

MEMORIA JUSTIFICATIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPO ROBOTICO PARA LA
REHABILITACIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR

M.^a Dolores Valverde Carrillo
Jefe de S^o de Rehabilitación

1. OBJETO

El objeto de la presente memoria es la adquisición para el Servicio de Rehabilitación del Hospital Universitario Príncipe de Asturias (HUPA) de un sistema robótico de rehabilitación del miembro superior, constituido por un exoesqueleto con sistema de soporte y control de hombro, codo, muñeca y mano, incluyendo un análisis informatizado de parámetros y registros de rendimiento del paciente, así como un sistema de retroalimentación gamificado para interacción con el paciente.

Estará destinado a la rehabilitación del miembro superior en pacientes adultos y niños con alteración de la función del miembro superior de diferentes etiologías.

2. JUSTIFICACION DE LA NECESIDAD

Exoesqueleto con soporte de y control de hombro, codo, muñeca y mano para rehabilitación de la limitación de la movilidad del miembro superior.

Los sistemas robóticos para rehabilitación de miembro superior, incluyendo los exoesqueletos, permiten realizar terapias intensivas, repetitivas y precisas, fundamentales para la recuperación de pacientes con limitación de movilidad del miembro superior causada por ictus, lesiones medulares, polineuropatías, atrofia muscular espinal, parálisis cerebral, ELA, ataxias cerebelosas o distrofia miotónica de Steinert y otros procesos clasificados como enfermedades raras. Estos sistemas refuerzan la terapia funcional y pueden complementar o potenciar los resultados de la fisioterapia convencional, permitiendo alcanzar mayores niveles de independencia y calidad de vida¹.

La limitación de las extremidades superiores representa uno de los deterioros funcionales esenciales en estos pacientes comprometiendo la ejecución de las actividades básicas de la vida diaria y la integración con el entorno.

Tras una lesión en el sistema nervioso, existen mecanismos de recuperación espontánea que permiten recobrar una parte de las funciones perdidas durante las primeras horas o días. Una vez superado este corto periodo, las mejoras se producen de forma general por la capacidad del sistema nervioso de cambiar y adaptarse como respuesta a estímulos internos o externos. Esta habilidad innata se llama neuro plasticidad y se beneficia del proceso de rehabilitación. La intensidad de la terapia, el tiempo transcurrido desde la lesión, la motivación, la calidad y tipo de movimiento, la adaptación del grado de dificultad, el tipo de instrucciones o el feedback, influyen positivamente en esta neuro plasticidad.

Con frecuencia la limitación de recursos humanos y las organizaciones asistenciales hace que la intensidad necesaria para estos tratamientos se vea comprometida, o disminuida. La terapia con sistemas robotizados se constituye como una ayuda imprescindible para proporcionar terapias intensivas con el número de repeticiones y dificultad adecuada, proporcionando, además, una forma de evaluar la capacidad motora de los pacientes, ofreciendo asistencia o resistencia al movimiento, según las necesidades, y mostrando un feedback en tiempo real tanto a los pacientes como a los terapeutas.

El beneficio de los sistemas robóticos para mejorar los resultados y la eficiencia de la rehabilitación ha ido ya estudiado sobre todo en pacientes con secuelas de ictus, lesión medular o síndrome de parálisis cerebral infantil. Aproximadamente el 80% de los pacientes con un ictus agudo tiene déficits motores del miembro superior y el 50% siguen teniendo déficits a los 4 años. La falta de función del brazo es una de las consecuencias que más preocupación causan y es una de las 10 prioridades que señalan los pacientes que han sobrevivido a un ictus². Los tratamientos de rehabilitación con sistemas robóticos son seguros y eficaces tanto en las fases agudas, como subagudas como tras el ictus tras más de 6 meses de evolución, con programas de robotice orientado a tareas, disminuyendo la fatiga y mejorando la independencia funcional²⁻⁵. En las lesiones medulares incompletas la robótica facilita el entrenamiento motor de la musculatura residual, siendo un método seguro y factible^{6,7}. En la población infantil, la tecnología robótica se puede adaptar las capacidades cognitivas y emocionales del niño, con intervenciones basadas en juegos con feedback positivo⁸. En enfermedades neurodegenerativas el objetivo es prevenir las complicaciones y preservar la función el mayor tiempo posible. El campo de la robótica está en continua evolución y se están incorporando otras poblaciones como la geriátrica.

APORTACIÓN A LA MEJORA ASISTENCIAL DEL HUPA

Los déficits de movilidad y función derivados de procesos neurológicos (secuelas de daño cerebral, polineuropatías, parálisis cerebral, lesión medular, ELA..) constituyen, al menos, un tercio de los pacientes que precisan tratamiento rehabilitador en nuestro servicio, bien sean atendidos directamente en nuestro centro, o derivados desde centros de referencia o para la continuidad tras la fase aguda en centros de media estancia. Este porcentaje está sufriendo un progresivo incremento, en parte, por el envejecimiento de la población y por el de la supervivencia gracias a los avances médico quirúrgicos.

El uso de la tecnología robótica en el marco de un programa de rehabilitación integral ofrece la oportunidad de aumentar la intensidad y la frecuencia de la terapia, fomentando, la neuro

plasticidad, optimizando el tiempo del terapeuta , proporciona un ajuste terapéutico más personalizado a las características del paciente, con información y registro objetivo de la evolución y finalmente unos resultados funcionales optimizados.

