

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 024**

51 Int. Cl.:

G16H 50/20 (2008.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/103 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2011 PCT/CA2011/000514**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.11.2011 WO11137515**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2011 E 11777049 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 2566383**

54 Título: **Ayuda a la evaluación y diagnóstico de una patología de la articulación de la rodilla**

30 Prioridad:

03.05.2010 US 772701

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

17.11.2020

73 Titular/es:

**EMOVI INC. (100.0%)
180 Peel Street
Montreal, Québec H3C 2G7, CA**

72 Inventor/es:

**MEZGHANI, NEILA;
DE GUISE, JACQUES;
GRIMARD, GUY;
BAILLARGEON, DAVID;
OUAKRIM, YOUSSEF;
PARENT, GÉRALD;
FUENTES, ALEXANDRE;
LAVIGNE, PATRICK y
RANGER, PIERRE**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 794 024 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

Ayuda a la evaluación y diagnóstico de una patología de la articulación de la rodilla

5 REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de Patente US12/772,701 de fecha 3 de mayo de 2010.

10 SECTOR TÉCNICO

Esta descripción se refiere al sector de los procedimientos y aparatos para el análisis del movimiento de la articulación de la rodilla. Más concretamente, esta descripción se refiere a aparatos y procedimientos para la evaluación de las patologías y lesiones de la articulación de la rodilla basados en datos cinemáticos.

15 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Los estudios han demostrado que los trastornos músculoesqueléticos representan los segundos costes más importantes relacionados con la salud en casi todos los países industrializados, inmediatamente por detrás de las enfermedades cardiovasculares y por delante del cáncer y de las enfermedades neurológicas. Por trastornos músculoesqueléticos se pretende referir a enfermedades del cartílago, hueso, músculo, ligamentos y tendones. Con el actual incremento progresivo de la esperanza de vida, los problemas músculoesqueléticos se han convertido en más frecuentes en la población, dando lugar a un incremento en el número de tratamientos farmacológicos y de dispositivos terapéuticos disponibles. Con la aparición de nuevas modalidades de tratamiento vino el desarrollo de nuevos instrumentos para la detección, la evaluación y el seguimiento de las lesiones y patologías de la articulación de la rodilla.

La rodilla es una articulación extremadamente compleja que necesita una gama de movimientos tridimensionales perfectamente acoplados para un funcionamiento correcto. De este modo, las funciones de la articulación de la rodilla son evaluadas mejor mediante el análisis de sus componentes tridimensionales, utilizando un planteamiento funcional cuantificado que refleja los movimientos de los huesos de la articulación de la rodilla en uno de los tres planos dimensionales.

Los procedimientos actuales implican la utilización de exámenes radiológicos (tales como rayos X, MRI (resonancia magnética) y escaneos por CT (tomografía computarizada)). Sin embargo, dichos exámenes habitualmente siguen siendo limitados en lo que se refiere a su capacidad para evaluar diversos aspectos funcionales de la articulación de la rodilla, y normalmente no pueden ser realizados mientras la articulación de la rodilla está en movimiento (es decir, son estáticos por naturaleza).

Otros procedimientos existentes utilizados para evaluar el funcionamiento de las articulaciones de la rodilla implican habitualmente una toma de imágenes estáticas combinada con pruebas manuales (laxitud de los ligamentos). Dado que estas pruebas se basan en pruebas manuales y la conformidad del paciente, se consideran contaminadas por tener un cierto grado de subjetividad.

Algunos de los procedimientos existentes permiten la cuantificación del movimiento anteroposterior de la tibia con respecto al fémur (tales como el KT-1000). Sin embargo, estos procedimientos no permiten una evaluación precisa y fiable de la articulación de la rodilla ya que normalmente están limitados a realizar una evaluación estática de un movimiento de traslación. Normalmente, dichos procedimientos no son adecuados para llevar a cabo la evolución cuando un movimiento está siendo realizado por la articulación de la rodilla.

Existe, por tanto, la necesidad de un aparato y un procedimiento mejorados para evaluar el funcionamiento de la articulación de la rodilla y sus trastornos y patologías, que aborde los inconvenientes asociados con la técnica anterior o, por lo menos, que proporcione una alternativa útil.

La descripción de los siguientes documentos es importante para comprender el estado de la técnica anterior: Patente US2009/198155 (A1), Patente EP1880694 (A1); junto con el documento de Jefferson J. et al.: "Biomechanical assessment of unicompartmental knee arthroplasty, total condylar arthroplasty and tibial osteotomy", CLINICAL BIOMECHANICS, BUTTERWORTH SCIENTIFIC LTD., GUILDFORD, GB, vol. 4, n.º 4, 1 de noviembre de 1989 (1989-11-01), páginas 232-242; junto con Li et al.: "An integrated procedure to assess knee-joint kinematics and kinetics during gait using an optoelectric system and standardized X-rays", JOURNAL OF BIOMEDICAL ENGINEERING, BUTTERWORTH, GUILDFORD, GB, vol. 15, n.º 5, 1 de septiembre de 1993 (1993-09-01), páginas 392-400.

65 CARACTERÍSTICAS

Según una realización, se da a conocer un procedimiento para identificar y caracterizar un problema de una articulación de la rodilla. De acuerdo con una realización, el procedimiento comprende recibir datos biomecánicos

- 5 procedentes de sensores y generar un perfil biomecánico basado en los datos biomecánicos, siendo los datos biomecánicos representativos de un movimiento de la articulación de la rodilla. El procedimiento implica asimismo, en un dispositivo de procesamiento, clasificar el perfil biomecánico de la articulación de la rodilla en una de las múltiples clases de los problemas de la articulación de la rodilla mediante la aplicación de una técnica de reconocimiento de patrones implementada mediante ordenador a un perfil biomecánico normativo asociado a una de las múltiples clases, correspondiendo cada una de las múltiples clases, por lo menos, a un problema de la articulación de la rodilla; en base a la clasificación, identificar el problema como que comprende, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla de una de las múltiples clases; y archivar el problema identificado en un dispositivo de almacenamiento para hacer que el problema pueda ser accesible durante la consulta.
- 10 Según una realización, el perfil biomecánico es un perfil biomecánico continuo, basado en los datos biomecánicos, comprendiendo el perfil biomecánico continuo una curva continua representativa de los datos biomecánicos de la articulación de la rodilla en función del porcentaje de los ciclos completos del movimiento de la articulación de la rodilla, en los que cada entrada representa un porcentaje de completación del ciclo completo del movimiento de la articulación de la rodilla.
- 15 Según una realización, las salidas representan uno de: - un grado de extensión-flexión de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla; - un grado de abducción-aducción de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla; y - un grado de rotación interna-externa de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla.
- 20 Según una realización, las salidas representan uno de: - una fuerza de reacción del suelo vertical ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla; - una fuerza de reacción del suelo medial/lateral ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla; y - una fuerza de reacción del suelo posterior/anterior ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla.
- 25 Según una realización, la clasificación comprende clasificar el perfil biomecánico continuo de la articulación de la rodilla.
- 30 Según otra realización, la clasificación comprende comparar el perfil biomecánico con el conjunto de perfiles biomecánicos normativos.
- 35 Según otra realización, la recepción comprende recibir los datos biomecánicos a medida que la articulación de la rodilla realiza el movimiento.
- 40 Según otra realización, la generación del perfil biomecánico comprende cuantificar una función de la articulación de la rodilla con respecto al tiempo transcurrido durante el movimiento.
- Según otra realización, la técnica de reconocimiento de patrones comprende, por lo menos, una de: una red neural, una técnica de clasificación del vecino más próximo, una técnica de proyección y una técnica de árbol de decisiones.
- 45 Según otra realización, el procedimiento comprende, además, comparar el perfil biomecánico con un perfil biomecánico anterior generado para la misma articulación de la rodilla en un momento anterior; y cuantificar, por lo menos, uno de: una progresión del problema y un efecto de un tratamiento realizado en la articulación de la rodilla, basado en la clasificación.
- 50 Según otra realización, la recepción de los datos biomecánicos comprende recibir, por lo menos, uno de datos cinemáticos; datos cinéticos y datos de las fuerzas de reacción del suelo.
- Según otra realización, cada una de las múltiples clases es indicativa, por lo menos, de uno de: una lesión de la articulación de la rodilla; una patología de la articulación de la rodilla; una clase de patologías de la articulación de la rodilla y una clase de lesiones de la articulación de la rodilla.
- 55 Según otra realización, la identificación comprende identificar el problema como que comprende, por lo menos, dos problemas de la articulación de la rodilla, estando asociada una de las múltiples clases, por lo menos, a dos problemas de la articulación de la rodilla.
- 60 Según otra realización, el procedimiento comprende, además, clasificar, por lo menos, los dos problemas de la articulación de la rodilla en base al nivel de gravedad respectivo de, por lo menos, cada uno de los dos problemas de la articulación de la rodilla.
- 65 Según otra realización, la clasificación comprende determinar el grado de similitud entre el perfil biomecánico y, por lo menos, uno del conjunto de perfiles biomecánicos normativos.

