con Lesión medular. ²

Aunque en las últimas décadas el conocimiento en la asistencia al lesionado medular ha evolucionado de forma muy importante, la Lesión medular sigue suponiendo un grave problema desde los puntos de vista social, económico y físico. ¹

En los últimos años se han incorporado con éxito las nuevas tecnologías para lograr los objetivos de tratamiento. Como novedad, aportan un feedback sobre movimiento y mejoran la implicación y motivación del usuario en el tratamiento. Sin embargo, la ventaja más importante del uso de la tecnología robótica en intervenciones de neurorrehabilitación funcional, es la capacidad de entrega de

alta dosis y alta intensidad de entrenamiento.⁴ Los robots de rehabilitación se pueden dividir en robots terapéuticos, los cuales proporcionan entrenamiento de tareas específicas y robots de asistencia cuyo propósito es la compensación, estos dispositivos tienen el potencial para un mayor impacto en la disminución del deterioro con características como aplicabilidad a través de una amplia gama de alteraciones motoras, alta fiabilidad en la medición, manejo de dosis terapéuticas, protocolos de entrenamiento y fácil implementación.⁵

La literatura científica ha demostrado la efectividad del uso de dispositivos robóticos en la rehabilitación de pacientes con daño neurológico, se ha demostrado que existen dispositivos capaces de aumentar el rango articular de los pacientes, la fuerza, el tono muscular, el equilibrio, el control postural y la funcionalidad de los pacientes con lesión medular.^{6,7}

Como Terapeuta ocupacional me gustaría que se reconociese nuestro papel en estos equipos de rehabilitación, ya que estamos capacitados para formar parte activa de ellos.⁸ La falta de evidencia y resultados en cuanto a beneficios se refiere relacionados con nuestra profesión, dificulta mucha la impulsión de nuestro perfil profesional en España. Ya que en otros países la figura del Terapeuta Ocupacional ya está presente dentro de los equipos de neurorrehabilitación robótica y dentro de las unidades de biomecánica para la creación de nuevos productos.

(Véase anexo 1. Escala ASIA)

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general:

- Demostrar la efectividad de los dispositivos robóticos frente a los tratamientos convencionales de Terapia ocupacional, en la rehabilitación de pacientes con Lesión medular.

4.2 Objetivos específicos:

A través de estos objetivos se intentará demostrar que:

- La rehabilitación con dispositivos robóticos facilita la adquisición de un correcto control postural frente a los tratamientos convencionales.
- La rehabilitación con dispositivos robóticos favorece la adquisición de las destrezas de psicomotricidad fina en la extremidad superior dominante frente a los tratamientos convencionales de Terapia ocupacional.

5. METODOLOGÍA.

5.1 Tipo de estudio.

Se trata de un estudio piloto de intervención.

La muestra la forman dos pacientes. Uno de ellos recibirá un tratamiento convencional de Terapia ocupacional, y el otro recibirá un tratamiento que incluirá además de la terapia convencional, la terapia robótica. Previo a la intervención se evaluarán las mismas variables en ambos pacientes. Y a posteriori se realizará la reevaluación.

5.2 Localización.

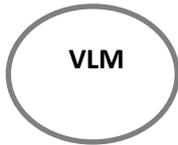
El estudio fue llevado a cabo en la Fundación Foltra, en la provincia de A Coruña. Foltra es un centro sanitario encaminado a la ayuda para la rehabilitación integral (física, cognitiva, sensorial, funcional y social) del paciente con daño neurológico, central o periférico, congénito o adquirido, una vez cubierta la primera etapa de asistencia hospitalaria.

5.3 En qué periodo de tiempo se ha realizado.

El estudio se llevó a cabo en siete semanas, comprendidas entre el 2 de Noviembre y el 18 de Diciembre de 2015. Utilizando la primera semana para evaluar a los pacientes, la cinco siguientes para llevar a cabo la intervención del estudio, y la última para la reevaluación de los pacientes y el análisis de los resultados.

5.4 Características de los sujetos.

A continuación se detallan dos casos clínicos reales; por un lado un varón con lesión medular (**VLM**), que recibirá en su intervención la combinación de la terapia robótica y la terapia convencional. Y por otro lado una mujer con lesión medular (**MLM**), que recibirá exclusivamente un tratamiento convencional en su intervención.



Varón herido por arma de fuego en septiembre de 2011. Diagnosticado de Lesión Medular C6-C7 (nivel sensitivo T7, nivel motor C6-C7), ASIA B, de 29 años sin antecedentes médico quirúrgicos de interés.

El paciente presentaba dificultades para mantener el control del tronco y el equilibrio en actividades bimanuales, lo que dificulta la realización de muchas de las actividades básicas de la vida diaria, tiene dificultades para vestirse y lavarse el tren inferior del cuerpo, dejadez o apatía de aspectos relacionados con su salud en cuanto a ergonomía postural y cuidados personales, dificultades para manejar o utilizar instrumentos o utensilios del día a día por falta de destreza manual y fina en pinzas y presiones, dificultades en la movilidad funcional, y dificultades en la aplicación de los instrumentos de drenaje.



Mujer herida en accidente de tráfico en junio de 2012. Diagnosticada de Lesión Medular C7 (nivel sensitivo T10, nivel motor C7) ASIA B, de 34 años sin antecedentes médico quirúrgicos de interés.

La paciente presentaba dificultades para mantener el control del tronco y el equilibrio en actividades bimanuales, lo que dificultaba la realización en cierta medida de las actividades básicas de la vida diaria. Ligeras dificultades para utilizar utensilios específicos en su día a día por falta de destreza manual y fina en pinzas y presiones. Problemas de planificación motora relacionados con el cambio de

percepción del esquema corporal y dificultades en la movilidad funcional, sobre todo en las transferencias.

5.5 Criterios de selección.

Ambos casos han sido seleccionados por la “similitud” de los pacientes en cuanto al tipo de lesión, a la sintomatología que presentan y a las necesidades que demandan.

Para poder participar en el estudio, los pacientes han estar diagnosticados de lesión medular y cumplir con los **criterios de inclusión** establecidos:

1. El nivel de la lesión medular ha de ser cervical, entre C5 y C8.
2. La extensión de la lesión ha de ser incompleta.
3. La afectación neurológica ha de ser clase B.
4. Edad comprendida entre los 18 y 70 años.

