

Entregable N° 5: Ventajas y desventajas de los productos existentes

1. Identificación de la necesidad:

El caso clínico seleccionado corresponde a cuadriplejia grado A (completa) por daño en vértebra C3 tras un accidente de tránsito. Actualmente, el paciente Palacios puede desplazarse remando su silla de ruedas (con apoyo) gracias a la zona de preservación parcial (ZPP); sin embargo, es dependiente para el resto de actividades cotidianas. Debido a su condición, el paciente se encuentra inhabilitado de cumplir cualquier función laboral. Después de una breve entrevista, se identificó como prioritaria la necesidad de dispositivos de asistencia que le permitan recuperar autonomía, especialmente en tareas que requieren motricidad fina, como el aseo personal. El relato del Sr. Palacios evidenció el alto valor psicosocial que estas actividades tienen para su calidad de vida y autoestima. Esta necesidad coincide con la evidencia recabada en la búsqueda de patentes, la cual subraya la demanda de soluciones versátiles y altamente adaptables en este ámbito.

2. Búsqueda de patentes

PATENTE [1]:

Número de patente / Publicación: ES2804085T3

Título: Sistema de asistencia de movimiento para sillas de ruedas

Inventores: RICHTER, MARK

Año de publicación: 2021

Entidad solicitante: MAX MOBILITY, LLC

Resumen funcional:

El sistema consta de una rueda motorizada accionable mediante un pulsador que se acopla a la estructura de la silla. Además, presenta dos ruedas delanteras que se mueven en dirección tangencial a la rueda posterior, para facilitar el movimiento curvo. Para desplazarse, el usuario debe únicamente accionar el botón del pulsador.

Aspectos innovadores:

Este sistema conserva parcialmente la actividad física del usuario, mientras que otros la reemplazan completamente. Además, no se requiere de sensores y mejora la movilidad gracias a las ruedas delanteras.

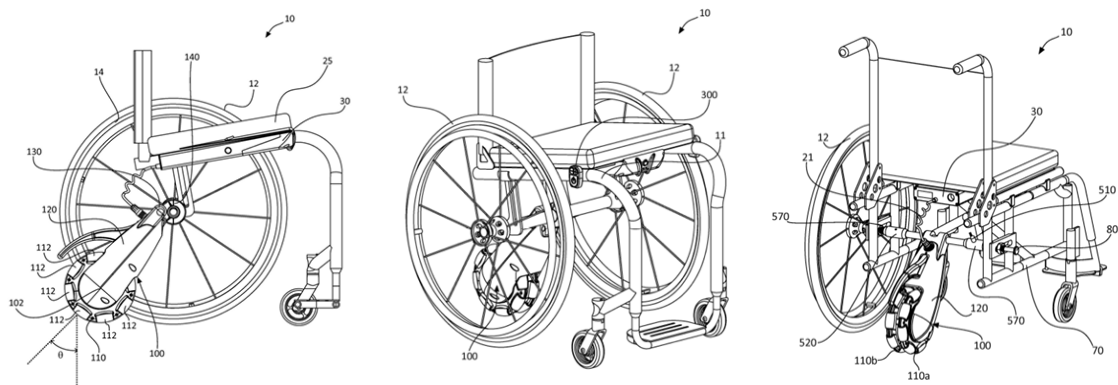
Limitaciones o vacíos:

El mecanismo podría limitar el movimiento en superficies irregulares, aunque poco comunes en entornos clínicos. Por otro lado, para el correcto funcionamiento se necesita implementar este mecanismo a un ángulo de 40° respecto de la horizontal, lo cual no es compatible con algunas sillas de ruedas.

Relación con la necesidad:

Esta patente brinda una solución a la dificultad del paciente para remar su silla de ruedas, brindando un soporte adicional y un impulso extra.

Imagen/es asociadas:



PATENTE [2]:

Número de patente / Publicación: WO2015047070A1

Título: Orthotic device for assisting with bending and extending movements of the fingers of a hand, for patients suffering from paralysis of the brachial plexus

Inventores: Pol Torres Martinez, Rosa Flores Luna, Mariano García Del Gallego, Jesús Dorador Gonzalez

Año de publicación: 2015

Entidad solicitante: Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen funcional:

Patente de un sistema robótico para asistencia y rehabilitación del brazo y la mano, que integra un exoesqueleto ligero con sensores y actuadores controlados por señales fisiológicas y/o comandos externos. Está orientado a ayudar a pacientes con movilidad reducida o nula (ictus, lesión medular, etc.) a recuperar o mejorar el movimiento, y también a permitir teleasistencia y tele-rehabilitación.

Aspectos innovadores: (qué aporta o mejora).