5 Según otra realización, el procedimiento comprende, además, por lo menos, uno de: generar un informe que incluye una identificación del problema, y presentar el informe con la identificación del problema, comprendiendo la identificación, por lo menos, uno de: un nombre para, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla, el grado de similitud y el perfil biomecánico con una indicación de una zona problemática asociada, por lo menos, con un problema de la articulación de la rodilla.

10 Según otra realización, el procedimiento comprende, además, generar una recomendación basada en un tratamiento establecido previamente, asociado al, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla.

15 Según otra realización, se da a conocer un aparato para identificar y caracterizar un problema de la articulación de la rodilla. El aparato comprende: sensores para ser unidos a una articulación de la rodilla, los sensores para recoger datos biomecánicos representativos de un movimiento de una articulación de la rodilla; un procesador en comunicación con los sensores; y un dispositivo de memoria al que puede acceder el procesador. El dispositivo de memoria almacena instrucciones para su recuperación por el procesador para implementar el procesador para: recibir los datos biomecánicos de los sensores; generar un perfil biomecánico basado en los datos biomecánicos; clasificar el perfil biomecánico de la articulación de la rodilla en una de las múltiples clases de problemas de la articulación de la rodilla mediante la aplicación de una técnica de reconocimiento de patrones implementada mediante ordenador a un conjunto de perfiles biomecánicos normativos asociados a las múltiples clases, correspondiendo cada una de las múltiples clases, por lo menos, a un problema de la articulación de la rodilla; en base a la clasificación, identificar el problema como comprendiendo el, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla de una de las múltiples clases; y archivar el problema identificado para permitir la recuperación del problema durante la consulta médica.

25 Según otra realización, el aparato comprende, además, un dispositivo de visualización para presentar el problema identificado.

30 Según otra realización, el aparato comprende, además, una interfaz gráfica de usuario (GUI) para permitir la interacción de un usuario con el procesador.

Según otra realización, los sensores comprenden un analizador tridimensional del movimiento de la rodilla que tiene, por lo menos, uno de: un dispositivo de seguimiento óptico, un dispositivo de seguimiento electromagnético y un acelerómetro.

35 Según otra realización, las instrucciones para la clasificación comprenden instrucciones para implementar el procesador para comparar el perfil biomecánico con el conjunto de perfiles biomecánicos normativos.

40 Según otra realización, los sensores comprenden sensores para recoger, por lo menos, uno de: datos cinemáticos, datos cinéticos y datos sobre las fuerzas de reacción del suelo como datos biomecánicos.

Según otra realización, los sensores comprenden sensores cinemáticos para recoger datos cinemáticos como una única entrada.

45 Según otra realización, se da a conocer un medio legible mediante un ordenador que almacena instrucciones para implementar un procesador para identificar un problema de una articulación de la rodilla. Las instrucciones comprenden codificación para implementar el procesador para: recibir datos biomecánicos de los sensores, siendo los datos biomecánicos representativos de un movimiento de la articulación de la rodilla; generar un perfil biomecánico basado en los datos biomecánicos; clasificar el perfil biomecánico de la articulación de la rodilla en una de las múltiples clases de problemas de la articulación de la rodilla por medio de la aplicación de una técnica de reconocimiento de patrones a un conjunto de perfiles biomecánicos normativos asociados a las múltiples clases, correspondiendo cada una de las múltiples clases, por lo menos, a un problema de la articulación de la rodilla; en base a la clasificación, identificar el problema como que comprende el, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla de una de las múltiples clases; y archivar el problema identificado en un dispositivo de almacenamiento para hacer que el problema sea accesible durante la consulta.

55 El alcance de la protección está definido en las reivindicaciones adjuntas.

60 En la presente descripción, el término "datos cinemáticos" se refiere a datos que reflejan una combinación de posición, velocidad y aceleración de un miembro del cuerpo tal como un hueso implicado, por ejemplo, en una articulación de la rodilla, independientemente de cualquier fuerza física aplicada al mismo. Los datos cinemáticos pueden ser obtenidos utilizando sensores de movimiento tales como los que se utilizan en la creación de películas de animación.

65 Por comparación, el término "cinético" se refiere a las fuerzas aplicadas a la articulación de la rodilla, mientras que fuerzas de reacción del suelo se refiere a fuerzas aplicadas a una extremidad, desde una superficie determinada, tal como el suelo durante, por ejemplo, un ciclo de marcha. Tanto las fuerzas de reacción del suelo como los datos

cinéticos pueden ser obtenidos utilizando sensores de fuerza colocados en diversas zonas tales como en la extremidad y en el suelo.

Adicionalmente, el término "normativo" es utilizado en la presente descripción para significar representativo. De este modo, un "perfil biomecánico normativo" pretende hacer referencia a un perfil biomecánico que se sabe que es representativo o que está asociado a un problema específico conocido de la articulación de la rodilla o a una clase de problemas de la articulación de la rodilla. Dicho perfil normativo puede ser compilado a partir de perfiles de un cierto número de sujetos que, por ejemplo, tienen un problema diagnosticado y de los datos opcionalmente normalizados o promediados de todos estos sujetos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en combinación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1a es una ilustración del fémur y la tibia de la articulación de la rodilla, la cual muestra tres planos de movimiento de la articulación de la rodilla, de acuerdo con el conocimiento general asociado a la técnica anterior;

la figura 1b es una ilustración de una articulación de la rodilla de un paciente con un sensor, y muestra los tres planos de movimiento de la figura 1a, según una realización;

la figura 2 es una ilustración esquemática de un aparato para identificar y caracterizar un problema de la articulación de la rodilla, según otra realización;

la figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento para la identificación y la caracterización de un problema de la articulación de la rodilla, según una realización;

la figura 4a es una ilustración gráfica de un grado de extensión-flexión de la articulación de la rodilla durante un ciclo de marcha, según una realización;

la figura 4b es una ilustración gráfica de un grado de abducción-aducción de la articulación de la rodilla durante un ciclo de marcha, según una realización;

la figura 4c es una ilustración gráfica de un grado de rotación interna-externa de la articulación de la rodilla durante un ciclo de marcha, según una realización;

la figura 5a es una ilustración gráfica de las fuerzas de reacción del suelo verticales ejercidas durante un ciclo de marcha, según una realización;

la figura 5b es una ilustración gráfica de las fuerzas de reacción del suelo mediales/laterales ejercidas durante un ciclo de marcha, según una realización; y

la figura 5c es una ilustración gráfica de las fuerzas de reacción del suelo posteriores/anteriores ejercidas durante un ciclo de marcha, según una realización.

Se debe tener en cuenta que, en todos los dibujos adjuntos, las características similares están identificadas mediante numerales de referencia similares.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se describirá, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, un aparato de evaluación y diagnóstico y un procedimiento para evaluar la articulación de la rodilla para detectar patologías y/o lesiones de la articulación de la rodilla. El aparato y el procedimiento descritos están adaptados para cuantificar: (i) una función de movimiento de la articulación de la rodilla, (ii) el impacto de una patología y/o de una lesión en la biomecánica de la articulación de la rodilla; (iii) el impacto de un tratamiento determinado en la función biomecánica de la articulación de la rodilla.

Además, el aparato y el procedimiento descritos aquí no requieren dicha entrada anticipada de un problema probable para poder encontrarlo, lo cual es lo contrario a los aparatos y procedimientos de evaluación actualmente disponibles. Dichos aparatos y procedimientos están habitualmente limitados dado que requieren introducciones previas en cuanto a las clases probables en las que estará comprendido un problema dado de la articulación de la rodilla que debe ser evaluada con el objeto de realizar una clasificación múltiple (es decir, identificar que el problema está comprendido dentro de una o varias de tales múltiples clases).

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, y más concretamente a la figura 1b, se muestra un paciente típico 90, en este caso un ser humano, del cual son recogidos datos cinemáticos de la articulación de la rodilla utilizando un dispositivo sensor 92 de datos cinemáticos tridimensionales que lleva el paciente 90 por encima de la articulación

de la rodilla. El dispositivo sensor 92 no es invasivo y permanece en la superficie de la piel del paciente 90. Para dicho propósito se pueden utilizar muchos tipos de dispositivos sensores. Los ejemplos incluyen dispositivos de seguimiento óptico; dispositivos de seguimiento electromagnético y acelerómetros.

5 Tal como se puede ver en las figuras 1a y 1b, la articulación de la rodilla es capaz de moverse según tres planos diferentes de movimiento, cada uno de los cuales permite dos grados de libertad.

10 Primer plano de movimiento – Flexión-extensión mostradas mediante la flecha M1: este movimiento se refiere a la capacidad de movimiento de la articulación de la rodilla para mover la pierna hacia la parte posterior del muslo (flexión) y alejándose del mismo (extensión).

