

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 635**

51 Int. Cl.:

A61B 5/22 (2006.01)

A63B 21/002 (2006.01)

A63B 23/04 (2006.01)

A63B 71/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2020 PCT/CZ2020/050077**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2021 WO21068999**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2020 E 20793257 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2023 EP 4041083**

54 Título: **Método de medición de características de fuerza de una rodilla, en particular en movimiento isocinético y dispositivo para poner en práctica este método**

30 Prioridad:

10.10.2019 CZ 20190632

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

02.11.2023

73 Titular/es:

**UNIVERZITA KARLOVA (100.0%)
Ovocny trh 560/5
116 36 Praha 1, CZ**

72 Inventor/es:

**ZAHALKA, FRANTISEK;
MALY, TOMAS y
VODICKA, PAVEL**

74 Agente/Representante:

JIMENEZ URIZAR, Maria

ES 2 952 635 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

5 Método de medición de características de fuerza de una rodilla, en particular en movimiento isocinético y dispositivo para poner en práctica este método

Campo Técnico

10 **[0001]** La invención se encuentra dentro del ámbito de las tecnologías médicas y gimnásticas, específicamente dispositivos y métodos para la medición de la energía cinética y el entrenamiento de los músculos con fines deportivos o de rehabilitación.

Técnica anterior

15 **[0002]** El desarrollo de la invención se refiere al método y dispositivo descritos en el documento CZ307845, que permiten la medición de la fuerza muscular de las extremidades inferiores, a saber, músculo cuádriceps femoral, músculo sartorio, músculo bíceps femoral, músculo semitendinoso, músculo semimembranoso y músculo poplíteo, tibial, extensor largo de los dedos, extensor largo del pulgar, tríceps sural, músculo de pantorrilla largo y músculo de pantorrilla corto.

20 **[0003]** El dispositivo consta de una unidad mecánica que mide la fuerza muscular y una unidad de control que determina un movimiento isocinético predefinido. La unidad mecánica consta de una superficie de apoyo para las rodillas de la persona medida equipada con un sensor para detectar la posición angular del cuerpo de la persona medida, un brazo conectado al sensor de posición angular y al menos un dinamómetro eléctrico para medir fuerza de presión muscular. La unidad de control se compone de un sistema controlado por ordenador con firmware (soporte lógico inalterable) para analizar los datos recopilados del dinamómetro eléctrico, sensor de posición angular y equipo de imágenes que proporciona instrucciones ópticas a la persona medida de manera que esta persona mantenga un movimiento isocinético o, alternativamente, simultáneamente también un dispositivo audible para proporcionar instrucciones acústicas. El equipo de imágenes se puede montar perpendicularmente al eje de movimiento de la persona medida o en el eje de movimiento para una mejor guía sensoriomotora de la persona medida. La unidad de control también está equipada con una interfaz para transferir datos al ordenador para permitir su posterior visualización y evaluación. Los dinamómetros, el sensor de posición angular y la unidad de control pueden ser alimentados por una fuente de alimentación externa o el dispositivo puede estar equipado con su propia batería.