Se excluyeron aquellos pacientes que presentaban:

1. Cualquier otro tipo de lesión medular.
2. Cualquier otro tipo de afectación neurológica.
3. Pacientes que presentes lesiones ortopédicas inestables como fracturas no consolidadas o con sistemas de osteosíntesis no estables tanto vertebrales como de miembros inferiores.
4. Lesiones cutáneas y/o úlceras por presión en la zona de colocación de los dispositivos robóticos.
5. Rigideces articulares.

5.6 Tipo de intervención. Técnicas utilizadas.

La intervención con los pacientes se ha llevado a cabo durante cinco semanas (desde el 9 de Noviembre al 11 de Diciembre). Y consta para ambos pacientes de 25 sesiones, distribuidas en 5 sesiones por semana, de 1 hora cada una.

Se han utilizado varios modelos propios de la disciplina de terapia ocupacional, entre los que se encuentran; el modelo Biomecánico, que tiene como objetivo el incremento de la movilidad, la fuerza

muscular, la estabilidad y la resistencia para mejorar la función. Y se aplica en personas que padecen limitaciones para moverse con libertad, con la fuerza adecuada y de manera sostenida; y el modelo rehabilitador que se centra en el uso de las habilidades remanentes de una persona para lograr el nivel más alto de independencia posible en el desempeño de sus tareas ocupacionales.

Las estrategias utilizadas en la intervención han sido con ambos pacientes; Rehabilitadoras, ya que comprende un proceso de enseñanza-aprendizaje; Compensatorias, con el fin de recobrar independencia cuando no es posible remediar el deterioro subyacente, buscando compensar las habilidades que no se van a recuperar; de Restablecimiento y de Prevención.

Las técnicas utilizadas por cada paciente se detallan a continuación, adjuntando además el paciente que ha utilizado cada técnica.

- **Rehabilitación robótica (paciente VLM)**

Se utilizaron los siguientes dispositivos robóticos como herramientas.

Lokomat: Es un sistema robotizado y de suspensión, que permite un entrenamiento físico y funcional intensivo mediante sistemas electromecánicos con suspensión parcial del peso corporal. Su objetivo consiste en potenciar la musculatura infralesional, entrenar la bipedestación y reeducar la marcha.

Este dispositivo robótico facilita que los paciente repitan de forma homogénea e intensiva ciclos de marcha lo más parecido posibles a la normalidad. El ejercicio se acompaña de información sobre cómo se está realizando el movimiento o el resultado del mismo, lo cual facilita la rehabilitación al incentivar la motivación y la participación activa. Esta información o “feedback” viene proporcionada por el terapeuta ocupacional y por el software del sistema. Para proporcionar un entrenamiento con las características apropiadas, el sistema Lokomat consta de un tapiz de marcha rodante, un arnés que permite diferentes grados de soporte del peso corporal y unos brazos articulados o exoesqueletos que se colocan abrazando ambas piernas. Estos brazos electromecánicos movilizan caderas y rodillas para realizar los movimientos propios de la deambulación sobre la cinta rodante, en los que el paciente interviene de forma activa según sus posibilidades.

Está científicamente demostrado que no solo es favorable en las habilidades de marcha, sino que también aporta beneficios en el tono muscular, la fuerza, el equilibrio y el control de tronco.

(Véase anexo 2. Dispositivo Lokomat)

Gloreha: (un acrónimo de la mano del guante de rehabilitación) está diseñado para la rehabilitación neuromotora de la mano. Se encarga de movilizar las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas proximales y distales. Es de fácil uso, rápido de instalar y de quitar. El brazo está libre, y el movimiento de los dedos es muy “natural”. Previene contracturas y anquilosis articular. Ofrece estimulación propioceptiva y mejora la conciencia corporal. Su objetivo es mantener y mejorar el rango de movimiento articular en los dedos. Y proporciona al paciente:

- Una vista previa en el monitor de una simulación 3D de la serie de ejercicios.
- Retroalimentación sensorial, con efectos de audio (notas musicales, sonidos) y de video (el cambio de variables de color y tonalidad) y la asociación de éstos con los diversos movimientos de los dedos.
- Una pluralidad de ejercicios de rehabilitación, incluyendo la flexión y extensión de los dedos secuencial y simultáneamente, el “ejercicio pellizco” unir el pulgar y el índice o el pulgar y cualquier otro dedo, el “ejercicio de contar”, el “ejercicio de onda”, etc.
- La posibilidad de realizar ejercicios de movilización de una manera funcional para ayudar a la recuperación, como por ejemplo la realización de acciones de alcance, agarre y liberación de objetos.

(Véase anexo 3. Dispositivo Gloreha).

- **Reeducación funcional: (paciente VLM y MLM)**

Adaptación de las actividades básicas de la vida diaria, la reeducación de los patrones de movimiento normales o la utilización de productos de apoyo. El objetivo es mantener y/o potenciar la funcionalidad en las actividades de la vida diaria y compensar la funcionalidad perdida para tener un desempeño óptimo.

- **Entrenamiento de la movilidad funcional: (paciente VLM y MLM)**

Se trabajan aspectos de la psicomotricidad como: propiocepción, lateralidad, rango articular, deambulaci3n y marcha, orientaci3n visuoespacial, control postural, fuerza, equilibrio, coordinaci3n, ritmo, etc. Se pretende mantener y mejorar las capacidades que a3n posee la persona para conservar el mayor grado de autonom3a en su d3a a d3a. Se realizan actividades como: ejercicios de obst3culos, de cambio de peso, circuitos, recorridos por el espacio. Se utilizan materiales como: pelotas, pa1uelos, picas, globos...

- **Estimulaci3n neurosensorial: (paciente VLM y MLM)**

Desarrollo de actividades a trav3s de la informaci3n que recibimos por los sentidos (tacto, propiocepci3n, gusto, olfato, o3do, vista). Se pretende incrementar la capacidad de la persona para interactuar con el entorno y en consecuencia, para tener un mejor desempe1o en sus actividades. En este caso se realiza a trav3s de actividades motoras gruesas en sedestaci3n inestable (columpio) en la sala de Integraci3n Sensorial.