15 Segundo plano de movimiento – Abducción-aducción mostradas mediante la flecha M2: este movimiento se refiere a la capacidad de movimiento de la articulación de la rodilla para arquear la pierna acercándose al eje central del cuerpo. Como un ejemplo, un plano de Abducción-aducción puede ser evidente en un sujeto que tiene una actitud de "cowboy", aunque este tipo de movimiento habitualmente es discreto en la mayor parte de los pacientes humanos.

20 Tercer plano de movimiento – Rotación interior-exterior mostrada mediante la flecha M3: este movimiento se refiere a la capacidad de movimiento de la articulación de la rodilla para girar sobre sí misma (o alrededor de un eje de rotación sustancialmente a lo largo de un plano longitudinal de la pierna).

25 El dispositivo sensor monitoriza datos cinemáticos que reflejan cada uno de los tres planos de movimiento antes descritos. Los datos cinemáticos recogidos son, de este modo, indicativos de tres planos de movimiento (6 grados de libertad) por cada articulación de la rodilla de un paciente.

30 Como la mayor parte de los trastornos de la articulación de la rodilla (que son osteoartritis de la rodilla, ruptura del ligamento cruzado anterior, rotura del menisco, síndrome rótulofemoral) tienen un impacto concreto en el movimiento de la articulación de la rodilla, estos trastornos pueden estar asociados a datos cinemáticos específicos recogidos durante el movimiento de la rodilla. A la inversa, un movimiento anormal de la articulación de la rodilla es determinado por medio de los registros de datos cinemáticos y en algunos casos es asimismo informativo de la predisposición del paciente para desarrollar una determinada lesión y/o patología de la articulación de la rodilla.

35 Una base de datos almacena perfiles biomecánicos normativos, asociados cada uno a una determinada patología y/o lesión de la articulación de la rodilla. Cada uno de estos perfiles normativos basados en datos cinemáticos recogidos de varios pacientes ha sido cargado previamente. En el caso de un perfil normativo determinado, diversos diagnósticos realizados utilizando un conjunto de varios medios, tales como la toma de imágenes y la evaluación por un experto, son correlacionados unos con otros con el objeto de asegurar que el diagnóstico final asociado al perfil normativo es correcto. De este modo, los perfiles normativos están asociados cada uno de ellos a un tipo de lesión y/o de patología.

40 Tras la comparación de los perfiles normativos con un perfil biomecánico de la articulación de la rodilla de un paciente, se consigue directa y automáticamente, por lo menos, la clasificación del problema de la articulación de la rodilla sin hacer uso de la toma de imágenes, y según un nivel de fiabilidad cuantificado, tal como se describe con mayor detalle más adelante.

45 La figura 2 es una ilustración esquemática de un aparato para identificar y caracterizar un problema de una articulación de una rodilla, según otra realización. El aparato 100 tiene un conjunto de sensores 102 en comunicación con un dispositivo de procesamiento 104, una memoria 106, una interfaz gráfica de usuario (GUI) 108, un dispositivo de visualización 110 y una base de datos 112.

50 Según la invención, los sensores 102 tienen dispositivos de seguimiento (no mostrados) para seguir la posición, la velocidad y la aceleración de varias partes de la articulación de la rodilla durante un movimiento de la articulación de la rodilla para generar datos cinemáticos asociados al movimiento de la articulación de la rodilla mientras está siendo realizado. En este caso, los sensores 102 son dispositivos de detección adaptados para ser unidos a la articulación de la rodilla de un paciente o a otra parte de la extremidad que se está evaluando. Según la invención, los sensores 55 102 son sensores de fuerza posicionados de modo que miden tanto uno solo como una combinación de datos cinéticos y de fuerzas de reacción del suelo durante el movimiento, tal como se describirá más adelante. Otros ejemplos de sensores 102 incluyen, pero no están limitados a, cámaras, acelerómetros y giroscopios, los cuales están posicionados respectivamente, por ejemplo, en el fémur y la tibia del paciente. En cualquier caso, los sensores 60 102 generan datos biomecánicos asociados al movimiento y a como está siendo realizado.

65 Los movimientos de la articulación de la rodilla incluyen, por ejemplo, la marcha, sentadillas, zancadas o una combinación de estos movimientos. Los datos biomecánicos son representativos del movimiento de la articulación de la rodilla según, por lo menos, una dimensión del movimiento. Una vez reunidos los datos biomecánicos, o mientras se están reuniendo, son enviados desde los sensores 102 al dispositivo de procesamiento 104, y opcionalmente son almacenados en la memoria 106.

Una vez recibidos en el dispositivo de procesamiento 104, tanto después de haber finalizado el movimiento como durante el tiempo en que el movimiento está siendo realizado, los datos biomecánicos son procesados en el dispositivo de procesamiento 104, según instrucciones almacenadas en la memoria 106. Dicho procesamiento tiene como resultado un perfil biomecánico de la articulación de la rodilla. El perfil biomecánico es generado en base a los datos biomecánicos y es indicativo de, por lo menos, uno de los tres planos de movimiento M1, M2 y M3 de la articulación de la rodilla, tal como se ha descrito antes en relación con las figuras 1a y 1b.

Los perfiles normativos son almacenados en la base de datos 112 en asociación, por lo menos, con una clase de problema o de problemas de la articulación de la rodilla. Una clase tiene uno o varios problemas de articulación de la rodilla, que se sabe que están asociados a efectos cuantificables en la biomecánica de las articulaciones de la rodilla; y por ello en los perfiles biomecánicos de las articulaciones de la rodilla.

Si la clase define un único problema de la articulación de la rodilla, entonces la clase define una lesión, una patología o una deficiencia biomecánica conocida concreta de las articulaciones de la rodilla. Si la clase reagrupa varios problemas conocidos de la articulación de la rodilla, entonces está asociada a una combinación de lesiones, patologías y deficiencias biomecánicas que están, por ejemplo, generalmente documentadas en el sector clínico como pertenecientes a una determinada categoría concreta de problemas de la articulación de la rodilla. En una realización, el perfil o perfiles normativos asociados a cada clase son un perfil o perfiles biomecánicos que son aceptados en el sector clínico como indicativos de un problema concreto de la articulación de la rodilla o de una pluralidad de problemas concretos de la articulación de la rodilla.

Aun haciendo referencia a la figura 2, los perfiles normativos son recuperados de la base de datos 112 por medio del dispositivo de procesamiento 104. El dispositivo de procesamiento 104 avanza a continuación mediante la aplicación de una técnica de reconocimiento de patrones de estos perfiles normativos y del perfil biomecánico, a partir de los cuales se realiza una clasificación del perfil biomecánico de la articulación de la rodilla que se está analizando por medio del dispositivo de procesamiento 104.

El reconocimiento de patrones y la clasificación son llevados a cabo en el dispositivo de procesamiento 104. Se pueden utilizar varios tipos de técnicas de reconocimiento de patrones (denominadas asimismo clasificación de patrones) según las instrucciones (denominadas asimismo codificaciones) almacenadas en la memoria 106. Por ejemplo, se utiliza cualquier reconocimiento de patrones implementado por ordenador entre el perfil biomecánico y los perfiles normativos, tales como, por ejemplo, cualquier tipo de técnica de aprendizaje de máquinas, para proporcionar una clasificación automatizada y para la toma de decisiones basada en el perfil biomecánico. Una lista no exhaustiva de posibles implementaciones incluye: una técnica paramétrica o no paramétrica, una red neural, una técnica de clasificación del vecino más próximo, una técnica de proyección, una técnica de árbol de decisiones, un método estocástico, algoritmos genéticos y una técnica de aprendizaje y agrupación no supervisados.

El dispositivo de procesamiento 104 procede a clasificar el perfil biomecánico de la articulación de la rodilla en una de las varias clases de los problemas conocidos de la articulación de la rodilla, en base a los resultados de la técnica de reconocimiento de patrones.

Una vez llevada a cabo la clasificación del perfil biomecánico, se identifica un problema en base a la clase o clases en las que el perfil biomecánico ha sido clasificado, y el problema identificado es emitido por medio del dispositivo de procesamiento 104. Más concretamente, el problema identificado corresponde al problema de la articulación de la rodilla en la clase de problemas de la articulación de la rodilla en la que el perfil biomecánico ha sido clasificado por el dispositivo de procesamiento 104. Por ejemplo, si el perfil biomecánico ha sido clasificado en una clase de perfiles normativos asociada a una rotura de menisco, el problema identificado corresponde entonces a, o por lo menos comprende, la rotura del menisco. En un caso, el problema identificado puede en realidad combinar más de un problema de la articulación de la rodilla cuando el perfil biomecánico ha sido clasificado en más de un único problema.

Además de los perfiles normativos, la base de datos 112 puede almacenar el perfil biomecánico para la articulación de la rodilla, cualquier tipo de datos de identificación del paciente, y los datos biomecánicos recibidos de los sensores 102. En una realización, la base de datos 112 almacena una pluralidad de conjuntos de perfiles normativos; estando cada conjunto asociado a una clase concreta de patología o patologías, y/o de una lesión o lesiones, y/o de una deficiencia o deficiencias biomecánicas.

