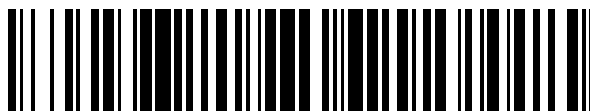


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 596**

51 Int. Cl.:

A63B 21/00 (2006.01)

A63B 71/06 (2006.01)

G16H 20/30 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2018** **PCT/ES2018/070554**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2019** **WO19030423**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2018** **E 18795696 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.09.2021** **EP 3666345**

54 Título: **Dispositivo para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto; sistema y método para corregir la fuerza y el movimiento de la acción**

30 Prioridad:

11.08.2017 ES 201731028

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.03.2022

73 Titular/es:

BIO-SENSING SOLUTIONS, S.L. (100.0%)
C/ Llacuna 162-164
08018 Barcelona, ES

72 Inventor/es:

JAUREGUI, RICARDO;
RAGA, SILVIA;
CONTI, MARCO;
VERGANI, GIOVANNI;
PEDRETTI, GIORGIO;
RODRÍGUEZ, ALEJANDRO;
CASTAGNA, ALESSANDRO y
GAROFALO, RAFFAELE

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 899 596 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto; sistema y método para corregir la fuerza y el movimiento de la acción

OBJETO DE LA INVENCION

La invención se puede incluir dentro del sector de la salud, en particular, dentro de la rehabilitación músculo-esquelética de pacientes con problemas de movimiento en determinadas articulaciones. De manera más concreta, de acuerdo con diferentes aspectos, la invención tiene por objeto: un dispositivo para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto, preferentemente en una acción de rehabilitación realizada por un paciente lesionado; un sistema y un método para corregir la fuerza y el movimiento de la acción. La invención también presenta aplicación dentro del deporte, por ejemplo para mejorar entrenamientos o para reforzar articulaciones y musculatura. La invención también puede ser objeto de aplicación en otros campos: por ejemplo, en el diseño y utilización de consolas que simulan determinados deportes o actividades físicas, o como instrumento didáctico, etc.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Actualmente, existe un amplio número de pacientes que requieren de un tratamiento rehabilitador músculo esquelético, por parte de un médico de rehabilitación y de un fisioterapeuta. De este modo, se entiende por paciente cualquier persona con algún síntoma de dolencias, tanto agudas como crónicas, o problema de movilidad temporal, o permanente, que requiera de tratamiento rehabilitador músculo esquelético.

Actualmente, la mayoría de pacientes cuando tienen algún síntoma de dolencias musculares acuden al médico de rehabilitación, y este realiza un diagnóstico, que es trasladado al fisioterapeuta quien debe asignar una terapia o tratamiento rehabilitador basado en acciones o ejercicios. Habitualmente los pacientes comienzan realizando acciones supervisadas por dicho fisioterapeuta, para posteriormente continuar realizando estas acciones, preferentemente en sus hogares, sin ninguna supervisión.

Adicionalmente, en el caso de los ejercicios con pesos o resistencias elásticas, donde la fuerza que ejerce el paciente es relevante, los fisioterapeutas no tienen herramientas que le permitan supervisar la ejecución de los ejercicios que involucren fuerza. El principal problema es que, tanto pacientes como fisioterapeutas, no tienen forma de asegurarse de que realizan correctamente las acciones durante el tiempo de supervisión, o de confirmar si las acciones asignadas son las adecuadas.

Sin una supervisión, los ejercicios de rehabilitación no son eficientes, ya que, en estos casos, el 80% de los pacientes tienden a dejar de realizar los ejercicios recomendados por el fisioterapeuta. La principal razón es que el paciente se encuentra en una situación donde no reconoce, o no recuerda, si está realizando correctamente la acción. De este modo, los pacientes o bien abandonan la rehabilitación, o bien realizan acciones incorrectas que pueden terminar aumentando el problema en vez de solucionarlo.

Particularmente, es importante remarcar que la adherencia a los ejercicios recomendados por el fisioterapeuta actualmente es baja y poco efectiva según diversos estudios que demuestran que solo el 20% de los pacientes termina los tratamientos. Adicionalmente, en las primeras 20 semanas de tratamiento, un 25% de los pacientes deja de seguir la totalidad de las acciones, y en las segundas 20 semanas esto aumenta hasta un 40%, así como un 35% de los pacientes no finalizan las acciones en las primeras 20 semanas.

Con tal de solucionar estos problemas se conoce un sistema y un método para la estimulación propioceptiva del movimiento, y su caracterización que comprende: un componente para medir la acción propioceptiva y otro para la caracterización del movimiento. Ambos componentes están acoplados para que puedan ser usados en las extremidades superiores e inferiores del paciente que muestren un déficit motor. Tanto el sistema como el método pueden aplicarse en la asistencia sanitaria con pacientes que tengan problemas músculo esqueléticos, particularmente en neuro-rehabilitación, en actividades de ciencia, deporte, en productos dirigidos a segmentos recreativos del mercado (por ejemplo, baile, videojuegos, televisión interactiva, cine 3D) y para mejorar el rendimiento deportivo y motor.

Dicho sistema y método, aunque permiten monitorizar el movimiento y notificar al paciente si realiza correctamente la acción, está diseñado para medir únicamente parámetros de movilidad comparándolo con una serie de parámetros estandarizados e iguales para todos los usuarios. El uso de estas soluciones define los mismos criterios para todos los usuarios, lo que da lugar a posibles lesiones por la falta de personalizaciones del ejercicio. Otra desventaja de este método y sistema es que no es capaz de medir la fuerza, o el trabajo, realizado por el paciente durante la acción, siendo este un parámetro clave para un proceso de rehabilitación.

Importante señalar que existen sensores de movimiento y sensores de fuerza, pero en ningún caso estos son combinados y sincronizados para poder obtener un modelo personalizado del movimiento y, mucho menos, de un proceso de rehabilitación músculo esquelética.

5 El documento WO2011/041678 divulga un dispositivo de acuerdo al preámbulo de la reivindicación 1.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

10 La invención se refiere, de acuerdo con un primer aspecto, a un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto. De manera preferente, la acción es una acción que forma parte de un ejercicio de rehabilitación.

15 El dispositivo está basado en permitir una medición simultánea y coordinada tanto de fuerza como de movimiento, así como en enviar inalámbricamente información sobre las mediciones de fuerza y movimiento, para su análisis.

20 En particular, el dispositivo comprende una correa, así como un primer módulo de detección, montado en la correa, y que comprende a su vez una primera carcasa, que sobresale de la correa. En la primera carcasa, hay montados diversos elementos, que se indican seguidamente:

- un enganche, destinado a ser conectado a un elemento recuperador, que ejerce una fuerza recuperadora sobre el enganche cuando es accionado por el paciente al realizar el ejercicio de rehabilitación;
- una primera unidad de detección de movimiento, para detectar movimiento 3D (es decir, en los tres ejes X, Y, Z);
- una unidad de detección de fuerza, para detectar la fuerza ejercida por el elemento recuperador sobre el enganche
- un primer procesador, para recibir los datos de movimiento y de fuerza detectados por la primera unidad de detección de movimiento y la unidad de detección de fuerza, respectivamente, y generar datos de fuerza aplicada por el sujeto al realizar la acción y datos de dirección de movimiento;
- una unidad de envío de datos, por ejemplo, de tipo Bluetooth, para enviar inalámbricamente los datos generados por el primer procesador; y
- una primera batería, para alimentar la primera unidad de detección de movimiento, la unidad de detección de fuerza, el primer procesador y la unidad de envío de datos; y
- primeros medios de cierre, para cerrar la correa a una dimensión requerida.

35 Como segundo aspecto, la invención describe un sistema para corregir la fuerza y el movimiento de la acción realizada por el sujeto, enfocado preferentemente hacia la rehabilitación músculo-esquelética, que incluye en dispositivo descrito anteriormente.