3. DEFINICION DE LA TECNOLOGÍA SANITARIA. CARACTERISTICAS TECNICAS

3.1 CONDICIONES GENERALES

Equipo robótico para la rehabilitación del miembro superior, con las siguientes características:

- Exoesqueleto destinado al entrenamiento en rehabilitación del miembro superior mediante actividad repetitiva, activa, con inicio a voluntad del paciente y en las 3 dimensiones del espacio.
- Debe ser válido para rehabilitación tanto de pacientes adultos como pediátricos.
- Válido tanto para miembro superior izquierdo como derecho
- Debe ser ergonómico.
- Debe proporcionar al brazo amplio soporte de peso continuo y consistente, en rango funcional amplio de la articulación del hombro (desde extensión a flexión).
- Estará dotado de un sistema de muelles integrados que permitan asistencia a la movilidad controlada en las articulaciones de hombro, codo y muñeca.
- Para uso en sedestación, con posibilidad de uso por paciente en silla de ruedas
- Debe disponer de un arnés para soporte de tronco a asiento, para control del equilibrio del tronco y evitar compensaciones, tanto para adultos como para niños.
- Constará de un sistema de interacción con el paciente con retroalimentación gamificado.
- Incluirá una pantalla para visualización de datos de evaluación, entrenamiento y sistema de interacción con el paciente.

3.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL SISTEMA

3.2.1 SOPORTE FUNCIONAL

- El exoesqueleto debe ser ajustable a diferentes longitudes de brazo, correspondientes a pacientes desde edad pediátrica hasta adultos de talla elevada. Con un mínimo desde 16 a 28 cm para la longitud del brazo y desde 24 a 40 cm para la longitud del antebrazo.
- Además de los soportes de brazo y antebrazo debe disponer de ortesis de mano para apertura y cierre del puño.

- Los diferentes niveles de desgravitación de peso deben ser ajustables de manera precisa por porcentajes, según la capacidad del paciente.
- Debe incluir una pantalla para visualización de software específico de evaluación, parámetros de tratamiento e interacción con el paciente.
- El equipo debe tener ruedas para facilitar el transporte.

3.2.2 RETROALIMENTACIÓN DEL PACIENTE CON RENDIMIENTO AUMENTADO

- Debe disponer de ambientes virtuales con ejercicios de entrenamiento específico de precisión, reacción, función motora y cognitiva, que incluya retroalimentación por parte del paciente, con sistemas gamificados para facilitar la adherencia.
- Debe facilitar terapias interactivas, con ejercicios motivadoras para facilitar el progreso del paciente.
- Posibilidad de realizar movimientos repetitivos y terapia intensiva para facilitar la recuperación de la función.

3.2.3 HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

- Debe permitir realizar evaluación de la amplitud de movimiento de hombro y codo para poder trabajar en rango seguro.
- Evaluación del desempeño y de la progresión del paciente.

3.2.4 INTERFAZ DEL PROFESIONAL SANITARIO

- Software que permita ajustar la dificultad de movimiento en las diferentes actividades propuestas.
- Debe tener función de emisión de informes.
- Conexión inalámbrica entre el dispositivo y el PC.
- Debe tener función de grabación de datos y posibilidad de exportación.

OTRAS PRESTACIONES INCLUIDAS

- En el suministro estará incluido el transporte, la instalación y la formación del personal.
- Formación del personal: mínimo de 4-6 terapeutas (T. Ocupacionales y fisioterapeutas)
- Garantía: El sistema debe contar como mínimo con 1 año de garantía de fábrica.
- Mantenimiento: Durante 1 AÑO de garantía mínima el contratista asumirá los mantenimientos que precise el sistema incluyendo las piezas y componentes que fuera necesario sustituir.

4. PROPUESTA

Se propone la adquisición del exoesqueleto con sistema de soporte de control de hombro, codo y muñeca ARMEOSPRING PRO de HOCOMA, valido para adultos y población infantil y que constituye la opción mas adecuada para las necesidades y características de nuestro servicio.

BIBLIOGRAFIA

1. Khalid S, Alnajjar F, Gochoo M, Renawi A, Shimoda S. Robotic assistive and rehabilitation devices leading to motor recovery in upper limb: a systematic review. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2023 Jul;18(5):658-672.
2. Yang X, Shi X, Xue X, Deng Z. Efficacy of Robot-Assisted Training on Rehabilitation of Upper Limb Function in Patients With Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2023 Sep;104(9):1498-1513.
3. Dehem S, Gilliaux M, Stoquart G, Detrembleur C, Jacquemin G, Palumbo S, Frederick A, Lejeune T. Effectiveness of upper-limb robotic-assisted therapy in the early rehabilitation phase after stroke: A single-blind, randomised, controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019 Sep;62(5):313-320.
4. Lee BO, Saragih ID, Batubara SO. Robotic arm use for upper limb rehabilitation after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Kaohsiung J Med Sci*. 2023 May;39(5):435-445.
5. Colomer C, Baldoví A, Torromé S, Navarro MD, Moliner B, Ferri J, Noé E. Efficacy of Armeo® Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. *Neurologia*. 2013 Jun;28(5):261-7.
6. Kim J, Lee BS, Lee HJ, Kim HR, Cho DY, Lim JE, Kim JJ, Kim HY, Han ZA. Clinical efficacy of upper limb robotic therapy in people with tetraplegia: a pilot randomized controlled trial. *Spinal Cord*. 2019 Jan;57(1):49-57. doi: 10.1038/s41393-018-0190-z. Epub 2018 Sep 11. Erratum in: *Spinal Cord*. 2019 Mar;57(3):255.
7. Yozbatiran N, Francisco GE. Robot-assisted Therapy for the Upper Limb after Cervical Spinal Cord Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2019 May;30(2):367-384.
8. Keller JW, van Hedel HJA. Weight-supported training of the upper extremity in children with cerebral palsy: a motor learning study. *J Neuroeng Rehabil*. 2017 Aug 30;14(1):87.