

**EXOESQUELETO PASIVO PARA TRANSMITIR MOVIMIENTO ANGULAR AL
PIE A PARTIR DEL MOVIMIENTO DE LA RODILLA.**

Campo de la invención

La presente invención se relaciona con un exoesqueleto para pie. Particularmente, la presente invención se refiere a un exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie que facilita al usuario el movimiento del tobillo y soportar el pie a partir del movimiento de la rodilla.

Descripción del estado de la técnica

La presente divulgación se refiere a un exoesqueleto o una estructura de apoyo que facilita el movimiento en un cuerpo portante. En especial en aquellos exoesqueletos de tobillo para facilitar al usuario el movimiento del tobillo y soportar el pie.

Actualmente el exoesqueleto cumple con funciones protectoras y de apoyo para el cuerpo de la estructura de apoyo en su forma básica; ayudan a personas con discapacidades a ejecutar movimientos cotidianos, recuperar libertad de movimientos y cumplir necesidades existenciales. Adicionalmente, algunos de estos exoesqueletos usan diferentes sistemas para contribuir adicionalmente a reducir la fuerza y a reducir la carga que son recibidas por la estructura de apoyo del exoesqueleto y facilitan al usuario el movimiento del cuerpo portante del exoesqueleto.

Se identifican en el estado de la técnica divulgaciones como US20130245524A1, US7549969B2 y US10912666B2, las cuales, se relacionan con exoesqueleto para facilitar al usuario el movimiento del cuerpo portante. Por lo cual, se usan diferentes sistemas para lograr el movimiento del cuerpo portante.

El documento US20130245524A1 divulga una ortesis que comprende un aparato ortopédico femoral un aparato ortopédico tibial conectadas entre sí con un pivote para formar una articulación de rodilla entre la abrazadera femoral y la abrazadera tibial; y un generador de momento de extensión de rodilla en la articulación de la rodilla. El aparato ortopédico femoral es un aparato ortopédico que se adhiere a la parte superior de la pierna de una persona y está conectado para el movimiento con el fémur. Por su lado, el aparato ortopédico tibial es un aparato ortopédico que se adhiere a la parte inferior de la pierna de una persona y está conectado para el movimiento con la tibia.

En otra realización, y de manera similar, US20130245524A1 divulga una ortesis puede comprender un aparato ortopédico para el conectada al aparato ortopédico tibial para formar una articulación del tobillo y un generador de momento de flexión plantar del tobillo en la articulación del tobillo. El aparato ortopédico para el pie es un aparato ortopédico que

se adhiere a un pie para que se mueva con el pie. Cuando cualquiera de los aparatos ortopédicos está conectado para moverse con un miembro del cuerpo, el movimiento del aparato ortopédico provoca un movimiento correspondiente del miembro del cuerpo.

- 5 Por otra parte, US20130245524A1 divulga que se puede utilizar cualquier diseño convencional siempre que esté diseñado para resistir las fuerzas desarrolladas por el generador de momento de extensión de rodilla. Los diseños adecuados pueden estar hechos de metal, compuestos de fibra, plástico, combinaciones de estos materiales u otros materiales adecuados. Se pueden usar partes del generador de momento de extensión de
10 rodilla para el generador de momento de flexión plantar del tobillo.

Particularmente, US20130245524A1 divulga que existen varias opciones para proporcionar el generador de momento de extensión de rodilla, preferiblemente, el generador de extensión de rodilla es una polea concéntrica a la articulación de la rodilla y un cable que se
15 extiende sobre la polea, siendo el cable operado por un actuador, por ejemplo, un resorte de compresión de gas. Por su lado, US20130245524A1 divulga un sistema de polea o guía de cable adicional en la articulación del tobillo, con una polea conectada al aparato ortopédico del tobillo preferiblemente la polea es concéntrica a la articulación del tobillo.