La GUI 108 y el dispositivo de visualización 110 están en comunicación entre sí y con el dispositivo de procesamiento 104 (y en una realización, con la memoria 106). La GUI 108 recibe tanto uno solo como una combinación de la clasificación para la articulación de la rodilla que se está analizando y el problema identificado, lo que sea apropiado en un caso específico. No obstante, en cualquier caso, la GUI 108 presenta tanto uno solo como una combinación de la clasificación y el problema concreto identificado, incluyendo una descripción del problema o problemas de la articulación de la rodilla implicada, en el dispositivo de visualización 110. La GUI puede presentar asimismo el perfil biomecánico generado a partir de los datos biomecánicos.

La GUI permite una interacción del usuario, tal que una determinada configuración de presentación es activada en el dispositivo de visualización 110 para mostrar uno o una combinación de: el perfil biomecánico, el diagnóstico y el perfil o perfiles normativos relacionados con el problema identificado, de acuerdo con las preferencias del usuario.

5 Aún haciendo referencia a la figura 2, se destaca que, en una construcción a modo de ejemplo, los sensores 102 están realizados como un analizador tridimensional (3D) del movimiento de la rodilla disponible habitualmente, tal como el descrito en la Patente US7,291,119, y que tiene un conjunto de sensores de seguimiento adecuados para obtener datos cinemáticos de los movimientos tibiofemorales de la articulación de la rodilla. Sin embargo, los
 10 sensores 102 pueden ser de cualquier tipo de analizador dinámico de rodilla de 1D, 2D o 3D basado en una cualquiera, o en una combinación, de las tecnologías disponibles, tales como óptica, electromagnética, acelerómetros, que proporcionan la monitorización de la aceleración, la posición y la velocidad.

Además del aparato descrito anteriormente, se debe tener en cuenta que, en una realización, el aparato 100 está adaptado para realizar cualquiera de las etapas detalladas más abajo de un procedimiento 300 descrito en relación con la figura 3. Por ejemplo, una realización del aparato 100 está adaptada para generar una función cuantificada de la articulación de la rodilla durante el movimiento (es decir, con respecto al tiempo). Del mismo modo, el aparato 100 puede estar adaptado asimismo para comparar el perfil biomecánico actual con un perfil biomecánico antiguo (denominado asimismo como anterior o previo) para la misma articulación de la rodilla, y cuantificar una progresión (mejora o deterioro) del problema, por ejemplo, en el periodo determinado entre los perfiles actual y anterior. Otras
 15 funcionalidades opcionales incluyen asimismo clasificar una pluralidad de problemas identificados de la articulación de la rodilla, tales como patologías, lesiones y deficiencias biomecánicas en términos de su respectivo grado de importancia, de prioridad o combinación de los mismos; normalizar los datos biomecánicos antes de generar y presentar el perfil biomecánico; y generar un informe completo de la articulación o articulaciones de la rodilla del paciente que se están analizando.

25 Se debe tener en cuenta que, mientras que el aparato 100 ha sido descrito como que recibe datos biomecánicos de los sensores 102, dichos datos biomecánicos representan, en una configuración, solamente datos cinemáticos. Sin embargo, en otras implementaciones, los datos biomecánicos son cualquiera de, o una combinación de: datos cinemáticos, datos cinéticos y fuerzas de reacción del suelo. En una implementación, se reciben asimismo datos adicionales tales como datos del paciente, datos de diagnóstico profesional, e información clínica. Se debe tener en cuenta que el aparato 100 es capaz de tomar en cuenta solamente los datos cinemáticos con el objeto de proporcionar las funcionalidades descritas en este documento (es decir, en una configuración, los datos cinemáticos son la única entrada al dispositivo de procesamiento 104).

35 La figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 300 para evaluar una articulación de una rodilla e identificar un problema de la articulación de la rodilla según una realización.

En la etapa 302, se reciben datos biomecánicos de un sensor. Los datos biomecánicos son representativos de un movimiento realizado por la articulación de una rodilla, de acuerdo con uno de los tres planos de movimiento definidos anteriormente con referencia a las figuras 1a y 1b. En una configuración, los datos biomecánicos son recibidos mientras la articulación de la rodilla realiza el movimiento.

45 En la etapa 304, se genera un perfil biomecánico en base a los datos biomecánicos recibidos. El perfil biomecánico es indicativo de, por lo menos, uno de los tres planos de movimiento de la articulación de la rodilla mientras se está realizando el movimiento.

En la etapa 306, el perfil biomecánico es clasificado, por lo menos, en una clase de problema o problemas de la articulación de la rodilla utilizando una técnica de reconocimiento de patrones aplicada a, por lo menos, un conjunto de perfiles normativos. El conjunto de perfiles biomecánicos normativos ha sido asociado previamente a una de las múltiples clases de problemas de la articulación de la rodilla (es decir, cuando existe más de un conjunto, cada conjunto está asociado a una sola clase).

55 En una realización, la etapa 306 implica comparar el perfil biomecánico con el conjunto de perfiles biomecánicos normativos. En una configuración, se utiliza un modelo de correlación.

Tal como se ha descrito asimismo anteriormente en este documento, una clase de problema o problemas de la articulación de la rodilla define uno o varios problemas conocidos de la articulación de la rodilla que se sabe que tienen un cierto efecto en la biomecánica de la articulación de la rodilla (es decir, el perfil biomecánico será el reflejo de uno o varios de los problemas de la articulación de la rodilla). Si la clase está asociada a un único problema de la articulación de la rodilla, entonces la clase define una lesión, una patología o una deficiencia biomecánica
 60 particulares conocidas asociadas a las articulaciones de la rodilla. Si la clase reagrupa varios problemas conocidos de la articulación de la rodilla, entonces la clase está asociada, por ejemplo, a una combinación de cualquiera de las lesiones, las patologías y las deficiencias biomecánicas. Dichos problemas están generalmente documentados en el campo de la medicina como estando comprendidos dentro de un tipo particular de problema de la articulación de la rodilla. En algunos casos, un perfil biomecánico es clasificado en múltiples clases, en cuyo caso la articulación de la rodilla tiene deficiencias que abarcan múltiples tipos de problemas de la articulación de la rodilla.

5 En la etapa 308, el problema o problemas de la articulación de la rodilla propios de la articulación concreta de la rodilla que se está analizando es o son identificados en base a los resultados de la etapa 306. Dado que cada una de las múltiples clases es indicativa de, por lo menos, un problema concreto de la articulación de la rodilla (es decir, patología, lesión o deficiencia biomecánica), la por lo menos una clase, de acuerdo con la cual el perfil biomecánico está clasificado, es indicativa de un problema particular de la articulación de la rodilla para dicha articulación de la rodilla. La identificación correspondiente de dicho problema de la articulación de la rodilla es realizada por medio de un dispositivo informático según este procedimiento 300 y de este modo proporciona una ayuda para el diagnóstico médico.

10 En la etapa 310, el problema o problemas identificados es o son archivados para un análisis posterior, informando o presentando una emisión de cualquier tipo, tal como un correo electrónico u otra notificación basada en la red que está dirigida, por ejemplo, a los usuarios autenticados.

15 En una realización, en la que la etapa 306 implica clasificar el perfil biomecánico en una de las múltiples clases que están asociadas a múltiples problemas de la articulación de la rodilla, el problema identificado en la etapa 308 comprende más de un problema. En dicho caso, el procedimiento 300 implica otra etapa opcional (no mostrada en la figura 3) de clasificar los múltiples problemas identificados según un conjunto de niveles de prioridad definidos previamente en el caso de una lista de posibles problemas de la articulación de la rodilla. Alternativa o

20 adicionalmente, la clasificación es realizada según el respectivo nivel de gravedad asociado a cada uno de los problemas diagnosticados de la articulación de la rodilla.

En una configuración, los conjuntos de los niveles de prioridad son establecidos por un usuario introduciendo los niveles manualmente mediante una interacción del usuario con una interfaz gráfica de usuario (GUI). En otra configuración, los niveles son fijados por defecto en un dispositivo de procesamiento que implementa el

25 procedimiento 300.

Con el objeto de evaluar el nivel de gravedad de un problema diagnosticado de una articulación de la rodilla, en primer lugar, se debe tener en cuenta que el uno o los varios perfiles biomecánicos normativos asociados con el problema diagnosticado de la articulación de la rodilla proporcionan, en una configuración, una gama de datos dentro de la cual se determina que encaja el perfil biomecánico del paciente mediante el reconocimiento de patrones en la etapa 306. La forma del perfil biomecánico del paciente que encaja dentro de esta gama es analizada con el objeto de proporcionar el nivel de gravedad. En un caso específico en el que el perfil biomecánico del paciente tiene una forma definida en un extremo del intervalo de datos en el perfil normativo, por ejemplo, se dice que el nivel de

30 gravedad es más elevado que si la forma estuviera definida en la sección central del intervalo de datos. Se pueden utilizar otras técnicas para la determinación del nivel de gravedad basadas en cualquier tipo de técnica de análisis de error.