- **Hidroterapia: (paciente VLM y MLM)**

El medio acu3tico reduce el peso del cuerpo humano, lo desgravita. La movilidad se ve facilitada y los pacientes con falta de fuerza o con escasos movimientos se ven gratificados al percibir que su cuerpo puede moverse. As3 mismo, ciertos ejercicios pueden realizarse en el agua debido al bajo impacto que ofrece el medio acu3tico, y que en tierra son muy dif3ciles o fatigantes.

La resistencia natural del agua hace que sea posible realizar ejercicios a1adiendo o disminuyendo la dificultad durante la rehabilitaci3n. De este modo es posible trabajar m3s intensamente la musculatura; es parecido a una sesi3n de rehabilitaci3n con pesas pero menos arriesgada.

A continuaci3n, se detalla la intervenci3n llevada a cabo con cada uno de los pacientes durante las cinco semanas de intervenci3n. Resaltando que cualquier actividad o ejercicio llevado a cabo en las intervenciones est3n orientados a tareas de actividades b3sicas de la vida diaria.

I N T E R V E N C I O N VLM	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
	Ejercicios para fortalecer el control de tronco, el equilibrio y el tono muscular. Uso del dispositivo robótico Lokomat.	Ejercicios de potenciación y fortalecimiento de miembros superiores. Uso del dispositivo robótico Gloreha.	Hidroterapia. Ejercicios para fortalecer la musculatura del tronco y miembros superiores.	Ejercicios de potenciación y fortalecimiento de miembros superiores. Uso del dispositivo robótico Gloreha.	Ejercicios para fortalecer el tronco. (En sala de Integración Sensorial). Ejercicios de destreza manual con elementos vestibulares.

I N T E R V E N C I O N MLM	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
	Ejercicios para fortalecer el tronco. (En sala de terapia ocupacional).	Ejercicios de potenciación y fortalecimiento de miembros superiores. (En sala de terapia ocupacional). Psicomotricidad y actividades de coordinación bimanual.	Hidroterapia. Ejercicios para fortalecer la musculatura del tronco y miembros superiores.	Ejercicios de potenciación y fortalecimiento de miembros superiores. (En sala de Terapia Ocupacional). Psicomotricidad y actividades de coordinación bimanual.	Ejercicios para fortalecer el tronco. (En sala de Integración Sensorial). Ejercicios de destreza manual con elementos vestibulares.

5.7 Variables utilizadas para el análisis de resultados y los instrumentos de medición empleados.

Para poder obtener unos resultados y validar los mismos, se utilizaron las siguientes variables:

- Funcionalidad de miembros superiores.

Para evaluar la funcionalidad de los miembros superiores de ambos pacientes, utilice el **Test de función manual de Sollerman**; que se centra en la capacidad de ejecución de diferentes tareas, utilizando las acciones propias de la mano, como la prensión y la manipulación. Consta de veinte pruebas para hacer utilizar siete prensiones principales. En muchas de las pruebas se requiere el uso de ambas manos, pero la evaluación de las pinzas y prensiones suele ser de la mano dominante, que realiza la acción. El resultado tiene en cuenta la capacidad para realizar la prueba, la elección de la prensión y su cualidad.

(Véase anexo 4. Test Sollerman)

- Control de tronco.

Para evaluar el control de tronco de cada paciente, utilice dos pruebas de equilibrio; una de ellas en sedestación estable y otra en sedestación inestable. En ellas se cronometraba el tiempo que eran capaces de mantener el equilibrio, y el tiempo que empleaban en recuperar el mismo una vez que lo habían perdido.

1ª Prueba: Equilibrio en sedestación estable: El paciente debía permanecer el mayor tiempo posible sentado en una silla sin respaldo mientras realizaba actividades bimanuales que comprometían su equilibrio.

2ª Prueba: Equilibrio en sedestación inestable: El paciente debía permanecer el mayor tiempo posible sentado en un columpio mientras este se balancea ligeramente mientras realizaba actividades motoras gruesas.

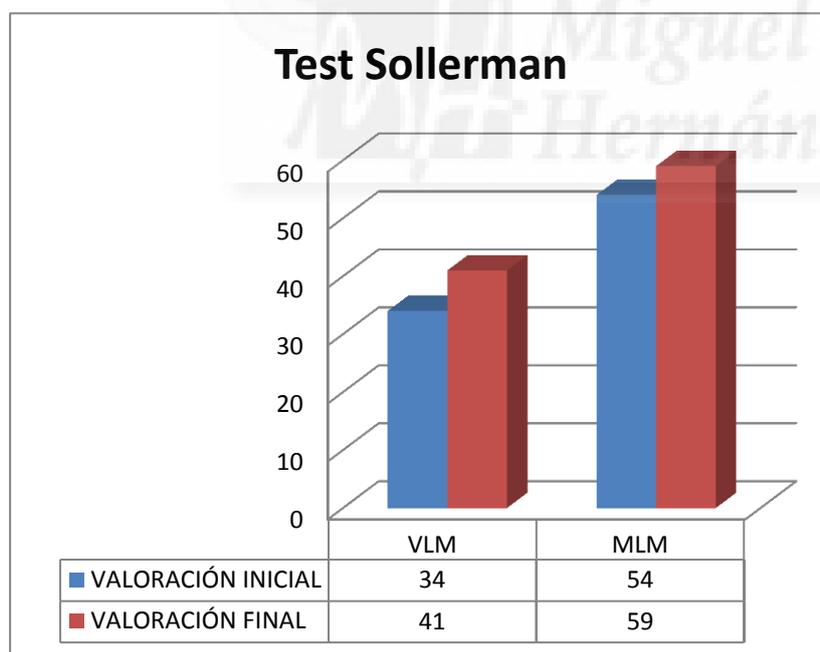
(Véase anexo 5. Pruebas de equilibrio)

- Independencia funcional.