35 **[0004]** El método utilizado por este dispositivo se emplea de manera que la persona medida esté arrodillada con la postura erguida del tronco y los muslos de las extremidades inferiores, y la parte de pantorrilla de las extremidades inferiores perpendicular a ellos. La parte de pantorrilla de las extremidades inferiores se fija así por las rodillas en la superficie de apoyo y por los tobillos, apoyándose contra dinamómetros montados sobre ellos. La persona medida toca el brazo del sensor de posición angular en la zona de la parte superior del muslo. La medición o ejercicio comienza con el inicio de un movimiento angular de avance de la persona medida de tal manera que el ángulo de la parte del tronco y del muslo de las extremidades inferiores se abre contra la parte de la pantorrilla de las extremidades inferiores. La fuerza gravitatoria afecta tanto al tronco como a la parte de los muslos de las extremidades inferiores, orientando así esta parte del cuerpo hacia el movimiento angular de avance; la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores contrarresta esta fuerza, medida durante este movimiento por los dinamómetros, contra los cuales se apoya la persona medida por los tobillos. El brazo del captador de la posición angular copia el movimiento de la persona medida en el movimiento angular de avance; dicho movimiento, generado por la persona, empuja el brazo en la dirección y velocidad del movimiento de la persona medida. La unidad de control evalúa el avance del movimiento angular de la persona medida en base a los valores suministrados por el sensor de posición angular que supervisa el cambio en la velocidad de cambio de posición angular, y en base a estos datos la unidad de control muestra la velocidad de cambio en movimiento angular en el equipo de imagen y, al mismo tiempo, la velocidad deseada de tal manera que se mantenga en modo isocinético. Durante el movimiento, la unidad de control supervisa continuamente el mantenimiento del modo isocinético del movimiento; si se excede la desviación definida entre los valores reales y solicitados, la unidad evalúa y registra el curso de los valores de los dinamómetros y el sensor de posición angular en su interacción. Así, el proceso descrito permite medir y evaluar el curso del movimiento tanto desde el punto de demostración isocinética del movimiento como de los valores límite individuales alcanzados con respecto a la constitución física de la persona medida.

60 **[0005]** El inconveniente de un dispositivo de este tipo es que se centra en el grupo específico de músculos medidos, mientras que los datos sobre las características de fuerza de la rodilla, la contracción muscular del cuádriceps, la contracción muscular excéntrica de los extensores de la rodilla, la contracción muscular concéntrica de los extensores de la rodilla o la contracción muscular isométrica de los extensores de la rodilla no se puede obtener a partir de los resultados de dicha medición.

5 [0006] Actualmente, dicho inconveniente sólo puede superarse mediante el uso de dispositivos muy complejos, que son grandes y costosos. Dichos dispositivos incluyen, entre otros, el dispositivo descrito en el documento WO9111221, donde la medición se realiza con la persona medida en posición sentada; por lo tanto, el dispositivo debe estar equipado con un asiento grande, lo que aumenta considerablemente el peso del dispositivo y, en consecuencia, restringe su movilidad. El método de medición que utiliza dicho dispositivo requiere que la persona medida realice el ejercicio concéntrico con la contracción de la parte de pantorrilla de la extremidad inferior. Por lo tanto, tal dispositivo o similar debe estar equipado con motores eléctricos o sistema hidráulico o neumático, trabajando contra la fuerza generada por los músculos de la persona medida.

10 [0007] El objeto de esta invención es proponer un método que reduzca o elimine el inconveniente mencionado anteriormente manteniendo la simplicidad y el autoservicio solicitados del dispositivo, en el que se empleará dicho método.

15 **Resumen de la invención**

20 [0008] El objeto de la invención es el método de medición de las características de fuerza de la rodilla mediante un dispositivo que permite la recopilación de datos sobre la contracción muscular del cuádriceps, la contracción muscular excéntrica de los extensores de la rodilla, la contracción muscular concéntrica de los extensores de la rodilla o la contracción muscular isométrica de los extensores de la rodilla.

25 [0009] Este método se aplica en sub-etapas, cuando la parte trasera de las pantorrillas de la persona medida en posición erguida se apoya contra dinamómetros montados estáticamente, con la parte trasera de los muslos apoyada contra el brazo móvil; luego, la persona medida comienza una transición a la posición sentada, influyendo así en el brazo móvil, que - mediante el sensor conectado de posición angular del brazo móvil - controla la velocidad de cambio de posición angular del brazo móvil y, además, influye en los dinamómetros que miden la fuerza que la persona medida genera individualmente para cada extremidad inferior, mientras que el sensor de posición angular del brazo y los dinamómetros transmiten la información recopilada a la unidad de control, que evalúa la velocidad de cambio en posición angular del brazo móvil e informa a la persona medida sobre la velocidad real y requerida de cambio de posición angular del brazo móvil en el equipo de imagen de manera que la persona medida ajustará la velocidad de transición desde la postura erguida a la posición sentada a la velocidad requerida.