El sistema incluye adicionalmente diversos elementos, entre los que se incluyen:

- al menos una base de datos, que contiene a su vez:
 - un perfil personal del sujeto, con informaciones referidas al sujeto; y
 - archivos de ejercicios, que comprenden datos prescritos sobre las acciones del sujeto, donde los datos comprenden, para cada acción: datos sobre una o varias posiciones prescritas del sujeto mientras realiza la acción; y datos sobre fuerza aplicada por el sujeto durante la acción;
- un equipo de acceso, para permitir al sujeto acceder remotamente al perfil personal, y que comprenden:
 - segundo procesador para recibir datos desde la unidad de envío de datos y generar: datos representativos de representaciones visuales esquemáticas de posiciones del sujeto realizando la acción; y datos de fuerza aplicada por el sujeto mientras realiza la acción;
 - medios de visualización para mostrar, en base a los datos generados por el segundo procesador, representaciones visuales esquemáticas del sujeto realizando la acción;
- un comparador, para comparar los datos prescritos de las acciones con los datos generados por el segundo procesador, para determinar si las posiciones del sujeto y la fuerza realizando las acciones por parte del sujeto mantienen una relación pre-establecida con las posiciones y la fuerza prescritas para las acciones; y
- medios de alerta para emitir una alerta en tiempo real en caso de que las posiciones del sujeto y la fuerza realizando las acciones no mantengan la relación pre-establecida con las posiciones y la fuerza prescritas de las acciones.

El segundo procesador puede formar parte del primer módulo de detección, en lugar de formar parte del equipo de acceso. En particular, el segundo procesador puede ser el mismo que el primer procesador.

60 De manera preferente, la base de datos comprende adicionalmente archivos de vídeo con grabaciones de sesiones de ensayo, en las que el sujeto ensaya las acciones para aprender a realizarlas.

De manera preferente, en la base de datos también se registran archivos de vídeo donde se muestra al sujeto realizar la acción en sesiones de ensayo, donde los archivos de vídeo son mostrados por los medios de visualización, a la vez que las representaciones visuales esquemáticas del sujeto realizando la acción.

Tal como se ha indicado anteriormente, de manera preferente, el sujeto es un paciente en rehabilitación músculo esquelética, así como las acciones son ejercicios de rehabilitación. En particular, a modo de ejemplo, las sesiones de ensayo son sesiones de ensayo de rehabilitación en las que el paciente realiza ejercicios de rehabilitación en presencia de un fisioterapeuta, para aprender a realizar los ejercicios y disponer de una herramienta de apoyo para realizar los ejercicios por su cuenta, por ejemplo, en casa.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra un ejemplo de la realización de la presente invención.

Figura 2.- Muestra un ejemplo de empleo de la realización de la figura 1.

Figura 3.- Muestra un ejemplo de un mango de acuerdo con una segunda realización.

Figura 4.- Muestra un ejemplo de empleo del mango de la figura 3.

Figura 5.- Muestra un esquema de conexiones de las realizaciones de las figuras 1-4.

Figura 6.- Muestra una vista de un accesorio de acuerdo con una tercera realización.

Figura 7.- Muestra el interior una de las porciones del accesorio de la figura 6.

Figura 8.- Muestra una vista de la otra de las porciones que forman el accesorio de la figura 6.

Figura 9.- Muestra un ejemplo de empleo del accesorio mediante dos barras.

Figura 10.- Muestra otro ejemplo de empleo del accesorio mediante solo una barra.

Figura 11.- Muestra una vista esquemática del sistema de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Seguidamente se ofrece, con ayuda de las figuras 1-11 antes referidas, una descripción en detalle de varios ejemplos de realizaciones preferidas del objeto de la invención.

De acuerdo con un primer aspecto, la invención se refiere a un dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), donde de manera particular, el ejemplo describe un caso en el que el sujeto (2) es un paciente (2) en rehabilitación músculo esquelética, de modo que la acción es una acción de un ejercicio de rehabilitación.

El dispositivo (1) comprende una correa (3), en la que está montado un primer módulo de detección (4), que comprende a vez una primera carcasa (5), que sobresale de la correa (3) y, montados en la primera carcasa (5), los siguientes elementos:

- un enganche (6), destinado a ser conectado a un elemento recuperador (7), tal que un resorte, que ejerce una fuerza recuperadora cuando es accionado por el paciente (2);
- una primera unidad de detección de movimiento (8), para detectar movimiento 3D (es decir, en los tres ejes X, Y, Z);
- una unidad de detección de fuerza (9), para detectar la fuerza ejercida por el elemento recuperador (7) sobre el enganche (6);
- un primer procesador (10), para recibir datos de movimiento y de fuerza detectados por la primera unidad de detección de movimiento (8) y la unidad de detección de fuerza (9), respectivamente, y generar datos de fuerza aplicada por el sujeto (2) al realizar la acción y datos de dirección de movimiento;
- una unidad de envío de datos (11), por ejemplo, de tipo Bluetooth, para enviar inalámbricamente los datos procesados por el primer procesador (10); y

- una primera batería (12), para alimentar la primera unidad de detección de movimiento (8), la unidad de detección de fuerza (9), el primer procesador (10) y la unidad de envío de datos (11).

El dispositivo (1) comprende además primeros medios de cierre (13, 14), para poder cerrar la correa (3) a una dimensión requerida. Los primeros medios de cierre (13, 14) pueden incluir, como ejemplo más preferente, un paso hueco (13) practicado en la correa (3) y un cierre de velcro (14) localizado en porciones de la correa (3). Otros ejemplos se pueden considerar.

La primera unidad de detección de movimiento (8) puede comprender uno o varios sensores de movimiento, tales como giróscopo, acelerómetro y magnetómetro. Asimismo, la primera unidad de detección de fuerza (9) puede comprender al menos un sensor de fuerza, tal como una garga extensiométrica.

La primera carcasa (5) puede incluir también un primer puerto USB (15) para cargar la primera batería (12). Asimismo, la primera carcasa (5) puede incluir un primer indicador luminoso (16), por ejemplo, de tipo led, para indicar el estado de la primera unidad de detección de movimiento (8), en particular, del sensor o los sensores de movimiento. Los estados pueden ser: apagado, en espera, midiendo, o en carga.

El dispositivo (1) descrito anteriormente está destinado preferentemente a rehabilitación músculo-esquelética, según se explica seguidamente. En particular, los primeros medios de cierre (13, 14) permiten a la correa (3) abrazar, rodeando completamente o, al menos, parcialmente, alguna zona del cuerpo del paciente (2), por ejemplo: tobillo, pantorrilla; muslo, cintura, pecho, cuello, frente, muñeca, antebrazo, brazo, hombro, etc. Con la correa (3) rodeando una parte seleccionada del cuerpo del paciente (2), y el elemento recuperador (7) montado en el enganche (6), el paciente (2) procede a realizar un movimiento de rehabilitación prescrito, con lo cual el primer módulo de detección (4) se desplaza y el elemento de recuperación (7) se tensa y se destensa alternativamente. El desplazamiento del primer módulo de detección (4) y la fuerza del elemento recuperador (7) son medidos, procesados para generar datos de dirección de movimiento y datos de fuerza, respectivamente, que son enviados, inalámbricamente, hacia un componente donde, según se explicará más adelante, el movimiento y la fuerza son analizados y son utilizados para mejorar el feedback que el paciente (2) obtiene al momento de realizar el ejercicio, lo que hace que la terapia de rehabilitación sea más efectiva (2). El enganche (6) está adaptado para conectar diversos tipos de elemento recuperador (7) como, por ejemplo, un resorte, una cinta elástica o un cordón elástico.