- 20 Por su lado, el documento US7549969B2 divulga un aparato para ayudar en el movimiento del cuerpo incluye un armazón que se puede conectar con un cuerpo humano y un sistema de transmisión de fuerza elástica conectado con el armazón. El sistema de transmisión de fuerza elástica almacena energía durante una primera parte del movimiento del cuerpo humano y libera la energía almacenada durante una segunda parte del movimiento del
25 cuerpo humano. El sistema de transmisión de fuerza elástica incluye un componente de transmisión de fuerza alargado que se puede extender elásticamente bajo la influencia de la fuerza transmitida a través de la estructura. Aunque el aparato puede usarse en asociación con cualquier parte deseada del cuerpo humano, puede ser particularmente ventajoso usar el aparato en asociación con una o ambas piernas del cuerpo humano.

30 Adicionalmente, al componente de transmisión de fuerza alargado, el sistema de transmisión de fuerza elástica derecho de US7549969B2 incluye una pluralidad de miembros giratorios. Los miembros giratorios son eficaces para desviar el componente de transmisión de fuerza alargado de modo que se desplace de los ejes de rotación de al menos
35 algunas de las juntas del armazón. Aunque los miembros giratorios pueden tener cualquier construcción deseada, pueden ser poleas.

Finalmente, el documento US10912666B2 divulga un exoesqueleto para asistir en el movimiento de la pierna configurado para ayudar al movimiento (por ejemplo, caminar) de
40 un usuario que lo necesite. En particular, el exoesqueleto incluye un cinturón configurado para sujetar el exoesqueleto a la cintura de un usuario. El exoesqueleto incluye además un marco de pierna configurado para sujetarse al menos a una pierna del usuario a través de un

mecanismo de sujeción de cadera en el cinturón. Finalmente, el exoesqueleto incluye un subsistema de almacenamiento de energía que está configurado para almacenar y liberar energía mientras el usuario camina, particularmente ayudando al usuario en el movimiento hacia adelante de la pierna cuando camina. También se proporcionan métodos para usar el exoesqueleto de la pierna.

Particularmente, US10912666B2 divulga que, como parte del subsistema de almacenamiento de energía, un exotendón recorre la longitud un bastidor de la pierna, desde un extremo proximal asegurado en el subsistema de almacenamiento de energía, a través de una polea de rodilla y terminando en una polea de tobillo. El bastidor de pierna está unido a la pierna del usuario a través de un manguito superior, un manguito inferior y una placa para los pies.

Sin embargo, el estado de la técnica no divulga en ningún momento un exoesqueleto que derive el movimiento del tobillo y aporte torque a esta articulación dependiendo directamente de una relación angular con el movimiento de la rodilla, permitiendo a personas con ausencia de fuerza o control en el tobillo obtener semejanza en la marcha.

Breve descripción de la divulgación

La presente divulgación se refiere a un exoesqueleto, que comprende un primer soporte dispuesto en una rodilla, dicho primer soporte está conectado a una primera polea. Además, el primer soporte transmite el movimiento de la rodilla a la primera polea.

Adicionalmente, el exoesqueleto comprende una segunda polea conectada a la primera polea, en la cual la primera polea transmite movimiento a la sección del pie apoyada en la segunda polea.

Por otro lado, el exoesqueleto comprende un segundo soporte con al menos un agujero, dicho segundo soporte está conectado a la segunda polea, en la cual la segunda polea transmite el movimiento al segundo soporte.

Por otra parte, el exoesqueleto cuenta con una primera barra y una segunda barra que conectan el primer soporte y el segundo soporte, y un tercer soporte conectado al agujero del segundo soporte, dicho tercer soporte está configurado para soportar el pie del usuario. Además, el tercer soporte transmite el movimiento del segundo soporte al pie.

Particularmente, en el exoesqueleto la primera barra y la segunda barra se encuentran entrecruzadas, de tal manera que estas transmiten un movimiento rotacional del primer soporte al segundo soporte.