35 [0010] Es ventajoso realizar la medición o el ejercicio realizado de esta manera en el modo isocinético, ya que el modo isocinético es el movimiento de los músculos en la vecindad de su punto máximo durante todo el alcance del movimiento en la articulación y permite la contracción completa en cada punto del alcance de movimiento. Especialmente para el ejercicio, es esencial que el movimiento isocinético signifique una carga máxima de los músculos activos en el curso de todo el alcance del movimiento y permita hacer un trabajo de los músculos significativamente más intenso en comparación con el entrenamiento regular de fuerza, ya que la fuerza muscular no es constante en el curso del movimiento.

40 [0011] Por lo tanto, dicho método permite medir o ejercitar y evaluar el curso del movimiento de la persona medida desde el punto de demostración isocinética del movimiento y, al mismo tiempo, también desde el punto de valores límite individuales alcanzados respecto a la constitución física de la persona medida.

45 [0012] A diferencia del estado de la técnica, es decir, métodos de medición de las características de fuerza de la rodilla, la invención se diferencia especialmente en la diferente posición del cuerpo de la persona medida, que no está en la posición sentada con la posición fija del tronco y la parte del muslo de la extremidad inferior que produce el movimiento solo con la parte de la pantorrilla de la extremidad inferior, sino que tiene la parte fija de la pantorrilla de la extremidad inferior, que se apoya contra los dinamómetros y hace el ejercicio mediante el movimiento de la parte del muslo de la extremidad inferior, donde los músculos de las extremidades inferiores generan presión contra la fuerza gravitacional existente.

50 [0013] El dispositivo utilizado para la implementación del método descrito comprende la unidad mecánica que mide la fuerza muscular y la unidad de control que determina el movimiento isocinético predefinido. El conjunto mecánico está formado por el bastidor, al que se fija el brazo móvil, que se fija al bastidor en su punto inferior de forma que permite su giro alrededor del eje en este punto inferior. El sensor de posición angular, que lee datos sobre la posición real del brazo móvil, está unido al brazo móvil en el eje de su rotación. Además, se fijan al bastidor dinamómetros con las superficies de apoyo situadas en posición horizontal para las pantorrillas de la persona medida. La unidad de control se compone del sistema controlado por ordenador con firmware para analizar los datos obtenidos de los dinamómetros eléctricos, el sensor de posición angular y además incluye el equipo de imagen que proporciona instrucciones ópticas a la persona medida de manera que esta persona mantenga o adopte su movimiento al escenario predefinido de medición o ejercicio, en particular movimiento isocinético. El equipo de formación de imágenes se fija perpendicularmente al eje de movimiento de la persona medida para una mejor guía sensoriomotora de la persona medida. La unidad de control

también está equipada con la interfaz para transferir datos al ordenador para permitir su posterior visualización y evaluación.

5 **[0014]** Preferiblemente, el dispositivo puede completarse con la superficie de apoyo unida al bastidor, con otro brazo móvil, al que se conecta otro sensor de posición angular, mientras que dicho sensor de posición angular está conectado con la unidad de control. Los dinamómetros con superficies de apoyo, en el punto de su conexión al bastidor, rotarán de la posición horizontal a la vertical, de modo que la persona medida se apoyaría en estas superficies de apoyo en posición sentada con los muslos o los tobillos. La persona medida comienza la medición o el ejercicio con la postura erguida tanto del tronco como de los muslos de las extremidades inferiores y la parte de pantorrilla de las extremidades inferiores perpendicular a ellos. La parte de la pantorrilla de las extremidades inferiores se fija así por las rodillas en la superficie de apoyo y por los tobillos, apoyándose contra los dinamómetros montados sobre ellos. La persona medida toca el brazo del sensor de posición angular en la zona de la parte superior del muslo. La medición o ejercicio comienza con el inicio del movimiento angular de avance de la persona medida de tal manera que el ángulo del tronco y de la parte del muslo de las extremidades inferiores se abre contra la parte de la pantorrilla de las extremidades inferiores. La fuerza gravitatoria afecta tanto al tronco como a la parte de los muslos de las extremidades inferiores, orientando así esta parte del cuerpo hacia el movimiento angular de avance; la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores contrarresta esta fuerza y se mide en este movimiento por los dinamómetros, contra los cuales se apoya la persona medida por los tobillos.