En la correa (3) está montado adicionalmente un segundo módulo de detección (17), que comprende una segunda carcasa (18), que también sobresale de la correa (3), y en la que está alojada una segunda unidad de detección de movimiento (19). La segunda unidad de detección de movimiento (19) está conectada por cable, o de forma inalámbrica, con la primera unidad de detección de movimiento (8), para enviar los datos de movimiento al primer procesador (10), y que puedan ser enviados por la unidad de envío de datos (11).

De manera análoga a lo que se ha explicado anteriormente para el primer módulo de detección (4), la segunda unidad de detección de movimiento (19) puede comprender uno o varios sensores de movimiento, tales como giróscopo, acelerómetro y magnetómetro. Asimismo, la segunda carcasa (18) puede incluir también un segundo indicador luminoso (26), por ejemplo, de tipo led, para indicar el estado de la segunda unidad de detección de movimiento (19), en particular, del sensor o los sensores de movimiento. Los estados pueden ser: apagado, en espera, midiendo, o en carga. Por otra parte, el segundo módulo de detección (17) puede incluir una segunda batería (41) para alimentar la segunda unidad de detección de movimiento (19) y el segundo indicador luminoso (26). Finalmente, la segunda carcasa (19) puede incorporar un segundo puerto USB (42) para cargar la segunda batería (41).

Asimismo, el dispositivo (1), dotado del segundo módulo de detección (17), adicionalmente incluye un mango (20), conectable con la correa (3), según se explica seguidamente. El mango (20) comprende un cuerpo de mango (21), y medios de fijación (22) para fijar la correa (3) al cuerpo de mango (21), con el segundo módulo de detección (17) solidario al cuerpo de mango (21). De acuerdo con un ejemplo preferente, el cuerpo de mango (21) es hueco, con lo que comprende un hueco (23) pasante longitudinalmente, para alojar un extremo de la correa (3) más cercano al segundo módulo de detección (17). Asimismo, los medios de fijación (22) comprenden dos aletas (22) opuestas que se prolongan en el interior del hueco (23), dejando un espacio intermedio (24), que permite retener el segundo módulo de detección (17) dentro del hueco (23), solidariamente al cuerpo de mango (21), de este modo el segundo módulo de detección (17) describe el movimiento relativo al mango (20).

Seguidamente se explica el empleo de la realización antes descrita, que incluye segundo módulo de detección (17) y mango (20). Una vez cerrada la correa (3), empleando los primeros medios de cierre (14, 15), y habiendo conectado el elemento recuperador (7), el paciente (2) puede, agarrando el mango (20) con una o con las dos manos, accionar el dispositivo (1) para hacer ejercicios de rehabilitación tal como se ha explicado anteriormente, donde la unidad de detección de fuerza (9) registra la fuerza del elemento recuperador (7), así como la primera unidad de detección de movimiento (8) detecta el movimiento del primer módulo de detección (4). El empleo adicional del mango (20), combinado con el segundo módulo de detección (17), proporciona al paciente (2) una rehabilitación,

fundamentalmente del tren superior, en la que el segundo módulo de detección (17), por estar solidario al cuerpo de mango (21) y, por tanto, a la mano o las manos del paciente (2), por ejemplo, a la muñeca del paciente (2), permite adicionalmente detectar por separado movimientos de giro de las muñecas del paciente (2). Tal como se explicará más adelante, cuando se analizan los movimientos captados por ambos módulos de detección (4, 17), se determina si ha habido rotación de las muñecas, que en algunos ejercicios de rehabilitación es necesario y en otros es inconveniente, lo cual permite evaluar si el paciente (2) está realizando el ejercicio correctamente.

De manera preferente, el dispositivo (1) puede incluir además un accesorio (25), que permite realizar ejercicios adicionales con el tren superior. En particular, el accesorio (25) comprende dos porciones (27) huecas conectables separablemente, a través de segundos medios de cierre. Las porciones (27) presentan un primer alojamiento (28) interior para alojar la correa (3), así como un segundo alojamiento (29) y un tercer alojamiento (30), también interiores, para alojar respectivamente el primer módulo de detección (4) y el segundo módulo de detección (17), cuando la correa (3) está en el primer alojamiento (28). El accesorio (25) comprende además una primera abertura (31) exterior comunicada con el hueco (23). El segundo alojamiento (29) está configurado para permitir, a voluntad, que el enganche (6) sobresalga por la primera abertura (31) o quede dentro del hueco (23). La primera abertura (31) está configurada conjuntamente por ambas porciones (27) del accesorio (25).

De manera preferente, los segundos medios de cierre pueden estar configurados para permitir conectar las porciones (27) del accesorio (25) de acuerdo con una única orientación relativa. De acuerdo con un ejemplo preferente, los segundos medios de cierre comprenden sendos cuerpos (32) prismáticos o cilíndricos, ambos huecos, que se prolongan hacia el hueco (23) en cada una de las porciones (27). Ambos cuerpos (32) son encajables uno dentro del otro en dirección longitudinal. Para permitir encajar los cuerpos (32) en una única orientación relativa, los cuerpos (32) pueden presentar perimetralmente, en dirección longitudinal, al menos un saliente (33) y al menos una primera ranura (34) correspondientes. Por ejemplo, uno de los cuerpos (32) presenta dos primeras ranuras (34) longitudinales interiores, mientras que el otro de los cuerpos (32) presenta dos salientes (33) longitudinales exteriores, correspondientes con las primeras ranuras (34). Adicionalmente, los dos cuerpos (32) pueden presentar segundas ranuras (35) longitudinales pasantes que atraviesan todo el espesor de los cuerpos (32), así como parten de los extremos libres de los cuerpos (32), y que quedan superpuestas cuando está montada la carcasa (26), para permitir que el enganche (6) quede alojado en el interior de los cuerpos (32) cuando no sobresale por la primera abertura (31).

El accesorio (25) comprende además dos segundas aberturas (36) practicadas una en cada una de las porciones (27), a lo largo del interior de los cuerpos (32). El dispositivo (1) comprende adicionalmente al menos una barra (37), insertable a través de las segundas aberturas (36) para atravesar el accesorio (25) y permitir al paciente (2) realizar ejercicios agarrando la barra (37) con una o con las dos manos. La barra (37) y/o las segundas aberturas (36) pueden incluir medios de tope, para evitar giro y/o desplazamiento de la barra (37).

Con el enganche (6) sobresaliendo de la primera abertura (31), se puede conectar el elemento elástico (7) en el enganche, de modo que el empleo del accesorio (25) con la barra (37) permite al paciente (2) realizar ejercicios cuya fuerza y desplazamiento se pueden detectar, tal como se ha explicado anteriormente.

De manera preferente, la barra (37) comprende tramos modulares (no mostrados) conectables entre sí, por ejemplo, mediante atornillado, o roscado, para definir una barra (37) de longitudes variadas. Asimismo, la barra (37) puede sobresalir ampliamente por a lados del accesorio (25), lo cual permite al paciente (2) agarrar la barra (37) con ambas manos, una por cada lado, o puede sobresalir ampliamente solamente por un lado, de modo que solo por ese lado la barra (37) puede ser agarrada, también tanto con una única mano o con las dos manos.

La incorporación del accesorio (25) también permite, con el enganche (6) alojado en el tercer alojamiento (30) dentro del accesorio (25), realizar una calibración de las unidades de detección de movimiento (8, 19), según se explica seguidamente.

En particular, el accesorio (25) puede estar limitado exteriormente por al menos tres caras planas (39), definidas por sendas direcciones normales, donde las normales, tomadas como vectores libres, no son coplanarias. De manera preferente, tres de las normales son mutuamente perpendiculares. De manera aún más preferente, el accesorio (25) comprende seis caras planas (6) que son paralelas por parejas. Para facilitar su manipulación, el accesorio (25) puede tener vértices (40) redondeados.