Breve descripción de las figuras

La FIG. 1 muestra una modalidad de un exoesqueleto con una primera polea conectada a una segunda polea por medio de dos barras entrecruzadas.

5 La FIG.2 muestra una modalidad de un exoesqueleto con una primera polea conectada a una segunda polea por medio de cuatro barras entrecruzadas.

La FIG.3 muestra una modalidad de un exoesqueleto con una primera polea en movimiento conectada a una segunda polea por medio de cuatro barras entrecruzadas.

10

Descripción detallada de la invención

La presente divulgación está dirigida a un exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie, el cual transmite movimiento al pie de un usuario. El dispositivo permite mejorar
15 específicamente, el movimiento del tobillo en personas con lesiones en el tobillo, además, el exoesqueleto soporta el pie.

La presente divulgación puede tener un o unos soportes que permiten sostener elementos del exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie. Estos soportes pueden ser de forma:
20 prismas, cubos, cilindro, esferas, ortoedros, paralelepípedos o similares a estas formas conocidas por una persona medianamente versada en la materia.

Haciendo referencia a la FIG1, el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) comprende un primer soporte (2) dispuesto en una rodilla, dicho primer soporte (2) está
25 conectado a una primera polea (4), en donde el primer soporte (2) transmite el movimiento de la rodilla a la primera polea (4).

El primer soporte (2) es una base que se puede ubicar en la rodilla y transmite el movimiento de la rodilla a una polea.

30 Por ejemplo, haciendo referencia a las FIGS 1,2 y 3 el primer soporte (2) puede tener forma cubica la cual transmite el movimiento y rotación de la rodilla a una polea.

Además, el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) puede tener una segunda
35 polea (5) conectada a la primera polea (4), en donde la primera polea (4) transmite movimiento a la segunda polea (5).

Sumado a esto, el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) puede tener un segundo soporte (3) con al menos un agujero, dicho segundo soporte (3) está conectado a la
40 segunda polea (5), donde la segunda polea (5) transmite el movimiento al segundo soporte (3).

En una modalidad de la divulgación, el segundo soporte (3) puede ser una base que se puede ubicar en el tobillo y puede tener forma de bota, es decir también se puede ubicar el pie dentro del segundo soporte (3).

- 5 Por otro lado, en cualquier modalidad de la presente divulgación la polea puede ser seleccionada del tipo: fijo, móvil, compuesto, exponencial o combinaciones de estos conocidos por una persona medianamente versada en la materia según la necesidad de distribución de carga entre el portador y el exoesqueleto.
- 10 Por ejemplo, haciendo referencia a las FIGS 1 y 2 la primera polea (4) y la segunda polea (5) pueden ser poleas móviles, debido a que se requiere que la distribución de carga entre el portador y el exoesqueleto sea la máxima carga en el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie para proporcionar estabilidad y rigidez a las articulaciones de la rodilla y el tobillo como un medio para aumentar la capacidad de carga de peso conservando
- 15 siempre una relación angular establecida para una semejanza con la marcha humana

Por otro lado, en una modalidad de la presente divulgación la primera polea (4) se puede conectar a la segunda polea (5) por medio de una banda o de un cable. Por ejemplo, en una modalidad de la divulgación, la primera polea (4) se puede conectar a la segunda polea (5)

20 por medio de un cable para transmisión flexible que transmiten movimientos rotativos y/o de traslación. El cable para transmisión flexible tipo de cable permite transmitir el movimiento de la primera polea (5), obtenido por la rodilla, a la segunda polea (5) y así el portador del exoesqueleto (1) pueda ejecutar movimientos cotidianos, recuperar libertad de movimientos y cumplir necesidades existenciales.

25 Adicionalmente, en cualquier modalidad de la presente invención, el tipo de cable para transmisión flexible puede ser de un material seleccionado de: guaya, cable Bowden, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero galvanizado y combinaciones de los anteriores.