20 **[0015]** En esta configuración, el dispositivo permite medir o ejercitar otros músculos de las extremidades inferiores, a saber, músculo cuádriceps femoral, músculo sartorio, músculo bíceps femoral, músculo semitendinoso, músculo semimembranoso y músculo poplíteo, tibial, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo, tríceps sural, músculo de la pantorrilla largo y músculo de la pantorrilla corto.

25 **Breve Descripción de los Dibujos**

[0016]

Fig.1

30 [Fig.1] representa a la persona medida en la posición antes y después del inicio del método de medición según el Ejemplo 1 con la ayuda del dispositivo según el Ejemplo 2.

Fig.2

[Fig.2] muestra una vista axonométrica del dispositivo en la configuración según el Ejemplo 2.

Fig.3

35 [Fig.3] muestra una vista axonométrica del dispositivo en la configuración según el Ejemplo 3.

Descripción de Realizaciones

40 **Ejemplo 1**

[0017] El método de medición de las características de fuerza de la rodilla utilizando el dispositivo según el Ejemplo 2.

[0018] Este método se realiza en sub-etapas donde:

- 45
- 1) la persona medida en posición erguida se apoya con la parte trasera de las pantorrillas contra dinamómetros montados estáticamente con las superficies de apoyo (3);
 - 2) posteriormente, la persona medida se apoya contra el brazo móvil (2) con la parte posterior de los muslos;
 - 3) posteriormente, la persona medida inicia una transición a la posición sentada;
 - 4) por el cambio de su posición, la persona medida influye, con la parte posterior de sus muslos o glúteos, en el brazo móvil (2) de tal manera que la posición angular del brazo móvil (2) cambia girando alrededor del eje en el punto inferior del brazo móvil;
 - 5) simultáneamente con el cambio de su posición, la persona medida con la parte trasera de las pantorrillas actúa sobre dinamómetros con las superficies de apoyo (3), contra las cuales la persona medida se apoya durante el movimiento para cambiar de posición;
 - 6) el cambio de posición del brazo móvil (2) es controlado por el sensor de posición angular (21) del brazo móvil (2), conectado al eje del punto inferior del brazo móvil (2), controlando la velocidad de cambio en la posición angular del brazo móvil (2), y transmite datos sobre el cambio en la posición angular del brazo móvil, particularmente la posición real del brazo móvil (2) y la velocidad de cambio en la posición angular del brazo móvil (2), a la unidad de control, registrando dichos datos;
 - 7) la fuerza generada por la parte trasera de las pantorrillas de la persona medida que actúa sobre los dinamómetros con las superficies de apoyo (3), es leída por estos dinamómetros y los datos sobre la fuerza y
- 60

su cambio en el tiempo, que la persona medida produce en los dinamómetros con las superficies de apoyo (3), se transmite a la unidad de control, registrando dichos datos;

8) el equipo de imagen (4) informa a la persona medida sobre la velocidad real de cambio en la posición angular del brazo móvil y del cambio solicitado en la velocidad de la posición angular de manera que la persona medida ajusta la velocidad de movimiento.

Ejemplo 2

[0019] Descripción de las realizaciones preferidas del dispositivo según la invención en la opción de base para la implementación del método descrito en el Ejemplo 1.

[0020] Tal dispositivo consta del bastidor (1) con brazo móvil conectado montado verticalmente (2). Este brazo móvil (2) se monta en el bastidor (1) en su punto inferior para su giro alrededor del eje situado en este punto inferior. El sensor (21) de posición angular para registrar datos sobre la posición real del brazo móvil está conectado al brazo móvil (2) en el eje de su rotación. Los dinamómetros con las superficies de apoyo (3) montadas en la posición vertical para las pantorrillas de la persona medida se fijan al bastidor (1).