Para valorar la independencia funcional de cada paciente se utilizó la escala de independencia funcional **SCIM**, específica para lesionados medulares, ya que es más sensible y precisa en la valoración funcional de las actividades de vida diaria de estos pacientes. Enfatiza en 16 actividades asociadas con la respiración y manejo de esfínteres (máximo de puntuación 40), movilidad (máximo de 40 puntos), autocuidados (aseo, alimentación, baño y vestido, con máximo 20 puntos). Es más sensible que el FIM para medir los cambios en lesionados medulares.

(Véase anexo 6. Escala SCIM).

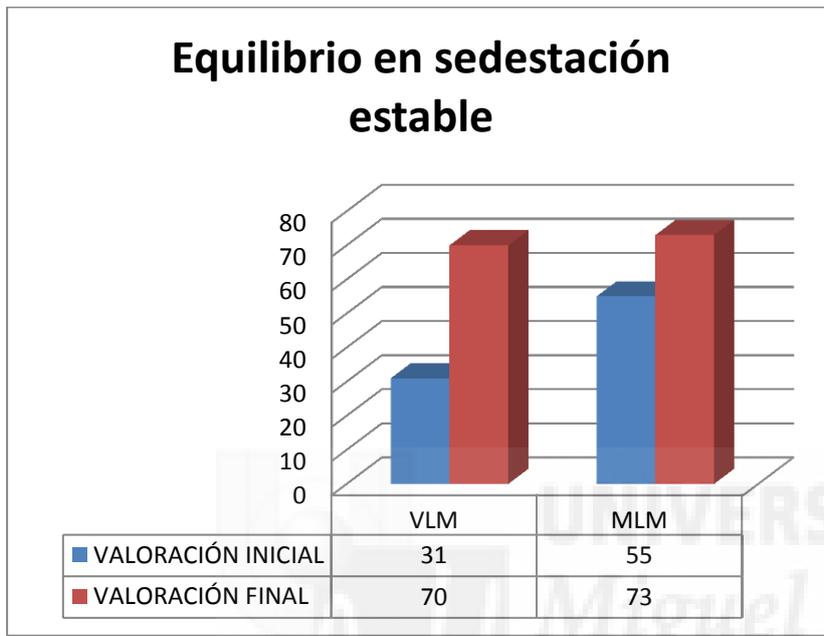
6. RESULTADOS.



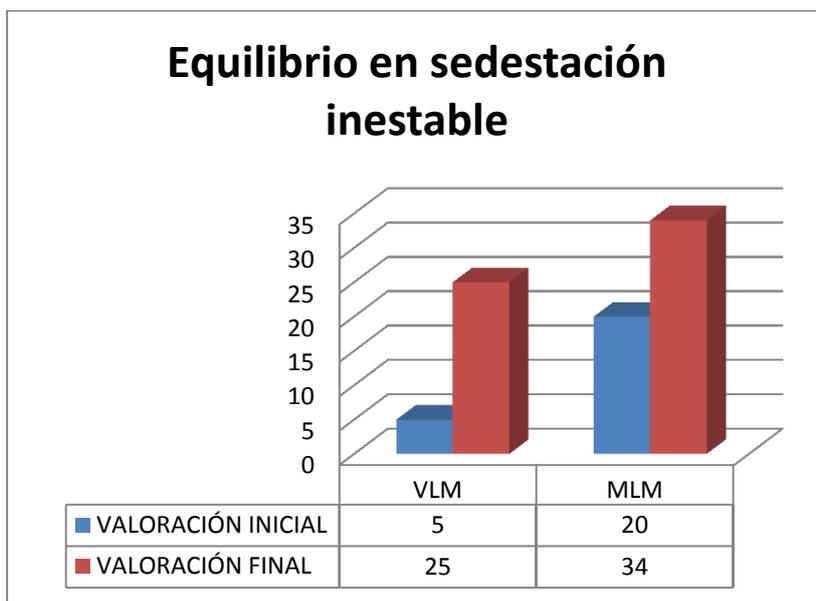
El paciente VLM ha aumentado 7 puntos sus resultados después de la intervención. Ha logrado llevar a cabo en menos tiempo las actividades que requieren de una prensión pulpar, terminolateral, distal y

direcciona. Pero dichas presiones no han alcanzado las máximas puntuaciones porque el paciente no es capaz de aplicar la fuerza necesaria para realizar la tarea.

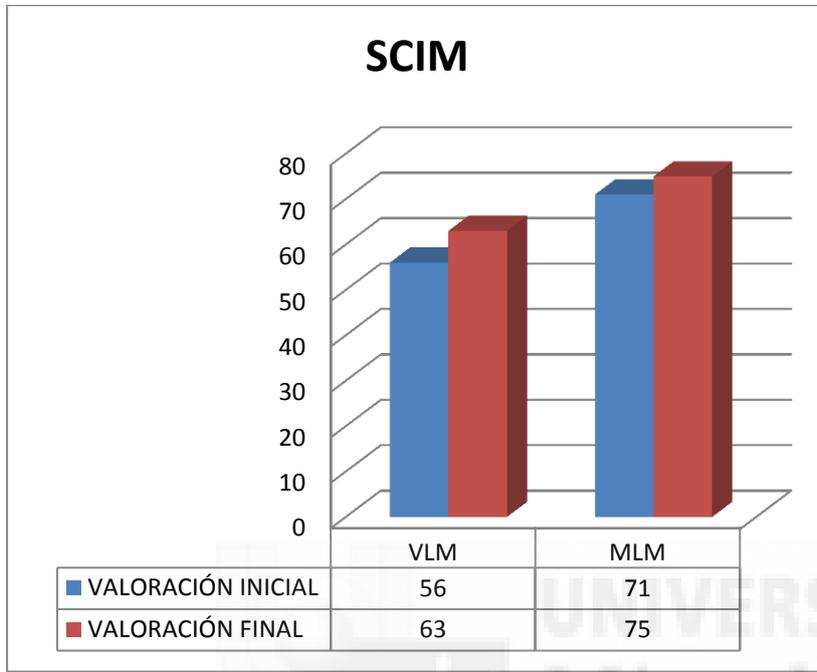
Este aumento de cinco puntos en las puntuaciones de la paciente MLM está relacionado directamente con la precisión y disminución del tiempo empleado para llevar a cabo diferentes tareas.