30 Por ejemplo, en una modalidad de la presente invención la primera polea (4) y la segunda polea (5) pueden estar conectadas por medio de un cable Bowden que transmite la potencia de la primera polea (4) hacia la segunda polea (5). El cable de Bowden al desplazarse en el interior de su cuerpo de desplazamiento es una versátil herramienta de distribución de

35 energía que se acopla al exoesqueleto fácilmente dando dirección de fuerzas internas que logran en movimiento articulado en la relación rodilla / tobillo.

En cualquiera de las presentes modalidades de la divulgación el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) puede tener más de dos poleas. Lo anterior con el objetivo, de

40 elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo.

En una modalidad de la presente divulgación la segunda polea (5) puede estar conectada a una tercera polea (8), donde la tercera polea (8) y la segunda polea (5) transmite el movimiento al segundo soporte (3) con el objetivo de elevar la carga con un menor esfuerzo.

5

En otra modalidad de la presente divulgación la tercera polea (8) puede estar conectada a la primera polea (4), donde la primera polea (4) transmite el movimiento de la rodilla tanto a la tercera polea (8) como a la segunda polea (5) y la tercera polea (8), a su vez, transmite a la segunda polea (5). La segunda polea (5) transmite el movimiento al segundo soporte (2) mediante elementos de transmisión con el objetivo de elevar la carga con un menor esfuerzo.

10

En la presente divulgación nos referimos a “*elementos de transmisión*”, a elementos como: poleas, cables, cadenas, correas, barras, combinaciones de los anteriores o elementos similares conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

15

Por otra parte, en cualquier modalidad de la presente divulgación la tercera polea (8) puede ser móvil. Lo anterior con el objetivo de elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo para proporcionar estabilidad y rigidez a las articulaciones de la rodilla y el tobillo como un medio para aumentar la capacidad de carga de peso.

20

En cualquier modalidad divulgada, el exoesqueleto (1) puede tener una cuarta polea (9) que está conectada a la primera polea (4) y transmitir el movimiento de la primera polea (4) a la segunda polea (5) por medio de un elemento de transmisión. Lo anterior con el objetivo, de elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo y así el portador del exoesqueleto (1) pueda ejecutar movimientos cotidianos, para recuperar libertad de movimientos y cumplir necesidades existenciales.

25

En cualquier modalidad de la divulgación del exoesqueleto, la cuarta polea (9) puede ser móvil. Lo anterior con el objetivo de elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo para proporcionar estabilidad y rigidez a las articulaciones de la rodilla y el tobillo como un medio para aumentar la capacidad de carga de peso.

30

En otra modalidad de la presente divulgación la primera polea (4) y la segunda polea (5) pueden ser fijas, y la tercera polea (8) y cuarta polea (9) pueden ser móviles. Lo anterior con el propósito de potenciar con algoritmos de poleas la distribución de cargas ofreciendo un menor esfuerzo al pie del portador y direccionar estas cargas al exoesqueleto al caminar.

35

Particularmente, el exoesqueleto (1) puede comprender una primera barra y una segunda barra (7) que conectan el primer soporte (2) y el segundo soporte (3), en donde la primera barra y la segunda barra (7) se encuentran entrecruzadas, de tal manera que estas transmiten un movimiento rotacional del primer soporte (2) al segundo soporte (3). Esta primera barra y segunda barra (7) entrecruzadas tiene como ventaja técnica ofrecer mayor suavidad en el

40

movimiento al compensar con par de momentos en la distribución de cargas que se direccionan al exoesqueleto y cargando el sistema sin enviar toda la carga al rodamiento del tobillo

5 Adicionalmente, en una modalidad el exoesqueleto puede tener un tercer soporte (6) conectado al agujero del segundo soporte (3), dicho tercer soporte (6) está configurado para soportar el pie del usuario, dicho tercer soporte (6) transmite el movimiento del segundo soporte (3) al pie. En donde el segundo soporte (3) es una base ubicada en el tobillo.