Previamente a llevar a cabo la calibración anteriormente mencionada, se separan las porciones (27) que forman el accesorio (25); a continuación, se fija el primer módulo de detección (4) en el segundo alojamiento (29) y, en su caso, el segundo módulo de detección (17) en el tercer alojamiento (30), por ejemplo, disponiendo la correa (3) en el primer receptáculo (28); finalmente, se procede a conectar las dos porciones (27) para cerrar el accesorio (25). Una instrucción remota, recibida inalámbricamente, o un interruptor de calibración (no representado), localizado en la correa (3), pueden ser empleados para poner el dispositivo (1) en modo "calibración".

La calibración se lleva a cabo sobre la unidad o las unidades de detección de movimiento (8, 19), en su caso, a través de sendas calibraciones de sus sensores, por ejemplo, acelerómetro y/o giroscopio y/o magnetómetro. Para realizar la calibración, el núcleo principal (21) o el núcleo de referencia (27) comprenden una unidad de control de calibración (no mostrada) dotada de un software específico.

De manera usual, de acuerdo con lo que es conocido en el estado de la técnica, la calibración requiere de mover (generalmente girar) las unidades de detección de movimiento (8, 19) para recabar información sobre la orientación de sus ejes coordinados (X, Y, X). Ventajosamente, el uso del accesorio (25), que puede alojar en su interior la correa (3) con las unidades de detección de movimiento (8, 19), así como presenta caras las planas (39) sobre las que poder apoyarse, permite llevar a cabo la calibración de manera más sencilla y rápida, puesto que permite, de manera muy cómoda, disponer los ejes coordinados (X, Y, Z) de las unidades de medición de movimiento (8, 19) en cualquier orientación. Por ejemplo, se puede proceder a apoyar el accesorio (25) sucesivamente en cada una de sus caras planas (39), e ir haciendo que gire respecto de la normal a dicha cara plana (39), para conseguir orientar adecuadamente los ejes coordinados (X, Y, Z). Asimismo, se puede lanzar al aire el accesorio (25) de manera aleatoria, haciéndolo girar a la vez.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, el dispositivo (1) antes referido forma parte de un sistema para corregir fuerza y movimiento de la acción de un sujeto (2), particularmente de un paciente (2) en rehabilitación, según se explica seguidamente.

El paciente (2) con una lesión articular acude al médico o centro de rehabilitación, donde se realiza una valoración (diagnóstico) de la lesión. Para diagnosticar, primero se emplea al menos un medidor de movimiento (no mostrado), que recoge los movimientos de la articulación afectada. De acuerdo con la invención, se emplean dos medidores de movimiento para evaluar una articulación. Uno de los medidores de movimiento está colocado en la parte móvil de la articulación, mientras que el otro medidor de movimiento está colocado en la parte fija de la articulación, para actuar como referencia. Por ejemplo, si se pretende evaluar el codo, el sensor de movimiento que actúa como referencia se sitúa en el brazo, entre el codo y el hombro, y el otro sensor está en el antebrazo.

Unos algoritmos permiten analizar los datos de los medidores de movimiento y visualizar parámetros biométricos de la articulación.

Un médico de rehabilitación, a partir de los datos de parámetros biométricos es capaz de determinar el estado de movimiento de la articulación, que viene determinado por las capacidades (y también las limitaciones) de movimiento de la articulación, así como de determinar el grado de daño, y por tanto, diagnosticar el alcance concreto de la lesión y establecer los objetivos de rehabilitación.

Un fisioterapeuta, a partir de los parámetros biométricos, del diagnóstico de médico de rehabilitación, y empleando el dispositivo de la invención, en combinación con el elemento recuperador (7), y en cualquiera de sus variantes, en función de cuál sea la articulación afectada, ejercita la articulación y determina una terapia que comprende ejercicios de rehabilitación prescritos adaptados a las necesidades del paciente (2), así como establece los parámetros que definen los ejercicios de rehabilitación. En particular, los parámetros pueden comprender: denominación del ejercicio, descripción del ejercicio, identificación del paciente (2), una o varias posiciones (por ejemplo, una posición inicial, una posición final, y una o varias posiciones intermedias, en su caso) y valores de fuerza, tal como, por ejemplo, un rango de fuerza que se debe ejercer, lo cual determina el tipo de elemento recuperador (7) que se debe emplear. Los parámetros de los ejercicios prescritos se almacenan, formando parte de archivos de ejercicios (47), como datos en una base de datos (43), en la que también está alojado un perfil (44) del paciente (2).

Una vez determinados los ejercicios de rehabilitación y sus parámetros, el paciente (2) es sometido a una o varias sesiones de ensayo de rehabilitación, en instalaciones especializadas, en las que, bajo supervisión presencial del fisioterapeuta, el paciente (2) realiza los ejercicios que forman parte de su terapia de rehabilitación. De esta manera, el fisioterapeuta puede proporcionar un feedback presencial al paciente (2), por ejemplo, corregir los eventuales errores del paciente (2), o aclarar dudas, para definir una ejecución correcta de los ejercicios. Las sesiones de ensayo de rehabilitación pueden ser grabadas en archivos de vídeo (45), para permanecer a disposición del paciente (2) en el perfil (44) creado a tal efecto.

Los ejercicios de rehabilitación están destinados a ser realizados por el paciente (2) por su cuenta, por ejemplo, en su domicilio, aunque en general la invención permite al paciente (2) realizar los ejercicios de rehabilitación en multitud de lugares, sin necesidad de que estén acondicionados específicamente para realizar ejercicios de rehabilitación.

Cuando el paciente (2) desea realizar los ejercicios por su cuenta, se conecta en remoto desde un equipo de acceso (46), por ejemplo, un ordenador, una Tablet, un teléfono móvil, etc., por medio de, por ejemplo, Internet, a una plataforma desde la que accede a su perfil (44). Desde el perfil (44), el paciente (2) tiene acceso a los archivos de los ejercicios (47) de rehabilitación diseñados para él, así como a los archivos de vídeo (45) de las sesiones de

ensayo. El perfil (44) se encuentra en la base de datos (43), preferentemente en la Nube o, en general, en alguna ubicación en la que pueda ser actualizada por un administrador para garantizar acceso plural. Los archivos con los ejercicios (47) y con los vídeos (45) también se encuentran en la Nube preferentemente. No es necesario, aunque es posible, que los archivos estén alojados dentro del perfil (44); pueden estar preferentemente enlazados para acceder desde el perfil (44). Por ejemplo, los archivos de ejercicios (47) de todos los pacientes (2) pueden estar almacenados en un archivo general de ejercicios, de modo que el perfil (43) de cada paciente (2) enlaza solo a los ejercicios que le corresponden.

Una vez que el paciente (2) se ha conectado y se ha colocado la correa (3), y la(s) unidad(es) de medición de fuerza (5) y de movimiento (8, 19) están operativas, el paciente (2) está listo para realizar los ejercicios de rehabilitación prescritos. El paciente (2) comienza a realizar uno de los ejercicios de rehabilitación. La unidad de envío de datos (11) de la correa (3) envía inalámbricamente los datos de fuerza y desplazamiento de la acción de rehabilitación a una unidad de recepción de datos que está en el equipo de acceso (46).

Un segundo procesador (48), que forma parte del equipo de acceso (46), procesa dichos datos para generar: datos representativos de representaciones visuales esquemáticas de posiciones del paciente (2) realizando el ejercicio de rehabilitación; y datos de fuerza, que incluyen información sobre la fuerza ejercida. Las representaciones son enviadas a unos medios de visualización (49), tal como un monitor, del equipo de acceso (46), donde se muestra en tiempo real una representación esquemática del paciente (2) realizando el ejercicio de rehabilitación, es decir, portando la correa (3) y realizando los movimientos relacionados con el ejercicio de rehabilitación prescrito. El segundo procesador (48) puede formar parte del primer módulo de detección (4), en lugar de formar parte del equipo de acceso (46). En particular, el segundo procesador (48) puede ser el mismo que el primer procesador (10).