35 En una realización, la etapa 304 implica asimismo cuantificar el funcionamiento de la articulación de la rodilla con respecto al tiempo transcurrido durante el movimiento.

40 En una implementación, la técnica de reconocimiento de patrones aplicada en la etapa 306 es cualquier tipo de reconocimiento de patrones implementado por ordenador que incluye, por ejemplo, técnicas de aprendizaje de máquinas que permiten una clasificación automatizada de máquinas y una toma de decisiones basada en el perfil biomecánico y en los perfiles normativos.

45 La clasificación en la etapa 306 implica, en una realización, la determinación del grado de similitud (definido asimismo como adhesión). El grado de similitud depende de la etapa de identificación 308. Como el grado de similitud es también indicativo del grado de fiabilidad en la clasificación realizada en la etapa 308, sirve asimismo como una indicación de fiabilidad.

50 Aun haciendo referencia a la figura 3, se debe tener en cuenta que, además, de la etapa 310 tal como se muestra, el procedimiento 300 implica en un ejemplo la visualización de una interfaz gráfica de usuario (GUI) que permite la interacción del usuario. Por ejemplo, el usuario puede introducir preferencias, o solicitar un tipo de presentación particular de datos concretos.

55 Adicionalmente, el procedimiento 300 supone asimismo visualizar opcionalmente el perfil biomecánico según un formato determinado. El formato puede ser según la preferencia o preferencias introducidas por el usuario, o fijado por defecto. En una realización, la visualización implica opcionalmente la generación de un conjunto de ilustraciones gráficas para representar los datos según, por lo menos, uno de los tres planos de movimiento tal como son detectados por el sensor de movimiento durante el movimiento. En una realización, los planos de movimiento son facilitados en términos de grados, y el tiempo transcurrido durante el movimiento de la articulación de la rodilla es facilitado en términos de porcentaje del movimiento realizado. En las figuras 4a, 4b y 4c se facilitan ejemplos de ilustraciones gráficas que muestran respectivamente un gráfico de grados del plano respecto al porcentaje de movimiento transcurrido (en este caso un ciclo de marcha); para cada uno de los tres planos de movimiento M1, M2 y M3, tal como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1. Más concretamente, la figura 4a muestra el

60

65

plano de flexión-extensión M1; la figura 4b muestra el plano de abducción-aducción M2; y la figura 4b muestra el plano de rotación interno-externo M3.

- 5 Volviendo a hacer referencia a la figura 3 y a la realización en la que se visualiza una GUI, un usuario puede interactuar con la GUI para seleccionar y ampliar opcionalmente una parte del perfil biomecánico para su visualización. Esta opción permite al usuario visualizar un nivel concreto de movimiento angular en un momento determinado durante el movimiento, lo cual ayuda a detectar movimientos relativamente leves de la articulación de la rodilla.
- 10 Todavía con referencia al procedimiento 300, la etapa 302 implica recibir como datos biomecánicos, por lo menos uno de datos cinemáticos, datos cinéticos y datos que reflejan las fuerzas de reacción del suelo. Los datos cinéticos y los datos de la fuerza de reacción del suelo son recibidos desde dispositivos sensores tales como placas de fuerza y cintas continuas para andar, dotadas de instrumentos de detección.
- 15 En una implementación, la etapa 302 implica opcionalmente recibir datos adicionales tales como datos de información del paciente y datos de información clínica tales como los datos introducidos en el sistema por un profesional de la sanidad (o recuperados de una base de datos que almacena dicho paciente y/o datos clínicos relacionados con el paciente). Los datos del paciente pueden comprender la identificación del paciente, mientras que los datos clínicos pueden comprender diagnósticos previos asociados con el paciente o cualesquiera otras notas introducidas por un especialista en cuidados sanitarios, por ejemplo. Aunque en la etapa 302 pueden ser recibidas otras fuentes de datos, el procedimiento 300 y todas las demás etapas opcionales descritas en este documento pueden ser obtenidas utilizando como una única entrada, datos cinemáticos recibidos de un conjunto de sensores de movimiento.
- 20
- 25 Cuando la etapa 302 implica recibir datos cinéticos, la etapa 304 implica visualizar el perfil biomecánico estando los datos cinéticos visualizados opcionalmente dentro del perfil. De forma similar en el caso de las fuerzas de reacción del suelo. En una realización, la visualización de los datos cinéticos o de las fuerzas de reacción del suelo implica la generación de un conjunto de ilustraciones gráficas según, por ejemplo, los tres tipos de fuerzas en juego durante la realización del movimiento. En una realización, estas fuerzas corresponden respectivamente a una fuerza vertical, una fuerza lateral-medial y una fuerza posterior-anterior, de acuerdo con los gráficos mostrados en las figuras 5a, 5b y 5c respectivamente. En los gráficos mostrados de las figuras 5a, 5b y 5c, la magnitud de la fuerza de reacción del suelo es facilitada como un porcentaje del peso corporal del paciente (BW), mientras que el tiempo transcurrido durante el movimiento (en este caso un ciclo de marcha) viene facilitado en términos del porcentaje de completación del movimiento.
- 30
- 35 Además de lo anterior, el procedimiento 300 puede implicar asimismo otra etapa en la que el perfil biomecánico es comparado con un perfil biomecánico anterior generado para la misma articulación de la rodilla. En base a dicha comparación, se cuantifica el efecto del tratamiento con el objeto de proporcionar una evaluación del éxito o el fracaso de un tratamiento determinado. Del mismo modo, se puede evaluar el deterioro o el progreso del estado de una articulación de la rodilla a lo largo del tiempo a partir de una comparación similar. En un ejemplo, dicha comparación implica la superposición de los perfiles anteriores y los actuales (o de los perfiles previos y posteriores al tratamiento).
- 40
- 45 Aún en relación con la figura 3, la etapa 304 implica opcionalmente la normalización de los datos biomecánicos recibidos en la etapa 302 con el objeto de generar un perfil biomecánico normalizado para la articulación de la rodilla. Como alternativa, esta opción puede ser llevada a cabo en la etapa 310 o después de la misma, antes de visualizar el perfil biomecánico según un formato determinado, con lo que el formateado implica la normalización de los datos.
- 50 Finalmente, se debe tener en cuenta que, en una realización, el procedimiento 300 puede proporcionar asimismo la generación de un informe. El informe es creado para incluir información tal como datos del paciente, el perfil biomecánico (formateado según las preferencias del usuario) y datos pertenecientes al problema identificado, tales como los obtenidos a partir de la realización del procedimiento 300. En un caso, los datos cinéticos, los datos de las fuerzas de reacción del suelo, o una combinación de los mismos, son proporcionados también en el informe, formateados opcionalmente según las preferencias del usuario.
- 55 Otros datos clínicos pueden formar parte también del informe, tales como las notas del facultativo sanitario e indicaciones a la atención del paciente, o de otros facultativos.
- 60 Lo que sigue proporciona ejemplos de datos que pueden ser hallados en informes habituales: el nombre del profesional sanitario que lleva el caso; la fecha de la consulta; el nombre del paciente; nombres de otras personas implicadas en cualquiera de las consultas e informes; una breve descripción del contexto (por ejemplo, la edad del paciente, dolor en la articulación de la rodilla izquierda o derecha, detalles de cualquier lesión; fecha y descripción de algún incidente si es de importancia; tipo y fecha de exámenes previos si son pertinentes; lesiones y/o patologías previas relevantes de la articulación de la rodilla si corresponde); tipo de movimiento que fue realizado durante la evaluación; resumen descriptivo de deficiencias biomecánicas observadas a partir de los datos cinemáticos y
- 65