10 Por ejemplo, en una modalidad de la invención, el primer soporte (2) transmite el movimiento de la rodilla a la primera polea (4) que por medio de la primera barra y segunda barra (7) entrecruzada transmite a la segunda polea (5) que a su vez transmite al segundo soporte (3) y este transmite al tercer soporte (6) que genera el movimiento en el pie el cual se muestra en la FIG 3.

15

En cualquier modalidad de la presente invención, las barras pueden ser de tamaño ajustable o en una de sus modalidades puede ser de tamaño flexible remplazándola por pistones de tal manera que compense otros tipos de cargar o lo puedan portar humanos de diferentes tamaños.

20

Por otro lado, las barras entrecruzadas pueden ser de un material seleccionado de: aluminio, aleación de aluminio, acero y sus aleaciones, acrílico, fibra de vidrio, fibra de carbono y combinaciones de los anteriores.

25 Por ejemplo, en la FIGS 1 y 2 las barras entrecruzadas pueden ser un material de fibra de carbono que tiene como ventaja técnica el bajo peso y grosor de las barras entrecruzadas que permite comodidad al usuario. Además, las propiedades mecánicas permiten al usuario soportar trabajo continuo y mayores cargas.

30 En cualquier modalidad de la presente divulgación, el primer soporte (2) y el segundo soporte (3) están conectadas por una tercera barra y una cuarta barra (10) entrecruzadas de tal manera que estas trasmiten un movimiento rotacional del primer soporte (2) al segundo soporte (3) con el objetivo de distribuir cargas para amortiguar el esfuerzo al pie del portador y direccionar estas cargas al exoesqueleto al caminar.

35

En cualquier modalidad de la presente divulgación las barras pueden tener o no tamaño ajustable, para adecuarse al tamaño del usuario o poseer un tamaño estandarizado conservando sus propiedades. Lo anterior con el objetivo de permitir que pacientes de
40 diferentes edades, tamaños y pesos, puedan portar el exoesqueleto cuando carecen de fuerza o control en la sección del pie y no requieran una talla exclusiva para cada portador

Por ejemplo, en una modalidad de la divulgación, el primer soporte (2) está conectado a la primera polea (4), a su vez, la primera polea (4) por medio de un cable está conectado a la tercera polea (8) y la primera polea (4) a su vez está conectada a la primera barra y segunda barra (7) en un primer extremo de cada barra. Además, la tercera polea (8) está conectado a la tercera barra y cuarta barra (10) en un primer extremo de cada barra. A su vez, la tercera barra y cuarta barra (10) en un segundo extremo de cada barra se encuentran conectada a un primer extremo de la segunda polea (5) y la primera barra y segunda barra (7) en un segundo extremo de cada barra está conectada a un segundo extremo de la segunda polea (5). La segunda polea (5) está dispuesto al segundo soporte (3) y conectada al tercer soporte (6) que genera el movimiento en el pie.

En la anterior modalidad, el movimiento de la rodilla se transmite al primer soporte (2) y este transmite el movimiento de la rodilla a la primera polea (4) que transmite el movimiento tanto a la tercera polea (8) y a la primera barra y segunda barra (7). La tercera polea (8) transmite el movimiento a la tercera y cuarta barra (10). La primera barra y segunda barra (7) y la tercera y cuarta barra (10) transmite el movimiento a la segunda polea (5) que a su vez transmite al segundo soporte (3) y este transmite el movimiento al tercer soporte (6) que genera el movimiento en el pie.

EJEMPLO

Se diseñó un exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) que facilita al usuario el movimiento del tobillo y soportar el pie, es decir ayuda en la locomoción humana, las características del exoesqueleto son las siguientes:

Para este ejemplo particular, el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) comprendió un primer soporte (2) dispuesto en una rodilla, dicho primer soporte (2) está conectado a una primera polea (4), en donde el primer soporte (2) trasmite el movimiento de la rodilla a la primera polea (4). En donde la primera polea (4) es una polea fija.