Un comparador (50), que puede estar ubicado en el equipo de acceso (46), aunque preferentemente es accesible desde el equipo de acceso (46) a través de la plataforma, recibe también, por ejemplo, por Internet, los datos generados por el segundo procesador (48) y los compara con los datos del ejercicio prescritos, para determinar si las posiciones del paciente (2) y la fuerza ejercida durante el ejercicio se corresponden de una manera predeterminada con los del ejercicio prescrito. En particular, por ejemplo, el comparador (50) verifica si la fuerza ejercida está dentro del rango de fuerza registrado en los archivos de los ejercicios, así como si las posiciones inicial, intermedia(s) y final de la acción realizada por el paciente (2) se corresponden suficientemente (de acuerdo con un criterio preestablecido) con las posiciones registradas en los archivos de los ejercicios (47) prescritos.

Si la comparación no es satisfactoria, se genera una señal de alerta (visual y/o acústica) en tiempo real a través de unos medios de alerta (51). Por ejemplo, puede emitirse un sonido de alerta, acompañado por una indicación en los medios de visualización (49) de que el ejercicio no se está realizando de manera correcta. En particular, la indicación en los medios de visualización (49) puede incluir un texto con explicaciones y/o una imagen donde se representa qué posición no se está reproduciendo adecuadamente.

Los medios de visualización (49) pueden mostrar, opcionalmente, a la vez que las posiciones del paciente (2) realizando los ejercicios, imágenes de los archivos de vídeo (45), para ayudar al paciente (2), tanto si lo está haciendo correctamente (no hay alerta), como en caso de alerta.

Los datos de fuerza y de movimiento son registrados y puestos a disposición en la base de datos, para consulta por el médico de rehabilitación y por el fisioterapeuta.

El empleo de este sistema/método proporciona al paciente (2) un feedback en tiempo real, lo que le permite que el paciente (2) realice el ejercicio con garantías de estar haciéndolo correctamente, sin necesidad de tener trato presencial con el terapeuta. Esto afecta positivamente a la rehabilitación, puesto que:

- El paciente (2) tiene más confianza en la eficacia de la rehabilitación, lo cual tiene un impacto positivo en su motivación para seguir la rehabilitación;
- El médico y el fisioterapeuta pueden disponer en remoto de la información relevante de todo el proceso de rehabilitación, sin necesidad de tratar personalmente con el paciente (2) todo el tiempo.
- A pesar de que el médico no está presencialmente (telerrehabilitación), el paciente (2) se siente seguido y cuidado de forma personalizada.
- La rehabilitación en algunas lesiones puede ser hasta un 60% más rápida.
- El hecho de verse en el vídeo ayuda al paciente (2) a realizar sus ejercicios hasta un 40% mejor que si no dispone de vídeo.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2),

- una correa (3);
- un primer módulo de detección (4), montado en la correa (3), y que comprende a vez una primera carcasa (5), que sobresale de la correa (3) y, montados en la primera carcasa (5), los siguientes elementos:
 - un enganche (6), destinado a ser conectado a un elemento recuperador (7), que ejerce una fuerza recuperadora sobre el enganche (6) cuando es accionado por el sujeto (2) al realizar el ejercicio de rehabilitación;
 - una primera unidad de detección de movimiento (8), para detectar movimiento 3D (es decir, en los tres ejes X, Y, Z);
 - una unidad de detección de fuerza (9), para detectar la fuerza ejercida por el elemento recuperador (7) sobre el enganche (6);
 - un primer procesador (10), para recibir datos de movimiento y de fuerza detectados por la primera unidad de detección de movimiento (8) y la unidad de detección de fuerza (9), respectivamente, y generar datos de fuerza aplicada por el sujeto (2) al realizar la acción y datos de dirección de movimiento;
 - una unidad de envío de datos (11), por ejemplo, de tipo Bluetooth, para enviar inalámbricamente los datos generados por el primer procesador (10); y
 - una primera batería (12), para alimentar la primera unidad de detección de movimiento (8), la unidad de detección de fuerza (9), el primer procesador (10) y la unidad de envío de datos (11); y
 - primeros medios de cierre (13, 14), para cerrar la correa (3) a una dimensión requerida;

caracterizado por que adicionalmente comprende:

- un segundo módulo de detección (17), montado en la correa (3), que comprende una segunda carcasa (18), que también sobresale de la correa (3), y en la que está alojada una segunda unidad de detección de movimiento (19), está conectada por cable, o de forma inalámbrica, con la primera unidad de detección de movimiento (8), para enviar los datos de movimiento al primer procesador (10), y que puedan ser enviados por la unidad de envío de datos (11).

2.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que comprende además un mango (20), conectable con la correa (3), y que comprende a su vez:

- un cuerpo de mango (21), y
- medios de fijación (22) para fijar la correa (3) al cuerpo de mango (21), con el segundo módulo de detección (17) solidario al cuerpo de mango (21).

3.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el cuerpo de mango (21) es hueco, comprendiendo el cuerpo de mango (21) un hueco (23) pasante longitudinalmente, para alojar un extremo de la correa (3) más cercano al segundo módulo de detección (17);

donde los medios de fijación (22) comprenden dos aletas (22) opuestas que se prolongan en el interior del hueco (23), dejando un espacio intermedio (24), que permite retener el segundo módulo de detección (17) dentro del hueco (23), solidariamente al cuerpo de mango (21).

4.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado por que comprende adicionalmente un accesorio (25) con:

- dos porciones (27) huecas conectables separablemente, a través de segundos medios de cierre;
- un primer alojamiento (28) interior, definido en las porciones (27), para alojar la correa (3);
- un segundo alojamiento (29) interior, definido en las porciones (27), para alojar el primer módulo de detección (4);
- un tercer alojamiento (30) interior, para alojar el segundo módulo de detección (17), cuando la correa (3) está en el primer alojamiento (28); y
- una primera abertura (31) exterior, configurada por ambas porciones (27), y comunicada con el hueco (23), donde el segundo alojamiento (29) está configurado para permitir, a voluntad, que el enganche (6) sobresalga por la primera abertura (31) o quede dentro del hueco (23).

5.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que los segundos medios de cierre están configurados para permitir conectar las porciones (27) del accesorio (25) de acuerdo con una única orientación relativa de las dos porciones (27).

6.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que los segundos medios de cierre comprenden sendos cuerpos (32) prismáticos o cilíndricos, ambos huecos, que se prolongan hacia el hueco (23) en cada una de las porciones (27), donde ambos cuerpos (32) son encajables uno dentro del otro en dirección longitudinal, así como los cuerpos (32) presentan perimetralmente, en dirección longitudinal, al menos un saliente (33) y al menos una primera ranura (34) correspondientes.

7.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que los dos cuerpos (32) comprenden además segundas ranuras (35) longitudinales pasantes que atraviesan todo el espesor de los cuerpos (32), así como parten de los extremos libres de los cuerpos (32), y que quedan superpuestas cuando está montada la carcasa (26), para permitir que el enganche (6) quede alojado en el interior de los cuerpos (32) cuando no sobresale por la primera abertura (31).

8.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4-7, caracterizado por que comprende adicionalmente:

- dos segundas aberturas (36) practicadas una en cada una de las porciones (27), a lo largo del interior de los cuerpos (32);
- una barra (37), insertable a través de las segundas aberturas (36) para atravesar el accesorio (25) y permitir al sujeto (2) realizar acciones agarrando la barra (37) con una o con las dos manos.

9.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que la barra (37) y/o las segundas aberturas (36) incluyen medios de tope, para evitar giro y/o desplazamiento de la barra (37).

10.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-9, caracterizado por que la barra (37) comprende tramos (38) modulares conectables entre sí para definir una barra (37) de longitudes variadas.