- reflejadas en el perfil biomecánico (por ejemplo, una deficiencia en el movimiento de flexión durante la fase de carga de la marcha, una flexión limitada de la articulación de la rodilla durante la fase de despegue; una importante rotación interna de la tibia durante la fase de carga); cualquier otro resumen descriptivo de deficiencias biomecánicas observadas mediante un análisis de los datos de las fuerzas en juego (es decir, fuerzas cinéticas o de reacción del suelo, o una combinación de las mismas) tales como tiempo de la fase de carga, fuerzas implicadas con referencia a una rodilla comparadas con la otra rodilla (cuando se dispone de datos), deficiencias en la fractura y en el empuje; otras notas referentes a datos de vídeo (cuando figuran en el perfil); es decir, por ejemplo, cualquier señal de cojera; conclusiones después del examen; diagnóstico o diagnósticos y recomendaciones del tratamiento o tratamientos.
- Según la invención, se da a conocer un medio legible mediante ordenador que tiene instrucciones para implementar un dispositivo de procesamiento para llevar a cabo las realizaciones antes descritas del procedimiento 300.
- Haciendo referencia a continuación a la figura 4a, en ella se muestra una ilustración gráfica de un grado de extensión-flexión de una articulación de la rodilla de un paciente durante un ciclo de marcha, comparada con un intervalo sano, según una realización. La figura 4b es otra ilustración gráfica de un grado de abducción-aducción de una articulación de la rodilla de un paciente durante un ciclo de marcha, según una realización, y la figura 4c es otra ilustración gráfica más del grado de rotación interna-externa de una articulación de la rodilla de un paciente durante un ciclo de marcha, según una realización. En las tres figuras, se debe observar que la franja gris proporciona una indicación del movimiento de la articulación de una rodilla sana, tal como se ve en personas sanas normales. La línea continua representa el movimiento angular medio de la articulación de la rodilla del paciente y las líneas de trazos representan la desviación estándar con respecto al movimiento de la articulación de una rodilla sana.
- El informe se genera para incluir comentarios analíticos referentes a gráficos tales como los de las figuras 4a, 4b y 4c. Por ejemplo, a partir de la figura 4a es posible identificar grados de movimientos del plano para cada fase del movimiento, desde el contacto inicial del pie con el suelo (si el movimiento es de marcha), la fase de carga, la fase de apoyo, la fase de despegue, hasta la fase de balanceo). La amplitud total del movimiento angular es también facilitada en términos de grados, que es cualificado como que entra dentro de un intervalo saludable o no saludable.
- Se proporcionan comentarios analíticos similares en el informe referentes a los datos cinéticos (cuando sea aplicable), tales como los proporcionados por ilustraciones gráficas tales como las de las figuras 5a, 5b y 5c: la figura 5a es una ilustración gráfica de las fuerzas de reacción del suelo verticales ejercidas sobre el paciente durante un ciclo de marcha, según una realización; la figura 5b es una ilustración gráfica de las fuerzas de reacción del suelo mediales/laterales ejercidas sobre el paciente durante un ciclo de marcha, según una realización; y la figura 5c es una ilustración gráfica de las fuerzas de reacción del suelo anteriores/posteriores ejercidas sobre el paciente durante un ciclo de marcha, según una realización. Todas las fuerzas están indicadas como un porcentaje del peso corporal del paciente (BW) mientras que el tiempo está expresado como un porcentaje de la completación del ciclo de marcha.
- Aunque las realizaciones preferentes han sido descritas anteriormente e ilustradas en los dibujos adjuntos, será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar modificaciones en las mismas sin apartarse de la esencia de esta invención. Dichas modificaciones son consideradas como posibles variantes comprendidas dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Medio no transitorio legible mediante ordenador que almacena instrucciones para implementar un procesador (104) para identificar un problema de una articulación de una rodilla, comprendiendo las instrucciones una codificación para implementar el procesador (104) para:
- 10 recibir datos biomecánicos de los sensores (102) que lleva el paciente y de dispositivos de detección tales como placas de fuerza o cintas continuas para andar, equipadas con instrumentos de detección, siendo los datos biomecánicos representativos del movimiento de la articulación de la rodilla durante ciclos completos de movimiento de dicha articulación de la rodilla;
- 15 **caracterizado**, además, **por** implementar el procesador (104) para:
 generar un perfil biomecánico continuo, basado en los datos biomecánicos, comprendiendo el perfil biomecánico continuo una curva continua representativa de los datos biomecánicos para la articulación de la rodilla, en función de un porcentaje de los ciclos completos de movimiento de la articulación de la rodilla, en los que cada entrada representa un porcentaje de completación del ciclo completo del movimiento de la articulación de la rodilla y en los que las salidas representan:
- 20 un grado de extensión-flexión de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
 un grado de abducción-aducción de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
 un grado de rotación interna-externa de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
 una fuerza de reacción del suelo vertical ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
- 25 una fuerza de reacción del suelo medial/lateral ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
 una fuerza de reacción del suelo posterior/anterior ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
- 30 clasificar el perfil biomecánico continuo de la articulación de la rodilla dentro una de las múltiples clases de problemas de la articulación de la rodilla mediante la aplicación de una técnica de reconocimiento de patrones en el perfil biomecánico continuo y un perfil biomecánico normativo asociado a una de las múltiples clases, correspondientes cada una de las múltiples clases, por lo menos, a un problema de la articulación de la rodilla que comprende, por lo menos, una de: una lesión, una patología y una deficiencia biomecánica;
- 35 en base a la clasificación, identificar el problema como que comprende el, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla de una de las múltiples clases; y
 archivar el problema identificado en un dispositivo de almacenamiento en comunicación con el dispositivo de procesamiento para hacer que el problema sea accesible durante la consulta.
- 40 2. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según la reivindicación 1, en el que la clasificación comprende comparar el perfil biomecánico con el conjunto de perfiles biomecánicos normativos.
- 45 3. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según la reivindicación 1 o 2, en el que la recepción comprende recibir los datos biomecánicos cuando el movimiento está siendo realizado por la articulación de la rodilla.
- 50 4. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la generación del perfil biomecánico comprende cuantificar una función de la articulación de la rodilla con respecto al tiempo transcurrido durante el movimiento.
- 55 5. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la técnica de reconocimiento de patrones comprende, por lo menos, uno de una red neural, una técnica de clasificación del vecino más próximo, una técnica de proyección y una técnica de árbol de decisiones.
- 60 6. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además, la comparación del perfil biomecánico con un perfil biomecánico anterior generado por la misma articulación de la rodilla en un momento anterior; y cuantificar por lo menos uno de: el progreso del problema y el efecto del tratamiento realizado en la articulación de la rodilla, basados en la clasificación.
- 65 7. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la recepción de los datos biomecánicos comprende recibir por lo menos uno de: datos cinemáticos; datos cinéticos y datos de las fuerzas de reacción del suelo.
8. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que cada una de las múltiples clases es indicativa, por lo menos, de una de: una lesión de la articulación de la rodilla; una

patología de la articulación de la rodilla; una clase de patologías de la articulación de la rodilla y una clase de lesiones de la articulación de la rodilla.

5 9. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según la reivindicación 8, en el que la identificación comprende identificar el problema como que comprende, por lo menos, dos problemas de la articulación de la rodilla, estando asociada una de las múltiples clases, por lo menos, a dos problemas de la articulación de la rodilla.

10 10. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según la reivindicación 9, que comprende, además, clasificar los por lo menos dos problemas de la articulación de la rodilla en base al respectivo nivel de gravedad de cada uno de los, por lo menos, dos problemas de la articulación de la rodilla.

15 11. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la clasificación comprende determinar el grado de similitud entre el perfil biomecánico y, por lo menos, uno del conjunto de perfiles biomecánicos normativos.

20 12. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según la reivindicación 11, que comprende, además, por lo menos uno de: generar un informe que incluya una identificación del problema; y visualizar el informe con la identificación del problema, comprendiendo la identificación, por lo menos, uno de: un nombre para, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla, el grado de similitud y el perfil biomecánico con la indicación de una zona problemática asociada con él, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla.

25 13. Medio no transitorio legible mediante ordenador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende, además, la generación de una recomendación basada en un tratamiento establecido previamente asociado al, por lo menos, un problema de la articulación de la rodilla.

30 14. Aparato para identificar y caracterizar un problema de la articulación de la rodilla, comprendiendo el aparato:

sensores (102) para ser llevados por el paciente y dispositivos de detección tales como placas de fuerza o cintas continuas para andar, equipadas con instrumentos de detección, siendo los sensores (102) y los dispositivos de detección para recoger datos biomecánicos representativos del movimiento de una articulación de la rodilla durante ciclos completos del movimiento de la articulación de la rodilla;
un procesador (104) en comunicación con los sensores (102) y con los dispositivos de detección; y
un dispositivo de memoria (106) al que puede acceder el procesador (104), almacenando el dispositivo de memoria (106) instrucciones para su recuperación por medio del procesador (104) y **caracterizado por** tener el procesador (104) para implementar el procesador (104) para:

recibir los datos biomecánicos de los sensores (102) y de los dispositivos de detección;
generar un perfil biomecánico continuo, basado en los datos biomecánicos, comprendiendo el perfil biomecánico continuo una curva continua representativa de los datos biomecánicos para la articulación de la rodilla en función de un porcentaje de los ciclos completos del movimiento de la articulación de la rodilla, en el que cada entrada representa un porcentaje de la completación del ciclo completo del movimiento de la articulación de la rodilla y en el que las salidas representan:

un grado de extensión-flexión de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
un grado de abducción/aducción de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
un grado de rotación interna/externa de la articulación de la rodilla del paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
una fuerza de reacción del suelo vertical ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;
una fuerza de reacción del suelo medial/lateral ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla; y
una fuerza de reacción del suelo anterior/posterior ejercida sobre el paciente correspondiente al porcentaje de completación del ciclo completo de la articulación de la rodilla;

clasificar el perfil biomecánico continuo de la articulación de la rodilla en una de las múltiples clases de problemas de la articulación de la rodilla mediante la aplicación de una técnica de reconocimiento de patrones implementada mediante ordenador en el perfil biomecánico continuo y un perfil biomecánico normativo asociado a una de las múltiples clases, correspondientes cada una de las múltiples clases, por lo menos, a un problema de la articulación de la rodilla que comprende, por lo menos, uno de una lesión, una patología y una deficiencia biomecánica;
en base a la clasificación, identificar el problema como que comprende el problema de la articulación de la rodilla de una de las múltiples clases; y
archivar el problema identificado para permitir la recuperación del problema durante la consulta médica.