Por otro lado, una segunda polea (5) conectada a la primera polea (4), en donde la primera polea (4) transmite movimiento a la segunda polea (5) y esta segunda polea (5) es móvil.

Adicionalmente, un segundo soporte (3) con al menos un agujero, dicho segundo soporte (3) está conectado a la segunda polea (5), donde la segunda polea (5) trasmite el movimiento al segundo soporte (3). Particularmente, la primera barra y la segunda barra (7) se encuentran entrecruzadas, de tal manera que estas trasmiten un movimiento rotacional del primer soporte (2) al segundo soporte (3).

Por otra parte, el exoesqueleto para asistir en el movimiento del pie (1) cuenta con una primera barra y una segunda barra (7) que conectan el primer soporte (2) y el segundo soporte (3). Estas barras son de fibra de carbono.

Además, un tercer soporte (6) conectado al agujero del segundo soporte (3), dicho tercer soporte (6) está configurado para soportar el pie del usuario, dicho tercer soporte (6) transmite el movimiento del segundo soporte (3) al pie.

5

Con la configuración anterior, se logró facilitar al usuario el movimiento del tobillo, soportar el pie y proporcionar la fuerza máxima de asistencia proporcionada por el dispositivo.

- 10 Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un exoesqueleto (1), que comprende:
 - un primer soporte (2) dispuesto en una rodilla, dicho primer soporte (2) está conectado a una primera polea (4), en donde el primer soporte (2) transmite el movimiento de la rodilla a la primera polea (4);
 - una segunda polea (5) conectada a la primera polea (4), en donde la primera polea (4) transmite movimiento a la segunda polea (5);
 - un segundo soporte (3) con al menos un agujero, dicho segundo soporte (3) está conectado a la segunda polea (5), donde la segunda polea (5) transmite el movimiento al segundo soporte (3);
 - una primera barra y una segunda barra (7) que conectan el primer soporte (2) y el segundo soporte (3); y
 - un tercer soporte (6) conectado al agujero del segundo soporte (3); dicho tercer soporte (6) está configurado para soportar el pie del usuario; dicho tercer soporte (6) transmite el movimiento del segundo soporte (3) al pie,
en donde, la primera barra y la segunda barra (7) se encuentran entrecruzadas, de tal manera que estas transmiten un movimiento rotacional del primer soporte (2) al segundo soporte (3).
2. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, donde la primera polea (4) se conecta a la segunda polea (5) por medio de una banda o de un cable.
3. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, donde la primera polea (4) y segunda polea (5) son poleas móviles.
4. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, donde la segunda polea (5) está conectada a una tercera polea (8), donde la tercera polea (8) transmite el movimiento a la segunda polea (5) y está al segundo soporte (3).
5. El exoesqueleto de la Reivindicación 4, la tercera polea (8) es móvil.
6. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, tiene una cuarta polea (9) que está conectada a la primera polea (4) y transmite el movimiento de la primera polea (4) a la segunda polea (5).
7. El exoesqueleto de la Reivindicación 6, la cuarta polea (9) es móvil.
8. El exoesqueleto de la Reivindicación 2, el cable es un tipo de cable para transmisión flexible.

9. El exoesqueleto de la Reivindicación 8, el tipo de cable para transmisión flexible es de un material seleccionado de: guaya, cable Bowden, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero galvanizado y combinaciones de los anteriores.
10. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, donde las barras entrecruzadas son de un material seleccionado de: aluminio, aleación de aluminio, acero y sus aleaciones, acrílico, fibra de vidrio, fibra de carbono y combinaciones de los anteriores.
11. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, además, el primer soporte (2) y el segundo soporte (3) están conectadas por una tercera barra y una cuarta barra (10) entrecruzadas de tal manera que estas transmiten un movimiento rotacional del primer soporte (2) al segundo soporte (3).