El paciente VLM ha aumentado en 29 segundos el tiempo que es capaz de mantener el equilibrio en sedestación estable mientras realiza actividades bimanuales, frente a los 18 que ha aumentado la paciente MLM.



El paciente VLM ha aumentado sus puntuaciones tras la intervención, es capaz de aguantar 20 segundos más que en la valoración inicial. La paciente VLM ha aumentado 14 puntos sus puntuaciones iniciales.



El aumento de estos seis puntos en la escala de independencia funcional del paciente VLM están directamente relacionados con: mejoras en la alimentación, mejoras en el vestido y baño, y mejoras en movilidad funcional.

El aumento de estos cuatro puntos en la escala de independencia funcional de la paciente MLM están directamente relacionado con las mejoras en la movilidad funcional; tanto en transferencias, como la movilidad en exteriores.

(Véase anexo 7. Relación entre los objetivos propuestos y los objetivos conseguidos)

7. DISCUSIÓN.

Al inicio de este trabajo se propuso como objetivo principal del estudio, demostrar si el uso de dispositivos robóticos en la rehabilitación de pacientes con Lesión medular desde Terapia ocupacional, era efectivo para los pacientes. Y si estos, ofrecían a los pacientes que los utilizan mayores beneficios, que aquellos que reciben solamente terapias convencionales.

Para ello se expusieron dos casos clínicos con una patología y unas necesidades muy parecidas. Se establecieron unos objetivos y un programa de intervención individual para cada paciente. El paciente VLM recibió a lo largo de toda la intervención quince sesiones de rehabilitación con dispositivos robóticos y diez sesiones de terapias convencionales, mientras que la paciente MLM, trabajó las mismas áreas que el VLM, pero únicamente mediante terapias convencionales de Terapia Ocupacional.

Ambos pacientes han conseguido beneficios tras la intervención y los resultados así lo demuestran. Por lo que ambas terapias son efectivas en la rehabilitación de pacientes con lesión medular. Sin embargo, el paciente VLM ha logrado una diferencia de puntuación mayor en la reevaluación respecto a su evaluación inicial en comparación con la paciente MLM. Por lo que se podría concluir que la combinación de terapias robóticas y terapias convencionales en la rehabilitación es más efectiva que utilizar únicamente terapias convencionales en la rehabilitación. No obstante, debo resaltar que se necesitaría una muestra mayor (dos grupos numerosos) en el estudio, para aportar una mayor evidencia científica. Esto es un estudio piloto real, pero mi condición como estudiante, el lugar y las circunstancias donde fue llevado a cabo el estudio, no permitieron obtener un tamaño de muestra mayor.

Desde el punto de vista personal he de comentar que la intervención ha sido satisfactoria, ya que a pesar del poco tiempo establecido para el estudio y la intervención se ha logrado que los pacientes den un paso más hacia su funcionalidad/independencia en las actividades de su vida diaria.

8. CONCLUSIONES.

El uso de la combinación de terapia robótica y terapia convencional ha demostrado ser más efectiva que el uso únicamente de la terapia convencional en la rehabilitación de los pacientes, bajo los mismos parámetros de intensidad y tiempo de tratamiento. Aun así, los resultados son poco concluyentes en cuanto a la recuperación de la funcionalidad del miembro superior y control postural, por lo que sería necesario realizar más estudios con una mejora en la calidad metodológica.

Es importante enmarcar que ningún dispositivo robótico reemplaza la acción del profesional de salud, de forma contraria se convierte en un elemento más de apoyo para la rehabilitación de los pacientes, brindándole al profesional una adecuada dosificación de las sesiones en cuanto a velocidad, resistencia, movilidad e intensidad de la misma, permitiéndole medir la evolución diaria del paciente.



9. ANEXOS.

Anexo 1. Escala ASIA.

La evaluación del paciente con lesión medular basada en la exploración física y en las pruebas complementarias debe permitir definir el nivel, la extensión y la fase evolutiva de la lesión.

La valoración neurológica del paciente con lesión medular se lleva a cabo siguiendo las directrices de la ASIA, basadas en una exploración sistematizada de las funciones motora y sensitiva (Fig. 1).

Patient Name _____
 Examiner Name _____ Date/Time of Exam _____

ASIA STANDARD NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY **ISCOS**

MOTOR
 KEY MUSCLES (scoring on reverse side)

	R	L	
C5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elbow flexors
C6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wrist extensors
C7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elbow extensors
C8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finger flexors (distal phalanx of middle finger)
T1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finger abductors (little finger)

UPPER LIMB TOTAL (MAXIMUM) + = (25) (25) (50)

SENSORY
 KEY SENSORY POINTS

0 = absent
 1 = impaired
 2 = normal
 NT = not testable

Any anal sensation (Yes/No)

PIN PRICK SCORE (max: 112)
 LIGHT TOUCH SCORE (max: 112)

Voluntary anal contraction (Yes/No)

Any anal sensation (Yes/No)

PIN PRICK SCORE (max: 112)
 LIGHT TOUCH SCORE (max: 112)

NEUROLOGICAL LEVEL: The most caudal segment with normal function

SENSORY	R	L
MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

COMPLETE OR INCOMPLETE?
Incomplete = Any sensory or motor function in S4-S5

ASIA IMPAIRMENT SCALE

ZONE OF PARTIAL PRESERVATION: Caudal extent of partially preserved segments

SENSORY	R	L
MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TOTALS: + = (56) (56) (56) (56)

Comments: _____

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association.

Figura 1. Hoja de valoración de la ASIA.

Exploración motora.

Debe hacerse siempre en decúbito supino. Se exploran diez músculos clave (Tabla 1-1), cinco en los miembros superiores y los otros cinco en los inferiores, y se puntúa su balance muscular entre 0 y 5 (Tabla 1-2). Se considera un músculo “normal” con una puntuación de 3 si los inmediatamente superiores están a 4-5. Debe objetivarse además si existe o no contracción anal voluntaria. Tras la

última actualización de la valoración muscular según ASIA se tiene en cuenta una puntuación más 5*, en la que la contracción muscular se lleva a cabo contra una resistencia normal si no hay interferencia de factores inhibidores de dicha contracción.