65

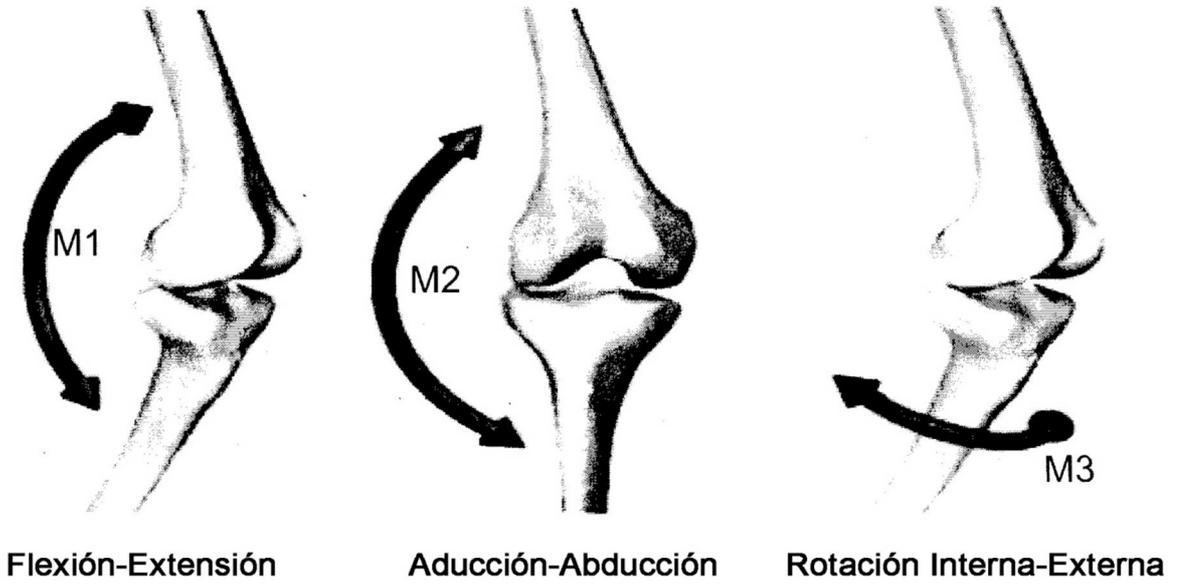


Fig. 1a (Técnica Anterior)