RESUMEN

La presente invención se refiere a un exoesqueleto, el exoesqueleto por medios de unos soportes conectados a unas poleas y estas poleas conectadas a unas barras transmiten el movimiento al pie. Preferiblemente, las barras se encuentran entrecruzadas, de tal manera que estas transmiten un movimiento rotacional de un primer soporte a un segundo soporte y este a un tercer soporte que soporta el pie y transmite el movimiento al pie. Lo anterior permite que la fuerza proporcionada por el mecanismo de asistencia sea ligeramente menor que el peso del individuo. Además, la fuerza de asistencia proporcionada por el dispositivo sea la máxima para que permita cumplir funciones protectoras y de apoyo para el cuerpo que ayudan a personas con discapacidades a ejecutar movimientos cotidianos, recuperar libertad de movimientos y cumplir necesidades existenciales.

FIGURAS

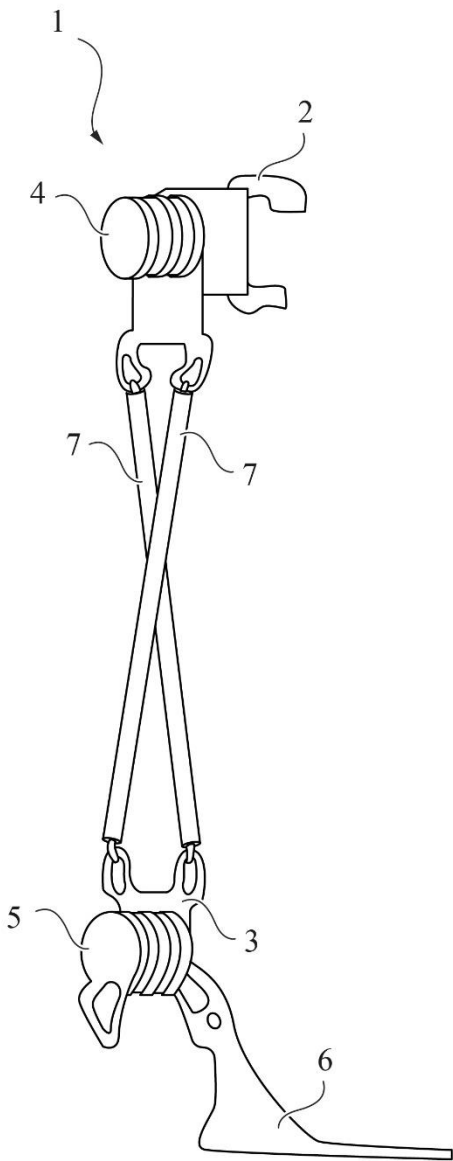


FIG. 1

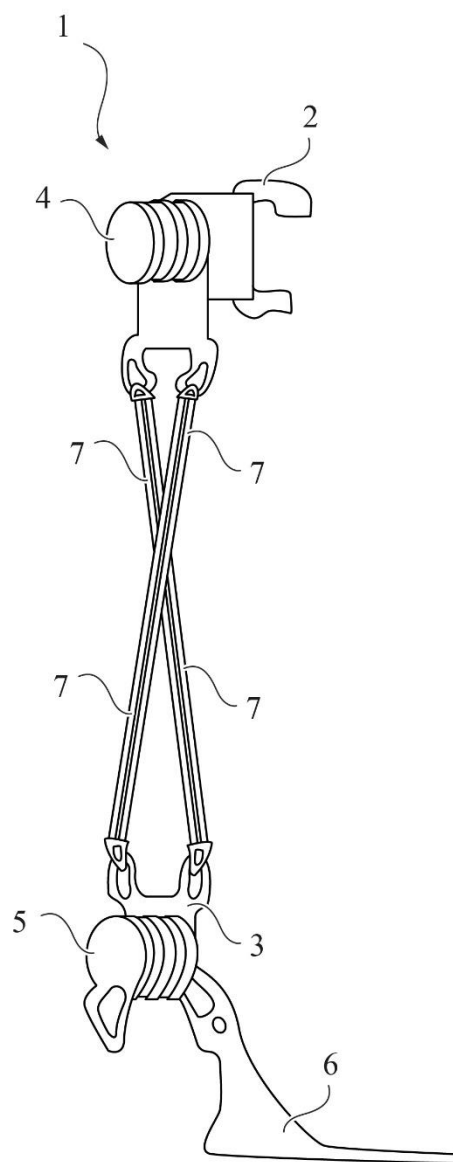


FIG. 2

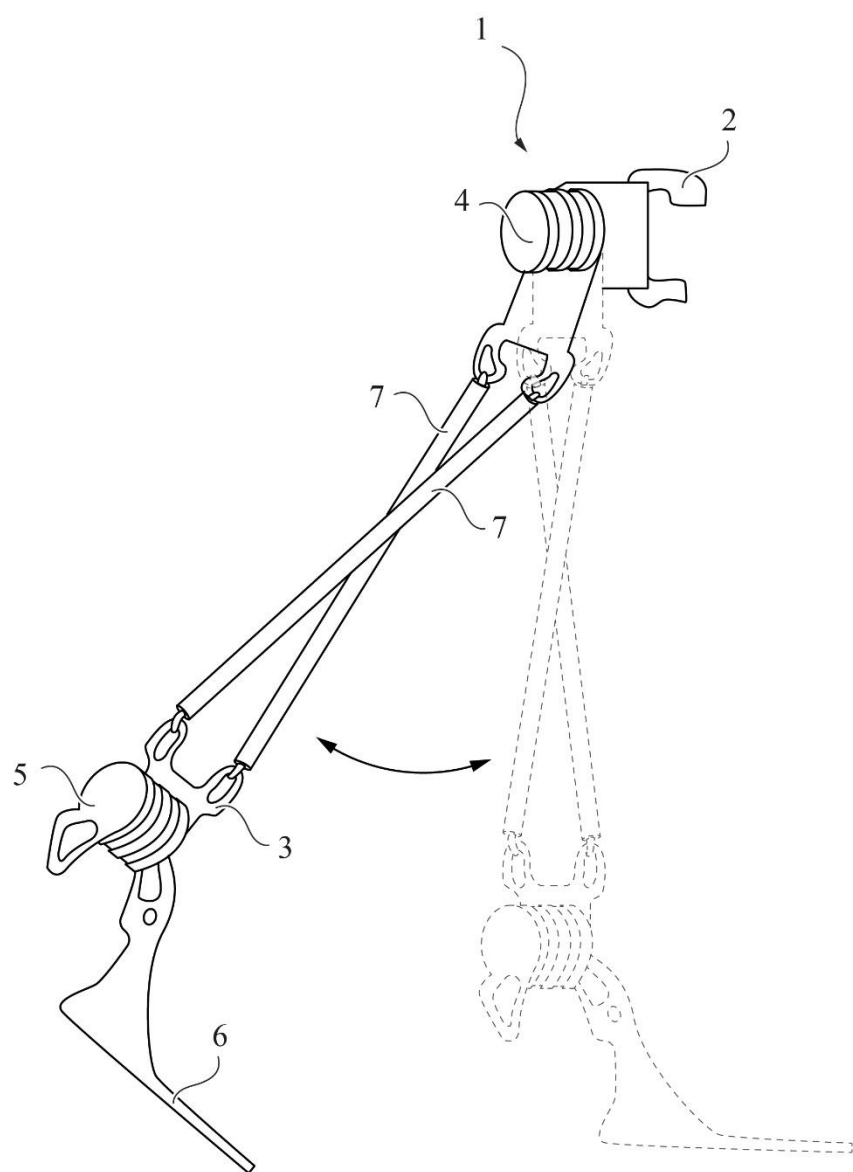


FIG. 3