Tabla 1-1
Músculos clave
C5: Flexores del codo
C6: Extensores de muñeca
C7: Extensores del codo
C8: Flexor digital profundo (tercer dedo)
T1: Interóseos
L2: Flexores de cadera
L3: Extensores de la rodilla
L4: Flexores dorsales del tobillo
L5: Extensores del primer dedo
S1: Flexores plantares del tobillo

Tabla 1-2
Test motor según la Escala de la ASIA.
0: Parálisis total
1: Contracción palpable o visible
2: Movimiento activo, se completa el arco de movimiento sin gravedad.
3: Movimiento activo, se completa el arco de movimiento contra gravedad.
4: Movimiento activo, se completa el arco de movimiento contra resistencia moderada.

5: Normal movimiento activo, se completa el arco de movimiento contra toda resistencia.
5*: Normal movimiento activo, se completa el arco de movimiento contra toda resistencia si no existen factores inhibidores.
NT: No valorable.

Exploración sensitiva.

Se valorarán las sensibilidades superficial y profunda en una escala de 0-2 (Tabla 1-3) en 28 dermatomas de ambos lados del cuerpo (Tabla 1-4). La hiperestesia se puntúa como 1 y no discriminar el pinchazo como tal como 0.

Tabla 1-3 Test sensitivo según la Escala de la ASIA.
0: Anestesia
1: Sensibilidad pero alterada, incluye hiperestesia.
2: Normal
NT: No valorable

Tabla 1-4 Puntos sensitivos clave según la Escala de la ASIA.
C2: Protuberancia occipital
C3: Fosa supraclavicular

C4: Articulación acromioclavicular
C5: Cara lateral de brazo y codo
C6: Dedo gordo
C7: Dedo medio
C8: Dedo pequeño
T1: Zona medial del antebrazo
T2: Axila
T3: Tercer espacio intercostal
T4: Cuarto espacio intercostal
T5: Quinto espacio intercostal
T6: Sexto espacio intercostal
T7: Séptimo espacio intercostal
T8: Octavo espacio intercostal
T9: Noveno espacio intercostal
T10: Décimo espacio intercostal (ombliigo)
T11: Décimo primer espacio intercostal, entre T10 y T12
T12: Punto medio del ligamento inguinal
L1: Distancia media entre T12 y L2.
L2: Zona media del muslo
L3: Cóndilo femoral medial
L4: Maléolo medial
L5: Dorso del pie
S1: Zona lateral del pie
S2: Hueco poplíteo de la línea media
S3: Tuberosidad isquiática
S4-S5: Zona perianal

La suma de las puntuaciones motora y sensitiva refleja el grado de afectación global.

Tras la recogida de los datos de la exploración neurológica se pueden determinar: nivel de lesión, extensión de la lesión y la fase de evolución.



Anexo 2. Dispositivo Lokomat.



Anexo 3. Dispositivo Gloreha.



Anexo 4. Test Sollerman.

Su objetivo es medir los resultados de la presión y la funcionalidad de la mano.

Se han previsto veinte pruebas para hacer utilizar siete presiones principales. El resultado tiene en cuenta la capacidad para realizar la prueba, la elección de la presión y su calidad.

Las siete formas de presión principales son: (Según Sollerman)

1. Toma pulpar.
2. Toma terminolateral.
3. Toma tridigital.
4. Toma distal.
5. Toma direccional.
6. Toma digitopalmar.
7. Toma palmar.



Las puntuaciones de la escala son las siguientes:

- 4: Actividad realizada sin dificultad en menos de 20 segundos y una presión autorizada.
- 3: Ligera dificultad o actividad realizada en menos de 40 segundos o divergencia.
- 2: Dificultad importante o actividad realizada en menos de 60 segundos u otra presión elegida.
- 1: Actividad parcialmente realizada en el segundo 60.
- 0: Actividad imposible.

Las 20 pruebas son las siguientes. La máxima puntuación son 80 puntos. Cuanto mayor sea la puntuación, mayor será la independencia.

Prensiones autorizadas		Puntuación.
1-2	Poner la llave en la cerradura, girarla 90°.	
1	Coger las monedas de la mesa, ponerlas en el monedero.	
1-2	Abrir y cerrar las cremalleras.	
1	Coger las monedas del monedero.	
4	Coger los dos cubos de la caja.	
6	Coger la plancha.	
5	Utilizar un destornillador.	
1-2-3	Atornillar las tuercas en los tornillos.	
7	Desatornillar las 2 tapas.	
1-2	Desabrochar 4 botones.	
3-5	Cortar la plastilina con cuchillo y tenedor.	
2-4	Enfundar el tubi-grip en la otra mano.	
3	Escribir.	
2-4	Doblar el papel, colocarlo en el sobre.	
3	Poner un clip en el sobre.	
5	Descolgar el teléfono y llevarlo al oído.	
6	Girar la muñeca 90°.	

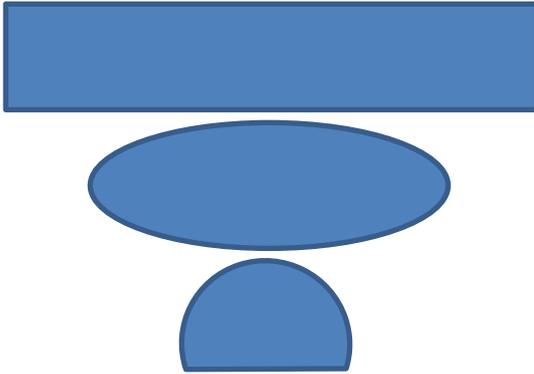
4	Verter el agua del tetrabrik.	
6	Verter el agua con la jarra.	
1-2	Vaciar el agua de la taza.	
	TOTAL:	



Anexo 5. Pruebas de equilibrio.

Equilibrio en sedestación estable.

En primer lugar sentamos al paciente frente a la mesa en una silla sin respaldo. Seguidamente colocamos tres soportes, el de abajo con una base estable, y dos encima con bases inestables.



Una vez colocados los soportes colocamos en la superficie de arriba (soporte rectangular) 3 conos, 3 mini-puentes, y 3 objetos para realizar un pequeño circuito. Una vez que este todo esto preparado, le pedimos al paciente que coloque sus antebrazos también en la superficie del soporte, con el fin de que este dirija a través de la compensación una bola por todo el circuito sin que esta toque el suelo.