[0021] El dispositivo también está equipado con una unidad de control que está conectada al sensor de posición angular (21) y a los dinamómetros con las superficies de apoyo (3). La unidad de control consta de un sistema controlado por ordenador con firmware para analizar los datos recopilados de los dinamómetros (3) y del sensor (2) de posición angular, y además el equipo de visualización (4) para mostrar instrucciones ópticas a la persona medida para mantener o modificar el movimiento realizado. El equipo de visualización (4) se coloca perpendicularmente al eje de movimiento de la persona medida de manera que el equipo de visualización (4) se encuentre en el campo visual de la persona medida. Además, la unidad de control está equipada con la interfaz para transferir datos a la computadora para su posterior visualización y evaluación.

Ejemplo 3

[0022] Descripción de las realizaciones preferidas del dispositivo en la variante combinada que incluye, además del dispositivo descrito en el ejemplo 2, también componentes que permiten medir la fuerza de otros músculos de las extremidades inferiores.

[0023] Dicho dispositivo comprende el bastidor (1), al cual se conecta el brazo móvil (2), conectado al bastidor (1) en su punto inferior para su rotación alrededor del eje ubicado en este punto inferior. El sensor (21) de posición angular para registrar datos sobre la posición real del brazo móvil está conectado al brazo móvil (2) en el eje de su rotación. La superficie de apoyo (5) para las rodillas también está conectada al bastidor (1); el brazo móvil (51) con el sensor de posición angular (52) está conectado a la superficie de apoyo para las rodillas (5). Los dinamómetros con las superficies de apoyo (3) están conectados al bastidor (1) en el pivote para cambiar su posición desde la vertical, para empujar con las pantorrillas de la persona medida de pie, a la horizontal, para empujar con los tobillos de la persona medida arrodillada.

[0024] El dispositivo también está equipado con la unidad de control, que está conectada al sensor (21) de posición angular, al sensor (52) de posición angular y a los dinamómetros. La unidad de control se compone del sistema controlado por ordenador con firmware para analizar los datos tomados de los dinamómetros y el sensor (21) de posición angular o el sensor (52) de posición angular y, además, el equipo de visualización (4) para visualizar instrucciones ópticas a la persona medida para que mantenga o modifique el movimiento realizado. El equipo de visualización (4) se coloca perpendicularmente al eje de movimiento de la persona medida de manera que el equipo de visualización (4) se encuentre en el campo visual de la persona medida. Además, la unidad de control está equipada con la interfaz para transferir datos al ordenador para su posterior visualización y evaluación.