- Control multimodal: puede usar señales neuromusculares (EMG), cinemáticas o control remoto para mover el exoesqueleto, adaptándose al grado de discapacidad del usuario.
- Combina varios grados de libertad del brazo y la muñeca con posibilidad de añadir asistencia a la mano.
- El sistema soporta parte del peso del brazo/objeto para que el usuario progresivamente pueda adaptarse.
- Su software permite programar restricciones, fuerzas o trayectorias para guiar la rehabilitación y medir el desempeño del paciente .

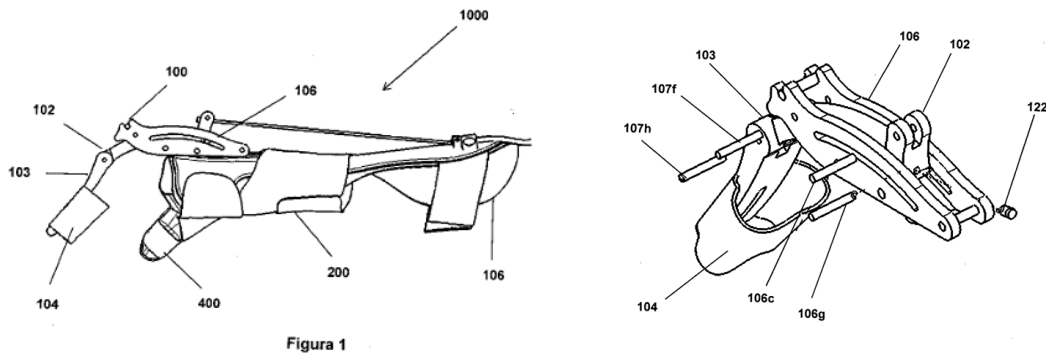
Limitaciones o vacíos: (qué problemas no resuelve).

- Su costo es elevado debido a su complejidad, ya que integra actuadores, sensores, comunicaciones y VR.
- El sistema debe ser fijado a estructuras y depende de alimentación externa, lo que lo vuelve poco portátil y no autónomo.
- La recuperación de movilidad que ofrece a la mano no es detallada e independiente de cada dedo, sino que trabaja en la mano como conjunto lo que limita el desenvolvimiento del paciente.

Relación con la necesidad:

La patente está orientada a recuperar movilidad funcional en las manos, favoreciendo así la independencia en actividades básicas de la vida diaria de personas con limitaciones de movimiento como es el caso de nuestro paciente. Aunque no ofrece control independiente de cada dedo, la asistencia en movimientos globales de apertura, cierre y muñeca facilita la manipulación de objetos y la realización de acciones sencillas.

Imágenes asociadas:



PATENTE 3:

Número de patente / Publicación: US20160015590A1

Título: Hand exoskeleton device

Inventores: Jumpei Arata, Roger Gassert

Año de publicación: 2014

Entidad solicitante: Universidad de Kyushu NUC

Resumen funcional:

Este invento busca una solución que ofrece un diseño compacto y ligero que lo hace montarse en la mano con comodidad, y genere suficiente fuerza para realizar movimientos de flexión y extensión. Usa un mecanismo de resorte deslizante para transmitir la fuerza de un actuador a las articulaciones de los dedos.

Aspectos innovadores:

1. Transmisión a múltiples articulaciones por un solo actuador, este invento propone un solo objeto que de el movimiento de la mano.
2. Estructura de tres capas de resortes con mecanismos deslizantes, incluye resortes superiores e inferiores conectados a piezas fijas, a su vez un resorte que acciona el movimiento.
3. Ajuste de sincronía de flexión mediante parámetros de resorte, usan las longitudes y rigidez del resorte para ajustar la activación de las articulaciones.
4. Minimización de mecanismos móviles y reducción de su peso
5. Adaptación anatómica
6. Aplicaciones a rehabilitación, ya que puede ser usado para entrenamiento de movimientos repetitivos.

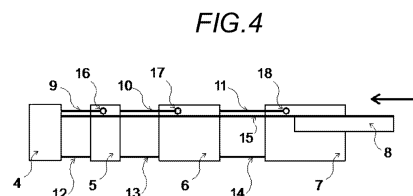
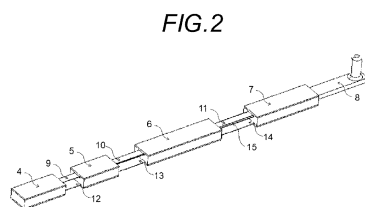
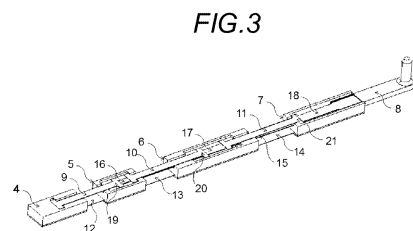
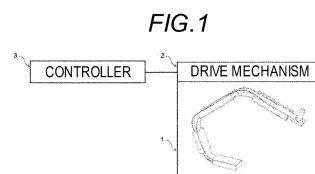
Limitaciones o vacíos:

1. Capacidad de fuerza limitada por los resortes, estos deben usarse dentro del rango de deformación elástica para evitar malograr el dispositivo.
2. Complejidad mecánica, debido a complicaciones técnicas en el diseño este debe ser muy preciso sino afectará el rendimiento.
3. Falta de articulación independiente, ya que se usa un solo actuador, el control independiente de cada dedo es limitado.
4. No se aborda el pulgar en la implementación, no menciona una adaptación para el pulgar.
5. No se aborda cómo se alimenta el sistema o cuánta energía consume

Relación con la necesidad:

En relación al paciente, este exoesqueleto podría ayudar a generar movimientos de agarre, de esta manera incrementar la independencia para tareas finas, por otro lado podría realizarse una adaptación con señales residuales en el cual se usen sensores mioeléctricos para captar señales residuales en los músculos o señales nerviosas.

Imagen/es asociadas:



PATENTE [4]:

Número de patente / Publicación: AU2018364613A1

Título: Hand exoskeleton device (Bowden cables)

Inventores: Luca Randazzo y José del R. Millán

Año de publicación: 2019

Entidad solicitante: École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL, Suiza)

Resumen funcional:

El dispositivo es un exoesqueleto de mano modular y portátil que emplea cables que funcionan como un tendón para asistir los movimiento de los dedos (flexión/extensión). Está

pensado para rehabilitación motora, así como para asistir en actividades diarias que requieren agarre, además no impide la sensibilidad táctil del usuario.

Aspectos innovadores:

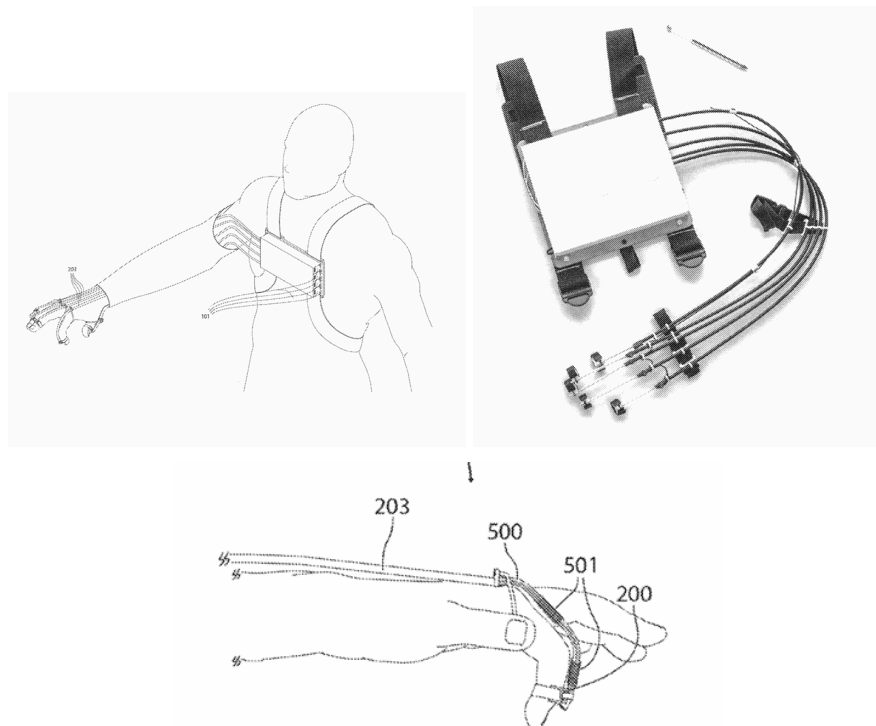
- Diseño modular (se puede aplicar en 1 a 10 dedos).
- Motores / actuadores ubicados externamente (chest-pack) para reducir el peso en la mano (< 50g) y mejorar la comodidad.
- No cubre palma ni yemas, preservando la sensibilidad táctil.
- Uso de cables Bowden como “tendones artificiales”, lo que permite transmitir fuerza a distancia sin necesidad de mecanismos pesados en los dedos.

Limitaciones o vacíos:

- El chest-pack pesa ~ 930 g, lo que puede afectar al usuario (cansancio, incomodidad).
- La calibración y ajuste de los cables pueden ser complejos y requerir mantenimiento frecuente.
- No proporciona fuerza suficiente para manipular objetos pesados ni realizar tareas que demanden gran torque.
- No aborda movimientos complejos de la mano (como rotación de muñeca, oposición fuerte) .