Se cronometra el tiempo que el paciente mantiene el equilibrio mientras lleva a cabo la actividad y se anota el resultado.

Equilibrio en sedestación inestable.

Colocamos al paciente a horcajadas encima del columpio, y detrás de este se sube el Terapeuta de apoyo. Una vez que el paciente y el Terapeuta estén correctamente colocados y preparados, el terapeuta de apoyo comenzará a balancear el columpio ligeramente y el segundo terapeuta le ira tirando de manera gradual al paciente unos aros hacia ambos lados que este ha de coger. El cronometro se enciende cuando se tire el primer aro, y finaliza cuando el paciente pierda el equilibrio y apoye la mano para no caer del columpio a la colchoneta, o agarre la cuerda del columpio.

Anexo 6. Escala SCIM.

FOLTRA SPINAL CORD INDEPENDENCE MEASURE (SCIM)

PACIENTE N° HISTORIA

TERAPEUTA FECHA

NIVEL LM CAUSA

A) Autocuidado

ALIMENTACION (CORTAR, ABRIR ENVASES, LIQUIDOS, LLEVAR EL ALIMENTO A LA BOCA, LLEVAR EL VASO A LA BOCA)		
Vía parental, gastrostomía o completa asistencia para la alimentación oral		
		0
Necesita asistencia parcial para comer y/o beber, o utiliza productos de apoyo		
		1
Comen independientemente; necesita productos de apoyo, asistencia sólo para cortar/verter y/o abrir envases		
		2
Come y bebe independientemente; no requiere asistencia ni productos de apoyo		
		3
BAÑO (ENJABONAR, ACLARAR, LAVADO DE CUERPO Y CABEZA, MANIPULAR GRIFOS)		
Tren superior	Requiere asistencia total	0
	Requiere asistencia parcial	1
	Independiente con productos de apoyo o en entornos específicos	2
	Independiente; no requiere productos de apoyo o entorno específicos	3
Tren inferior	Requiere asistencia total	0
	Requiere asistencia parcial	1
	Independiente con productos de apoyo o en entornos específicos	2
	Independiente; no requiere productos de apoyo o entorno específicos	3
VESTIDO (ROPA, CALZADO, ORTESIS PERMANENTES; VESTIR, LLEVAR, DESVESTIR)		
Tren superior	Requiere asistencia total	0
	Requiere asistencia parcial con la ropa sin botones, cremalleras o lazos	1
	Independiente con la ropa sin botones, cremalleras o lazos con productos de apoyo y/o entornos específicos	2
	Independiente con la ropa sin botones, sin productos de apoyo y/o necesita asistencia/productos de apoyo sólo para los botones, cremalleras o lazos	3
	Se viste cualquier prenda de modo independiente, no requiere productos de apoyo o entornos específicos	4
Tren inferior	Requiere asistencia total	0
	Requiere asistencia parcial con la ropa sin botones, cremalleras o lazos	1
	Independiente con la ropa sin botones, cremalleras o lazos con productos de apoyo y/o entornos específicos	2
	Independiente con la ropa sin botones, sin productos de apoyo y/o necesita asistencia/productos de apoyo sólo para los	3

FOLTRA SPINAL CORD INDEPENDENCE MEASURE (SCIM)

PACIENTE N° HISTORIA

	botones, cremalleras o lazos	
	Se viste cualquier prenda de modo independiente, no requiere productos de apoyo o entornos específicos	4
ASEO PERSONAL (LAVADO MANOS Y CARA, CEPILLADO DE DIENTES, DE CABELLO, AFEITADO Y MAQUILLAJE)		
	Requiere asistencia total	0
	Requiere asistencia parcial	1
	Se asea de manera independiente con productos de apoyo	2
	Se asea de manera independiente sin productos de apoyo	3
B) Respiración/ventilación y control de esfínteres		
RESPIRACIÓN		
	Requiere tubo traqueal (TT) y ventilación asistida permanente o intermitente (IAV)	0
	Respira independientemente con TT; necesita oxígeno, gran asistencia para expectorar o manejo de TT	2
	Respira independientemente con TT; necesita poca asistencia para expectorar o manejar TT	4
	Respira independientemente sin TT; necesita oxígeno, gran asistencia para expectorar, máscara o IAV	6
	Respira independientemente sin TT; necesita poca asistencia o estimulación para expectorar	8
	Respira independientemente sin ningún tipo de asistencia	10
CONTROL DE ESFÍNTERES-VESICAL		
	Catéter permanente	0
	Volumen de orina residual (RUV) > 100 cc; cateterismo irregular o intermitente asistido	3
	RUV < 100 cc o autocateterismo intermitente; necesita asistencia para la aplicación del instrumental de drenaje	6
	Autocateterismo intermitente; usa material de drenaje externo; no necesita ayuda para su aplicación	9
	Autocateterismo intermitente; continente entre cateterismos; no necesita material de drenaje externo	11
	RUV < 100 cc; no necesita asistencia para drenaje	13
	RUV < 100 cc Continente	15
CONTROL DE ESFÍNTERES - INTESTINAL		
	Horario irregular o frecuencia muy baja (menos de una vez en tres días)	0
	Horario regular per necesita asistencia (p. ej. Aplicación supositorios). Pocos accidentes (un par al mes)	5
	Horario regular, sin asistencia. Pocos accidentes (un par al mes)	8
	Horario regular, sin asistencia ni accidentes	10
USO DEL WC - HIGIENE PERINEAL, AJUSTE DE LA ROPA ANTES/DESPUES, USO DE SUPOSITORIOS		
	Necesita total asistencia	0
	Necesita asistencia parcial, no se limpia solo	1



FOLTRA

SPINAL CORD INDEPENDENCE MEASURE (SCIM)

PACIENTE

N° HISTORIA

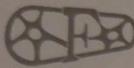
Necesita asistencia parcial pero se limpia solo	2
Usa el WC de manera independiente con productos de apoyo o en entornos específicos	4
Usa el wc de manera independiente; no requiere productos de apoyo o entornos específicos	5

C) Movilidad (habitaciones y baños)