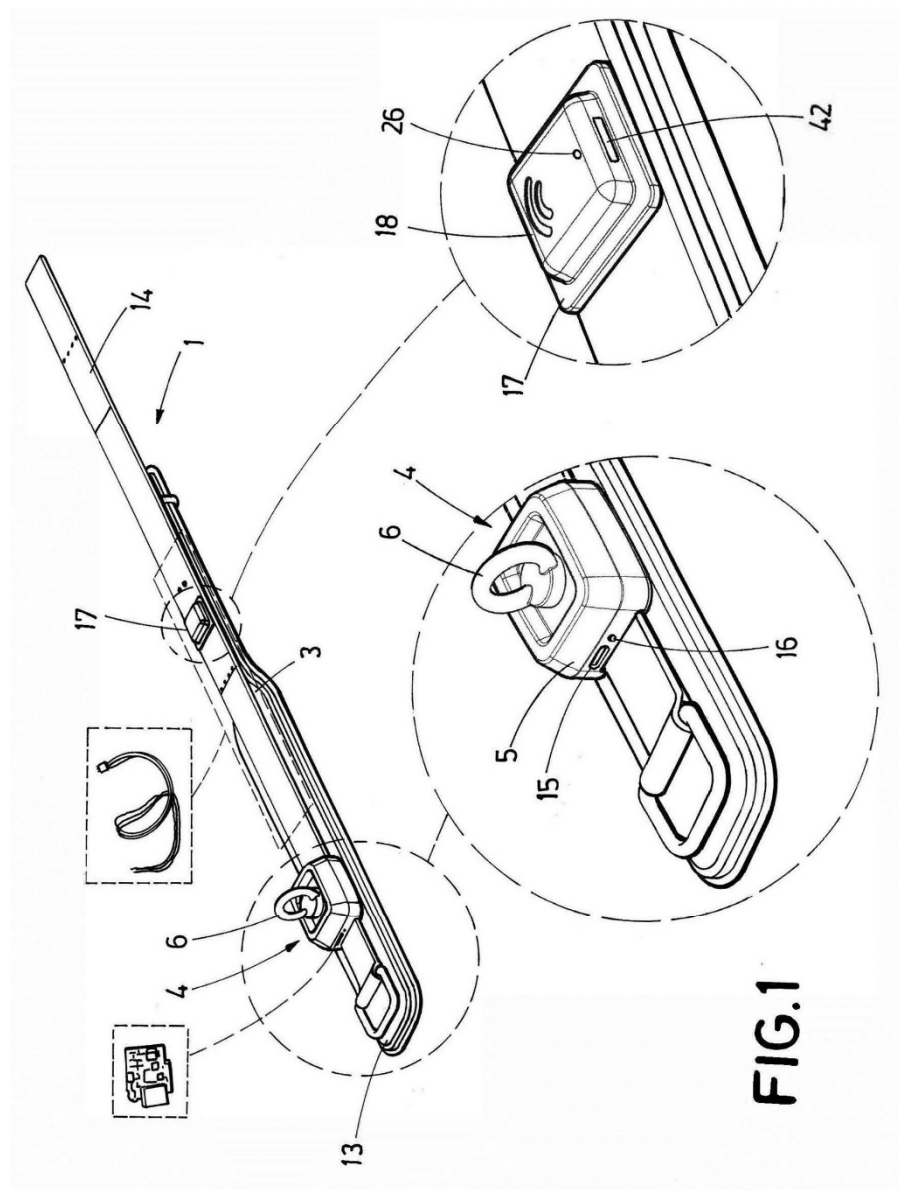
11.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4-10, caracterizado por que el accesorio (25) está limitado exteriormente por al menos tres caras planas (39), definidas por sendas direcciones normales, donde las normales, tomadas como vectores libres, no son coplanarias.

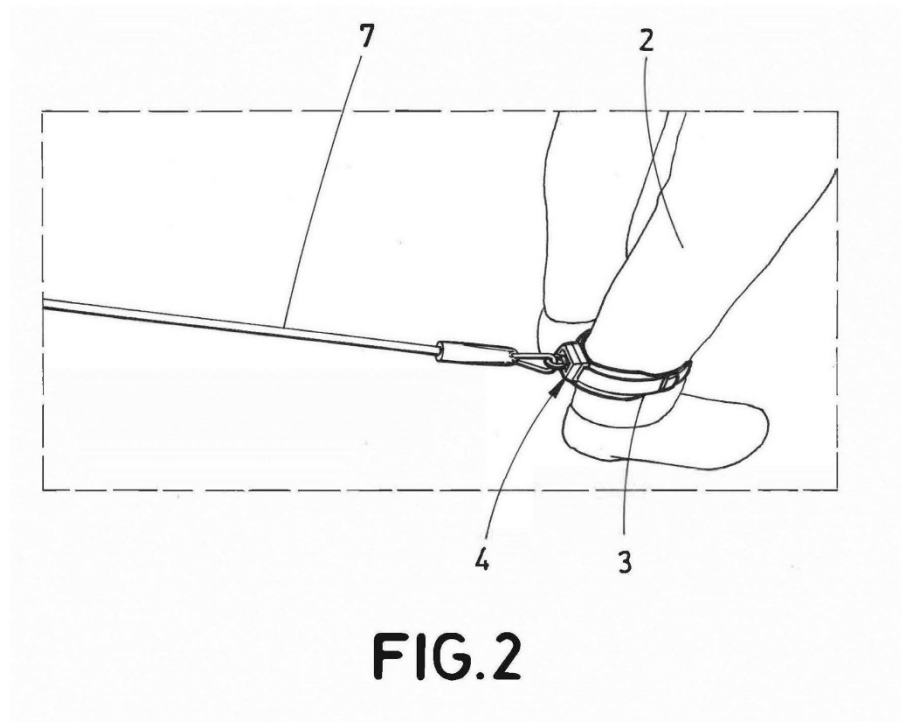
12.- Dispositivo (1) para detectar fuerza y movimiento en una acción realizada por un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que tres de las normales son mutuamente perpendiculares.