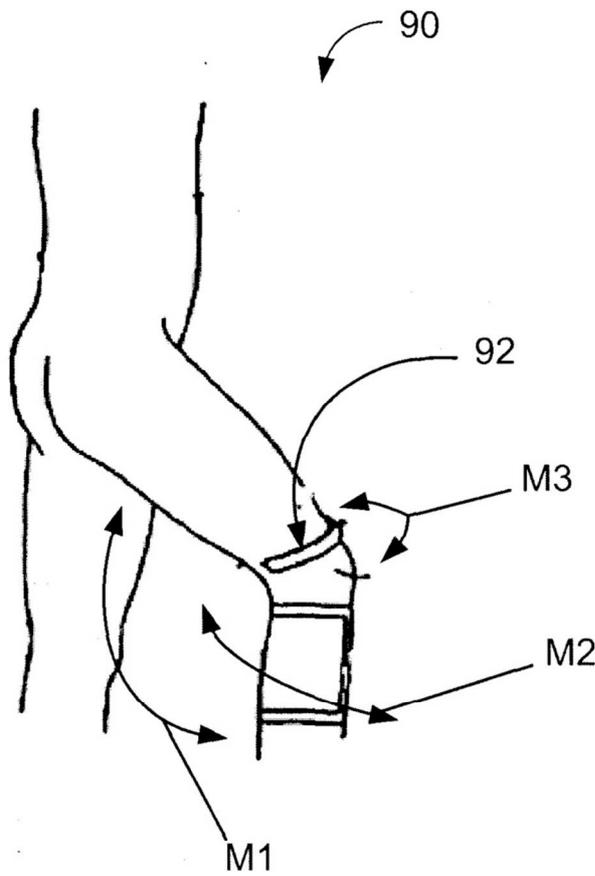


Fig. 1b

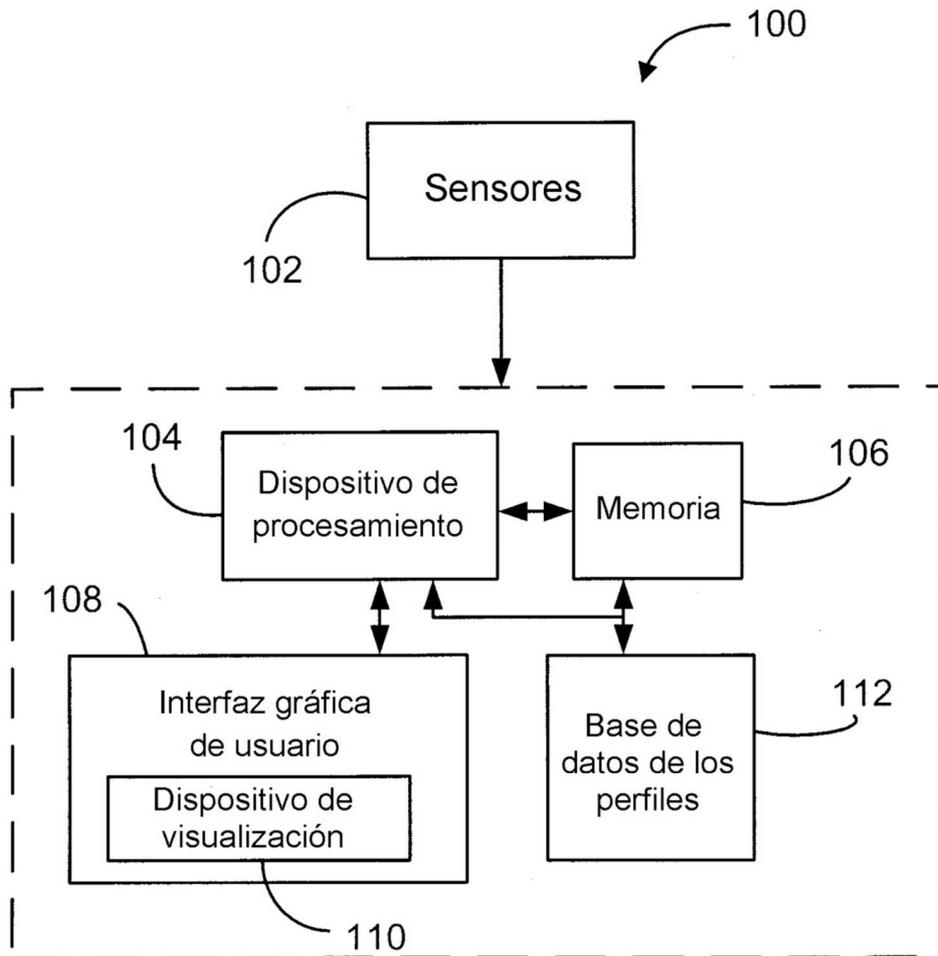


Fig. 2

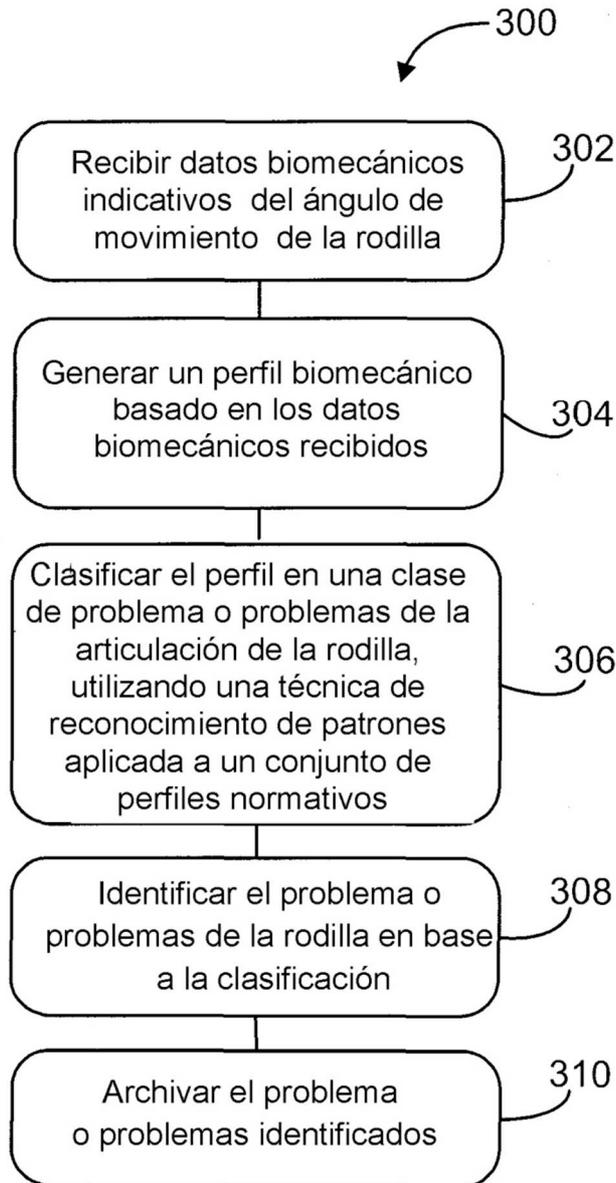


Fig. 3

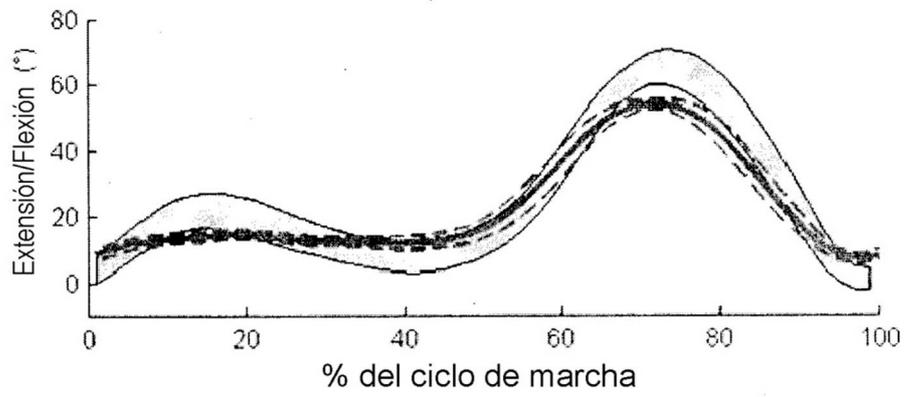


Fig. 4a

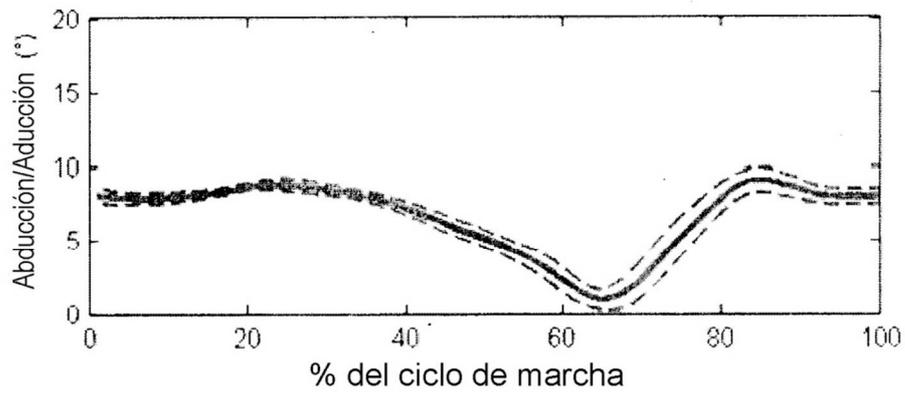


Fig. 4b

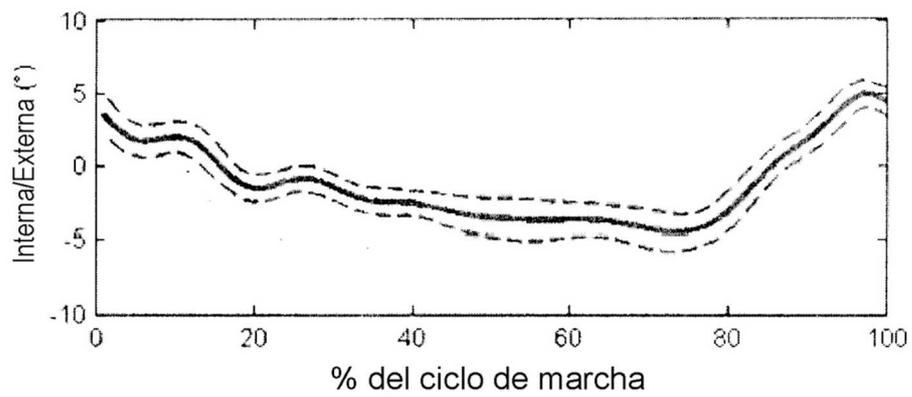


Fig. 4c

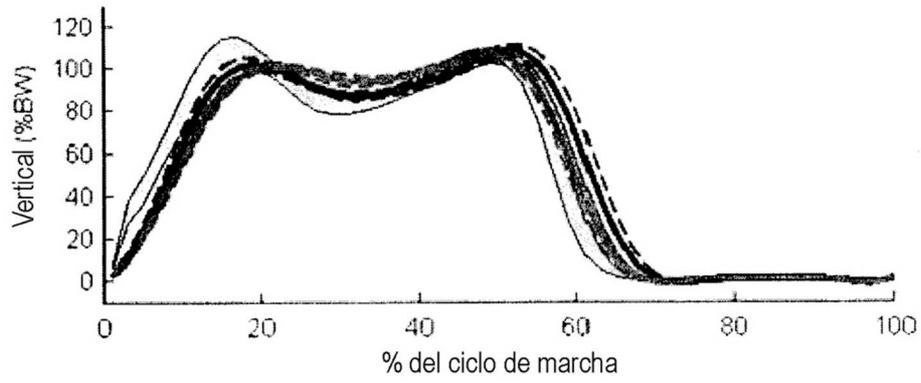


Fig. 5a

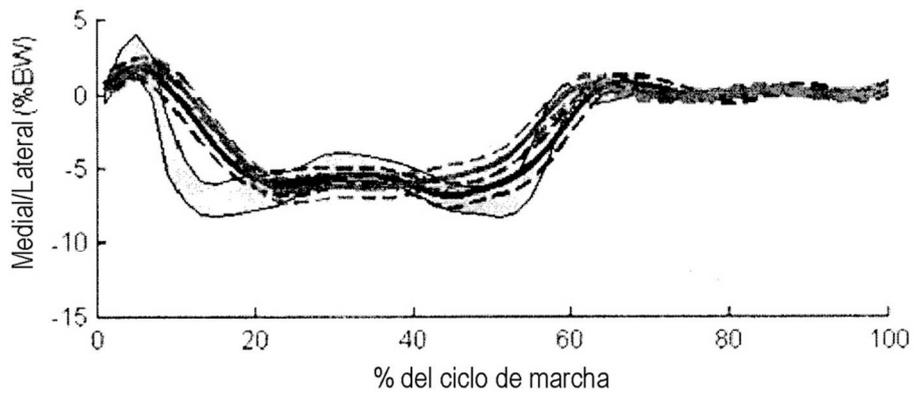


Fig. 5b

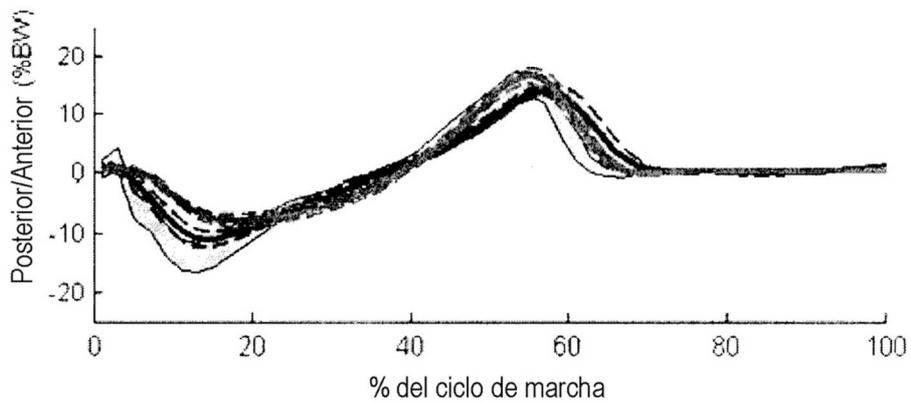


Fig. 5c

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10
- US 12772701 B
 - US 2009198155 A1
 - EP 1880694 A1
 - US 7291119 B

Literatura no patente citada en la descripción

- 15
- Biomechanical assessment of unicompartmental knee arthroplasty, total condylar arthroplasty and tibial osteotomy. **JEFFERSON J et al.** CLINICAL BIOMECHANICS. BUTTERWORTH SCIENTIFIC LTD, 01 November 1989, vol. 4, 232-242
 - An integrated procedure to assess knee-joint kinematics and kinetics during gait using an optoelectric system and standardized X-rays. **LI et al.** JOURNAL OF BIOMEDICAL ENGINEERING. BUTTERWORTH, 01 September 1993, vol. 15, 392-400