MOVILIDAD EN LA CAMA Y PREVENCIÓN DE HERIDAS POR PRESIÓN	
Necesita asistencia en todas las actividades; volteos, acostarse, pulsión en la silla. Con o sin productos de apoyo	0
Realiza una de las actividades sin asistencia	2
Realiza dos o tres de las actividades sin asistencia	4
Realiza todas las tareas independientemente	6
TRANSFERENCIA CAMA - SILLA DE RUEDAS (frenar silla, reposapiés, retirar y ajustar reposabrazos, transferencia, colocación pies)	
Requiere asistencia	0
Necesita ayuda parcial y/o supervisión y/o productos de apoyo	1
Independiente (o no utiliza silla de ruedas)	2
TRANSFERENCIA SILLA DE RUEDAS - WC - DUCHA (transferencias, manejo silla, retirar elementos, etc)	
Requiere asistencia	0
Necesita ayuda parcial y/o supervisión y/o productos de apoyo	1
Independiente (o no utiliza silla de ruedas)	2

D) Movilidad (interiores y exteriores o en superficie)

MOVILIDAD EN INTERIORES	
Requiere asistencia total	0
Necesita silla de ruedas electrónica o ayuda parcial para manejar la silla autopropulsable	1
Maneja la silla de ruedas autopropulsable de manera independiente	2
Requiere supervisión mientras camina (con o sin productos de apoyo)	3
Camina con andador	4
Camina con muletas o dos bastones	5
Camina con un bastón	6
Camina con ortesis de pierna	7
Camina sin producto de apoyo	8
MOVILIDAD PARA DISTANCIAS MODERADAS (10-100 metros)	
Requiere asistencia total	0



FOLTRA

SPINAL CORD INDEPENDENCE MEASURE (SCIM)

PACIENTE

N° HISTORIA

Necesita silla de ruedas electrónica o ayuda parcial para manejar la silla autopropulsable	1
Maneja la silla de ruedas autopropulsable de manera independiente	2
Requiere supervisión mientras camina (con o sin productos de apoyo)	3
Camina con andador	4
Camina con muletas o dos bastones	5
Camina con un bastón	6
Camina con ortesis de pierna	7
Camina sin producto de apoyo	8

MOVILIDAD EN EXTERIORES (más de 100 metros)

Requiere asistencia total	0
Necesita silla de ruedas electrónica o ayuda parcial para manejar la silla autopropulsable	1
Maneja la silla de ruedas autopropulsable de manera independiente	2
Requiere supervisión mientras camina (con o sin productos de apoyo)	3
Camina con andador	4
Camina con muletas o dos bastones	5
Camina con un bastón	6
Camina con ortesis de pierna	7
Camina sin producto de apoyo	8

MANEJO DE ESCALERAS

Incapaz de subir/bajar escaleras	0
Sube y baja al menos tres escalones con apoyo o supervisión de otra persona	1
Sube y baja al menos tres escalones con apoyo o pasamos y/o muletas o bastón	2
Sube y baja al menos tres escalones sin apoyo ni supervisión	3

TRANSFERENCIA SILLA DE RUEDAS - VEHICULO

Requiere asistencia total	0
Necesita ayuda parcial y/o supervisión y/o productos de apoyo	1
Se transfiere independientemente; no necesita productos de apoyo (o no requiere silla de ruedas)	2

TRANSFERENCIA SUELO - SILLA DE RUEDAS

Requiere asistencia	0
se transfieren independientemente con o sin productos de apoyo (no requiere silla de ruedas)	1

PUNTUACION TOTAL SCIM (0-100)

Anexo 7. Relación de los objetivos propuestos y los objetivos conseguidos.

Objetivo general.	Demostrar la efectividad de los dispositivos robóticos frente a los tratamientos convencionales de Terapia Ocupacional, en la rehabilitación de pacientes con Lesión Medular.
Resultado:	Los dispositivos robóticos son eficaces en la rehabilitación de los pacientes con Lesión medular, sin embargo lo es de la misma manera la rehabilitación convencional. El estudio muestra mayores beneficios cuando usamos una combinación de ambas terapias.

Objetivo específico.	Demostrar que la rehabilitación con dispositivos robóticos facilita la adquisición de un correcto control postural frente a los tratamientos convencionales.
Resultado:	Ambos pacientes han conseguido mantener el equilibrio del tronco durante más tiempo que al principio de la intervención. Sin embargo el paciente VLM que utilizó dispositivos robóticos en la intervención, obtuvo puntuaciones más altas en la reevaluación que la paciente MLM.

Objetivo específico.	Demostrar que la rehabilitación con dispositivos robóticos favorece la adquisición de las destrezas de psicomotricidad fina en la extremidad superior dominante frente a los tratamientos convencionales de Terapia Ocupacional.
Resultado:	Ambos pacientes han aumentado sus puntuaciones en el test de prensión y destreza manual fina. Sin embargo el paciente VLM que utilizó dispositivos robóticos en la intervención, obtuvo puntuaciones más altas en la reevaluación que la paciente MLM.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcobendas Maestro M. Conceptos generales sobre el síndrome de lesión medular. Lesión medular, enfoque multidisciplinario. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009.
2. Alcaraz Rousselet M^a. Á. Mazaira Álvarez J. Epidemiología. Lesión medular, enfoque multidisciplinario. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009.
3. Alcaraz Rousselet M^a. Á. Rehabilitación de la lesión medular. Lesión medular, enfoque multidisciplinario. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009.
4. Gil Agudo Á. M. Aportaciones de la biomecánica. Lesión medular, enfoque multidisciplinario. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009.
5. Huang VS, Krakauer JW. Robotic neurorehabilitation: a computational motor learning perspective. J Neuroeng Rehabil. 2009; 6: 5.
6. Westlake K, Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation 2009.
7. Winchester P, McColl R, Query R. Changes in supraspinal activation patterns following robotic locomotor therapy in motor incomplete spinal cord injury. Neurorehabilitation and Neural Repair 2005;
8. Oliva Jiménez A. Terapia Ocupacional: posicionamiento, adaptaciones y ayudas técnicas según el nivel de lesión. Lesión medular, enfoque multidisciplinario. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009.