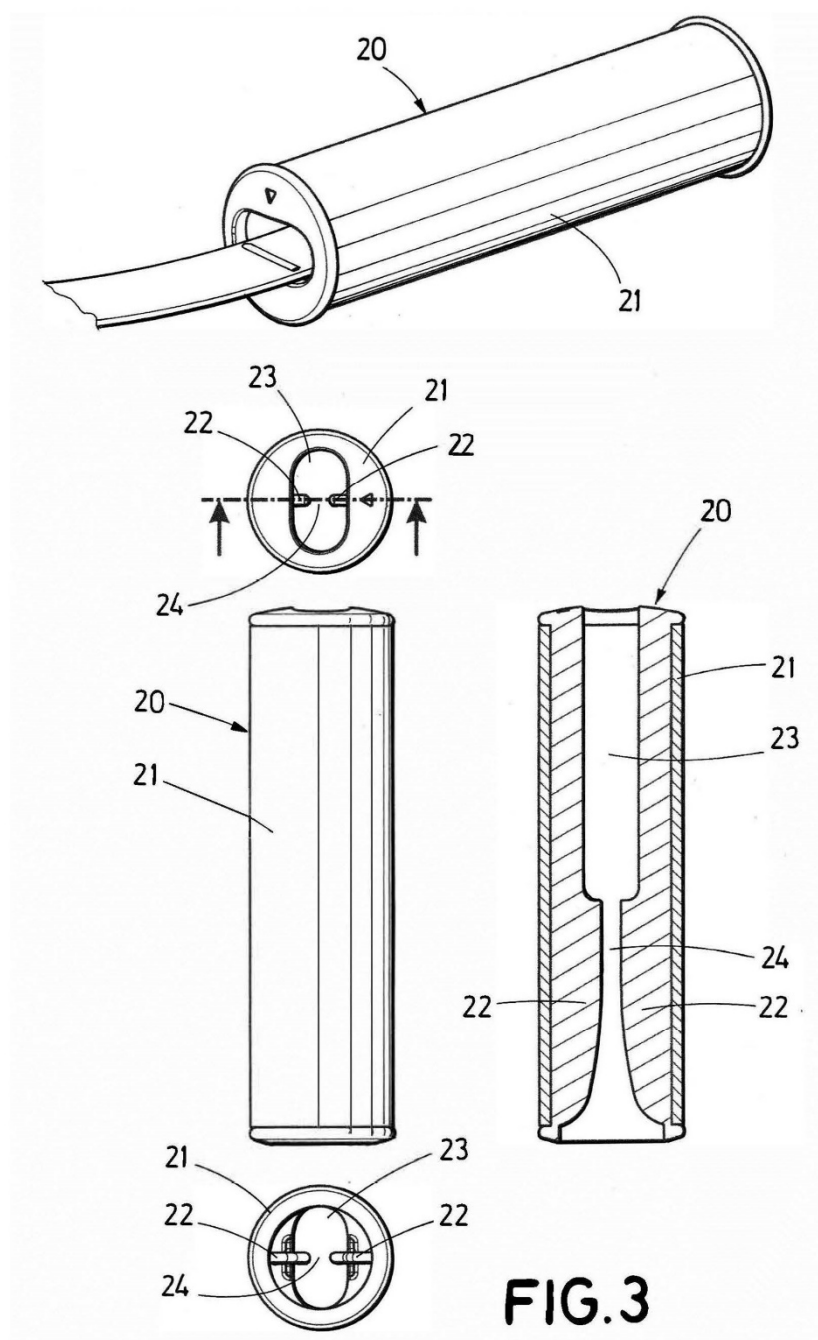
13.- Sistema para corregir el movimiento y la fuerza de la acción de un sujeto (2), que comprende el dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado por que adicionalmente comprende:

- al menos una base de datos (43), que contiene:
 - un perfil (44) personal del sujeto (2), con informaciones referidas al sujeto (2); y
 - archivos de acciones (47), que comprenden datos prescritos sobre las acciones del sujeto (2), donde los datos comprenden, para cada acción: datos sobre una o varias posiciones prescritas del sujeto (2) mientras realiza la acción; y datos sobre fuerza aplicada por el sujeto (2) durante la acción;
- equipo de acceso (46), para permitir al sujeto (2) acceder remotamente al perfil (44), y que comprenden:
 - segundo procesador (48) para recibir datos desde la unidad de envío de datos (11) y generar: datos representativos de representaciones visuales esquemáticas de posiciones del sujeto (2) realizando la acción; y datos de fuerza aplicada por el sujeto (2) mientras realiza la acción;
 - medios de visualización (49) para mostrar, en base a los datos generados por el segundo procesador (48), representaciones visuales esquemáticas del sujeto (2) realizando la acción;
 - un comparador (50), para comparar los datos prescritos de las acciones con los datos generados por el segundo procesador (48), para determinar si las posiciones del sujeto (2) y la fuerza realizando las acciones por parte del sujeto (2) mantienen una relación pre-establecida con las posiciones y la fuerza prescritas para las acciones; y
 - medios de alerta (51) para emitir una alerta en tiempo real en caso de que las posiciones del sujeto (2) y la fuerza realizando las acciones no mantengan la relación pre-establecida con las posiciones y la fuerza prescritas de las acciones.

14.- Sistema para corregir la fuerza y el movimiento de la acción de un sujeto (2), de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que la base de datos (43) comprende adicionalmente archivos de vídeo (45) con grabaciones de sesiones de ensayo, en las que el sujeto (2) realiza las acciones.