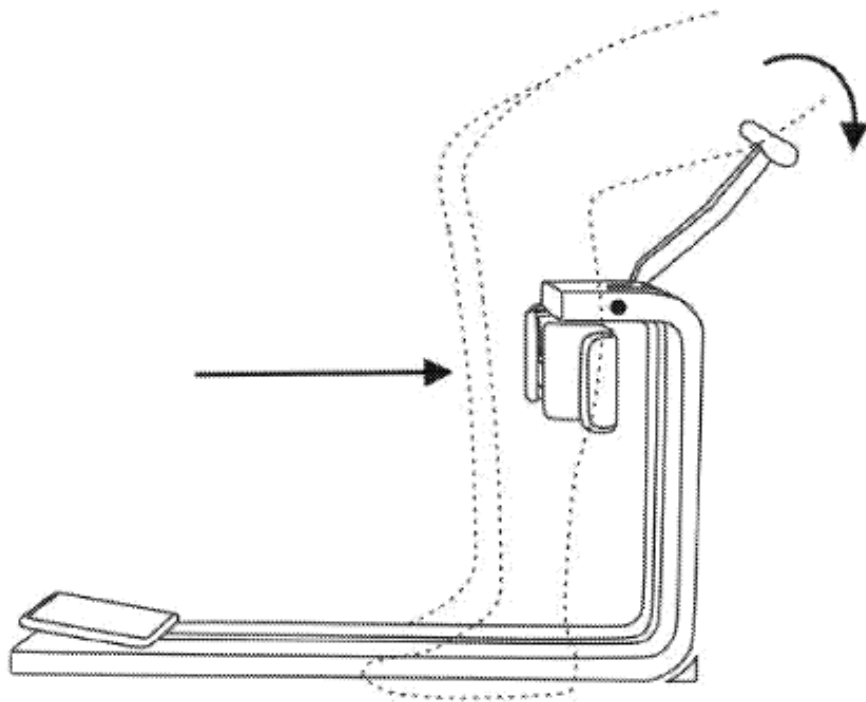
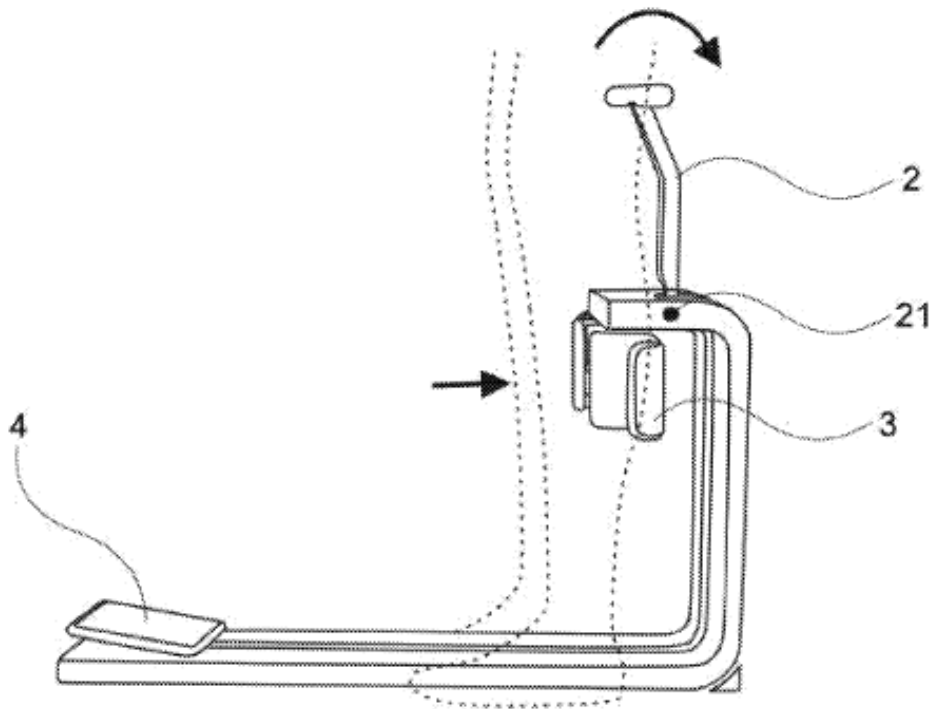
Aplicabilidad Industrial

[0025] El método de medición de las características de fuerza de la rodilla y el dispositivo para la implementación de este método se aplican principalmente con fines de diagnóstico o entrenamiento, concretamente para deportistas o pacientes convalecientes.