Relación con la necesidad:

Este exoesqueleto mejora el agarre y la rehabilitación de la mano en pacientes con debilidad motora. En casos de lesión medular C3 completa, donde casi no existe movilidad funcional en brazos ni manos, brinda asistencia externa básica para recuperar funciones de agarre simple. Sin embargo, no resuelve tareas que demandan gran fuerza ni larga autonomía.



PATENTE 5:

Número de patente / Publicación: DOI: 10.1109/TMECH.2022.3148032

Título: FLEXotendon Glove-III: Voice-Controlled Soft Robotic Hand Exoskeleton With Novel Fabrication Method and Admittance Grasping Control

Inventores: Phillip Tran, Seokhwan Jeong, Fanzhe Lyu, Kinsey Herrin, Shovan Bhatia, Drew Elliott, Scott Kozin, Jaydev P. Desai

Año de publicación: 2022

Entidad solicitante: Georgia Institute of Technology en colaboración con Shriners Hospitals for Children

Resumen funcional:

Restaura la función de agarre en pacientes con lesión medular cervical mediante asistencia robótica activa de flexión y extensión de dedos. Permite realizar actividades de vida diaria como sostener objetos, beber, escribir y manipular elementos cotidianos a través de comandos de voz que activan diferentes patrones de agarre preprogramados.

Aspectos innovadores:

Fabricación personalizada con molde directo de la mano del usuario; sistema de tendones biomimético que replica la anatomía humana; control completamente por voz sin necesidad de interfaces físicas; control de admitancia adaptativo para diferentes rigideces de agarre; integración completa en smartphone con almacenamiento en nube; diseño portátil autónomo.

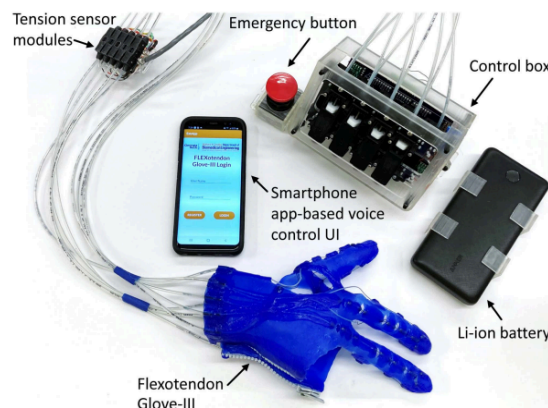
Limitaciones o vacíos:

Fuerza de pellizco limitada a 6.3 N; fabricación individual requerida; tendones expuestos en palma; control discreto con demoras; no maneja orientación de objetos; requiere estabilidad postural del brazo.

Relación con la necesidad:

El sistema está diseñado para lesiones C4-C5 donde existe control residual de hombro y codo. Para una lesión C3 con movimiento reducido de brazos podría ser parcialmente viable. Donde el control de voz jugaría un gran papel. El poco movimiento de los brazos podría permitir el posicionamiento básico para el agarre, aunque la precisión se vería afectada por el rango de movimiento reducido.

Imagen/es asociadas:



3. Reflexión Final:

La revisión de patentes muestra que, aunque existen múltiples dispositivos de asistencia para la movilidad de mano y brazo, ninguno resuelve completamente las necesidades de un paciente con cuadraplejía C3 completa. Esta condición implica una pérdida funcional casi total en brazos y manos, por lo que las soluciones deben ser más que un soporte mecánico: requieren ser ligeras, seguras, modulares y fáciles de usar con un diseño que favorezca a la comodidad del usuario. Además, la situación de estos pacientes demanda tecnologías que combinen bioseguridad, accesibilidad y portabilidad de modo que puedan ser usadas en diferentes entornos. Solo con un enfoque adaptado, integral y centrado en el usuario será posible generar un impacto real en su calidad de vida y su autonomía.

Bibliografía:

- [1] M. Richter, "Sistema de asistencia de movimiento para sillas de ruedas", ES2804085T3, 2021
- [2] P. Torres, R. Flores, M. Garcia, J. Dorador "Orthotic device for assisting with bending and extending movements of the fingers of a hand, for patients suffering from paralysis of the brachial plexus", WO2015047070A1, 2015.
- [3] J. Arata, R. Gassert "Hand exoskeleton device" US20160015590A1, 2014
- [4] J. Del R. Millán, L. Randazzo, "Hand exoskeleton device (modular, Bowden cable)", AU2018364613A1, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2020.
- [5] P. Tran, S. Jeong, F. Lyu, K. Herrin, S. Bhatia, D. Elliott, S. Kozin, and J. P. Desai, "FLEXotendon Glove-III: Voice-Controlled Soft Robotic Hand Exoskeleton With Novel Fabrication Method and Admittance Grasping Control," *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 27, no. 5, pp. 3920–3931, Oct. 2022, doi: 10.1109/TMECH.2022.3148032.