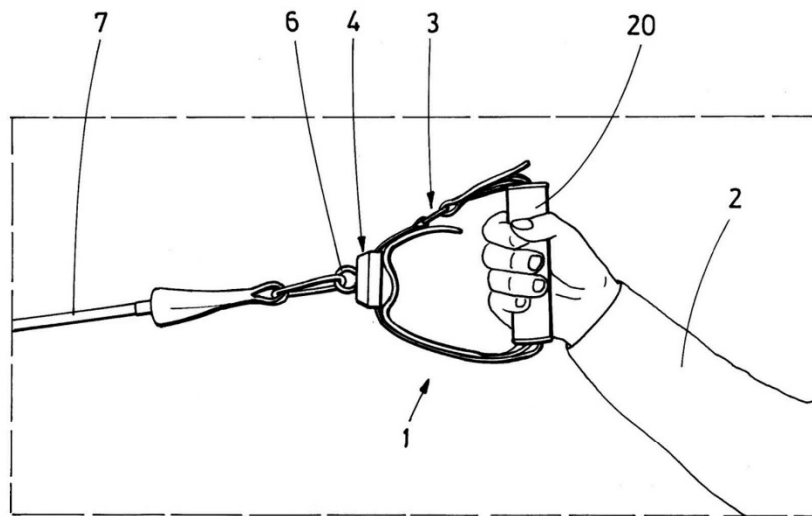


FIG.4

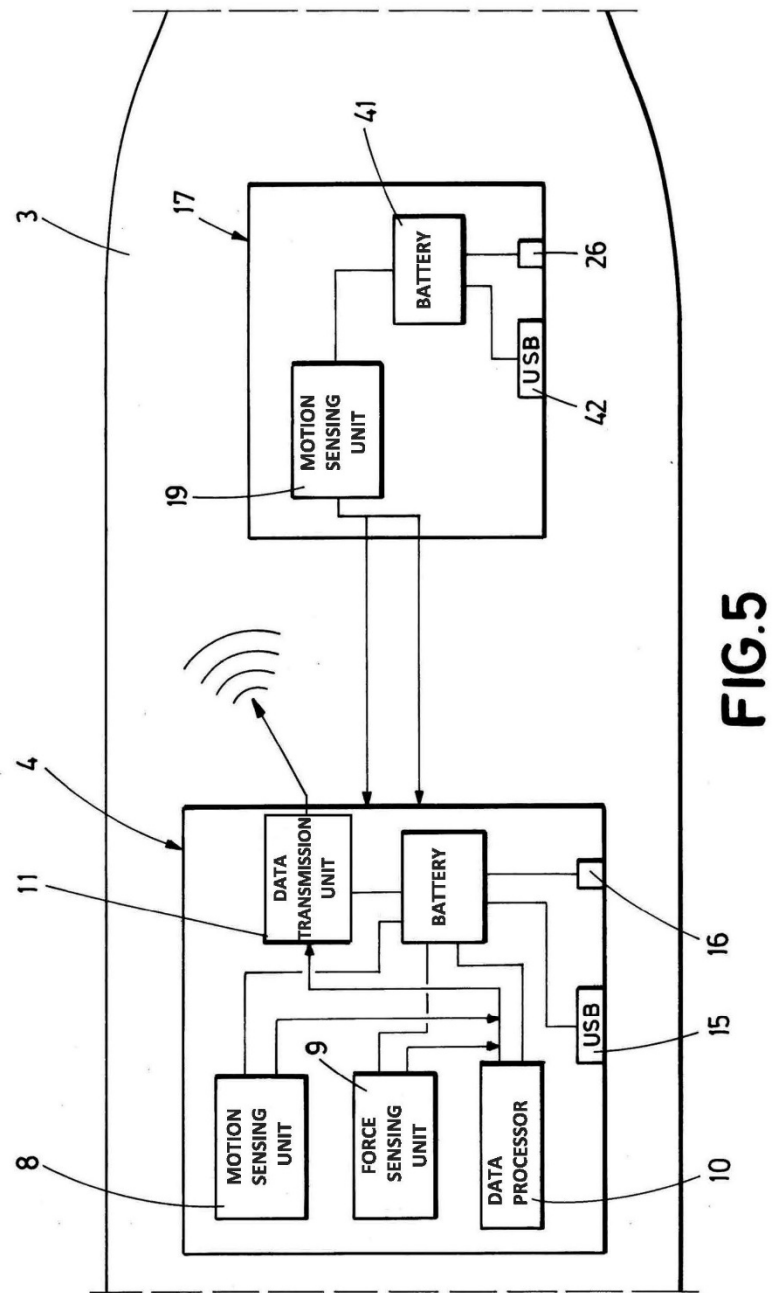


FIG.5

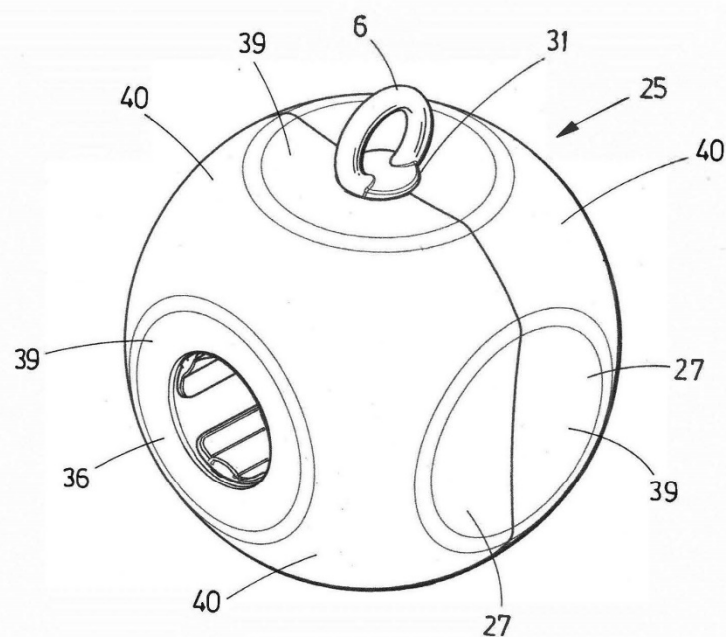


FIG. 6

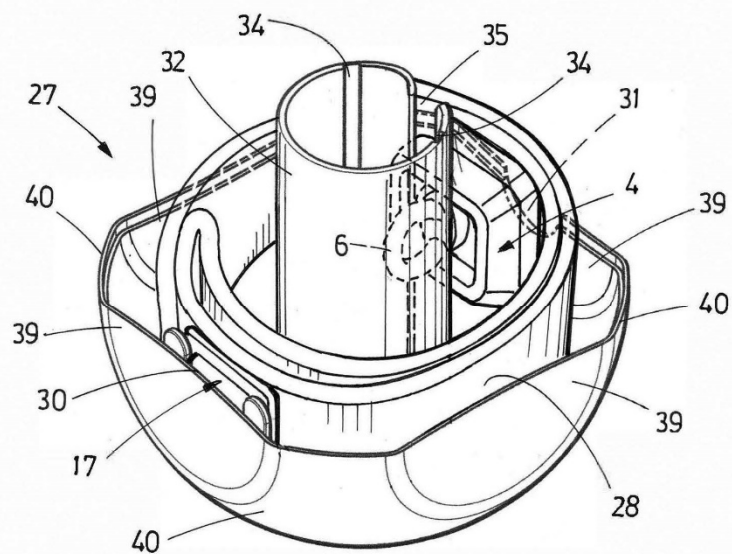


FIG. 7

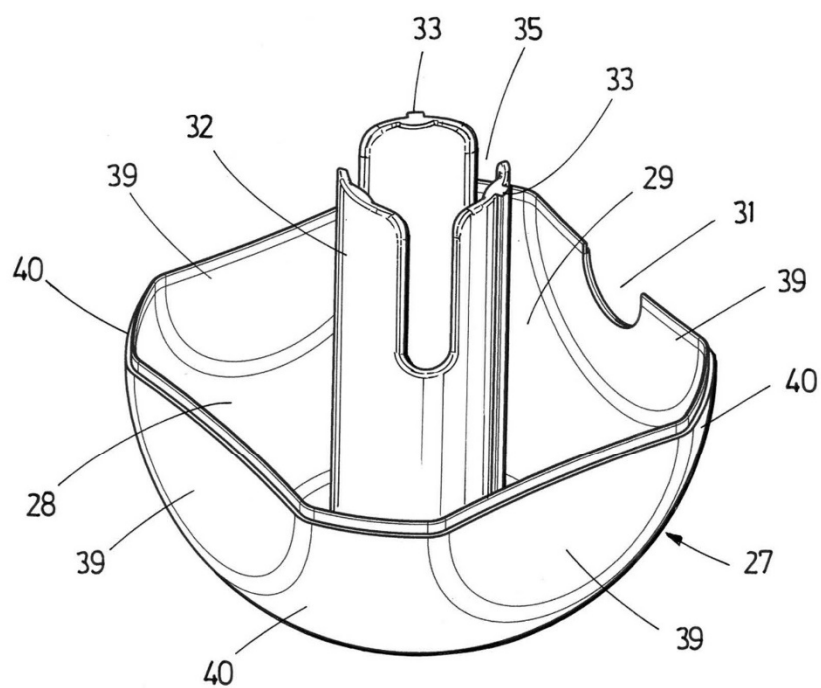


FIG. 8

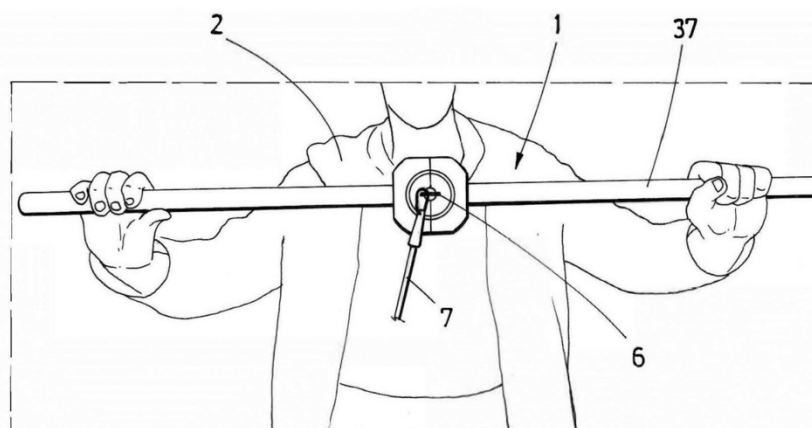


FIG.9

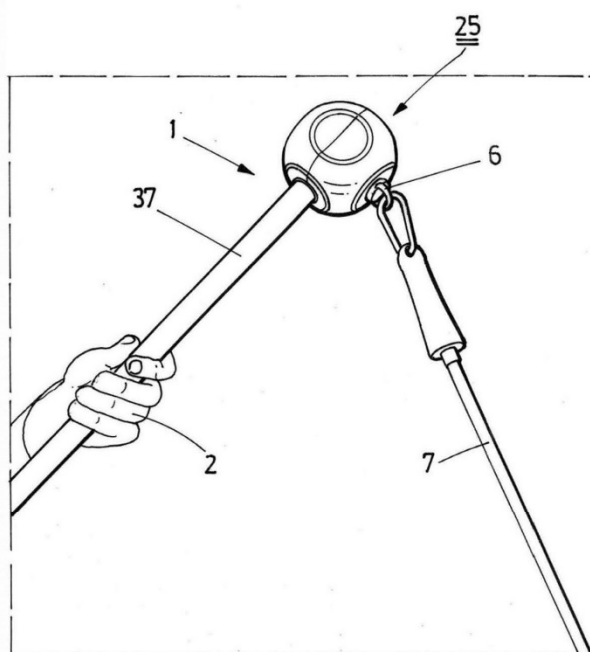


FIG.10