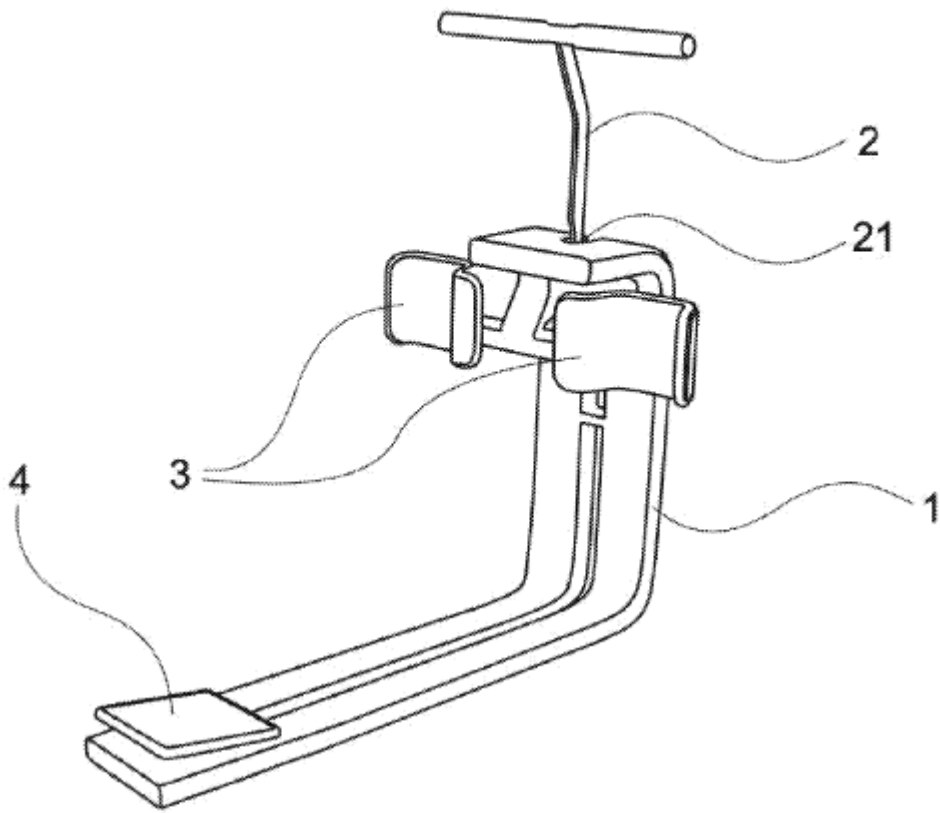
REIVINDICACIONES

- 5 1. El método de medición de las características de la fuerza de la rodilla, en particular en movimiento isocinético, **caracterizado porque** la persona medida en posición erguida se apoya con la parte trasera de sus pantorrillas contra dinamómetros con superficies de apoyo (3) montados verticalmente y se apoya con la parte trasera de sus muslos contra un brazo móvil (2) e inicia la transición de la posición erguida a la posición sentada, actuando así sobre el brazo móvil (2), que controla la velocidad de cambio en la posición angular del brazo móvil (2) mediante un sensor conectado (21) de posición angular y actuando simultáneamente sobre los dinamómetros con las superficies de apoyo (3), que miden la fuerza generada por la persona medida individualmente para cada extremidad inferior mientras que el sensor (21) de posición angular y los dinamómetros transmiten los datos recogidos a una unidad de control, que evalúa la velocidad de cambio en posición angular del brazo móvil (2) e informa a la persona medida en el equipo de visualización (4) sobre la velocidad real y la velocidad requerida de cambio de posición angular del brazo móvil (2) de manera que la persona medida ajuste la velocidad real a la velocidad de transición requerida desde la posición erguida a la posición sentada.
- 10
- 15
- 20 2. Dispositivo para la medición de las características de fuerza de la rodilla, que comprende un bastidor (1) con un brazo móvil (2) al que se conecta un sensor (21) de posición angular, dinamómetros con superficies de apoyo (3), una unidad de control a la que se conectan los dinamómetros y el sensor de posición angular, y un equipo de visualización (4) para mostrar una velocidad real y una velocidad requerida de cambio en la posición angular del brazo móvil (2) a una persona medida, donde el brazo móvil (2) está unido al bastidor (1) en su punto inferior para la rotación alrededor del eje en este punto inferior, el sensor (21) de posición angular está conectado al brazo móvil (2) en el eje de su rotación para el registro de datos sobre la posición real del brazo móvil (2), **caracterizado porque** el brazo móvil (2) se coloca verticalmente al menos a la altura de los muslos de la persona medida y hasta la altura de las nalgas de la persona medida de tal manera que la persona medida en una postura erguida puede apoyarse con la parte posterior de los muslos contra el brazo móvil (2) y los dinamómetros con las superficies de apoyo (3) ubicadas en posición vertical están conectados al marco (1) de tal manera que la persona medida en la postura erguida es capaz de apoyarse con la parte trasera de sus pantorrillas contra los dinamómetros con las superficies de apoyo (3).
- 25
- 30
- 35 3. Dispositivo según la reivindicación 2 **caracterizado porque** el dispositivo está además equipado con una superficie de apoyo (5) para las rodillas de la persona medida, a la que se conecta un brazo móvil (51) con un sensor (52) de posición angular, mientras que los dinamómetros con las superficies de apoyo (3) están conectados al bastidor por un pivote giratorio para cambiar de posición de vertical a horizontal.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

