

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 329**

51 Int. Cl.:

A61B 17/74 (2006.01)

A61B 34/10 (2006.01)

G16H 50/50 (2008.01)

A61B 17/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2012 PCT/EP2012/002206**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.11.2013 WO13174401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2012 E 12726740 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 2852337**

54 Título: **Navegación en portal de entrada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2020

73 Titular/es:
STRYKER EUROPEAN HOLDINGS I, LLC (100.0%)
2825 Airview Boulevard
Kalamazoo, MI 49002, US

72 Inventor/es:
SIMON, BERND y
BLAU, ARNO

74 Agente/Representante:
ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 750 329 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

Navegación en portal de entrada

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de cirugía asistida por ordenador. Particularmente, la invención se refiere a un método basado en programa informático para identificar un punto de entrada en un hueso para ayudar a la inserción de un implante. Además, la invención se refiere a un dispositivo correspondiente.

10

Antecedentes de la invención

Normalmente, un implante se inserta en un hueso basándose en la experiencia de un médico. En otras palabras, el médico abre el tejido que rodea el hueso, intenta identificar un punto de referencia conocido en la superficie ósea e introduce un implante a través de un punto elegido en la superficie ósea. En particular, en un caso en que debe insertarse un clavo óseo en un hueso tubular, hay un riesgo importante de desplazamiento del clavo óseo, de modo que el propio clavo óseo o un tornillo de bloqueo que se introduce a través del orificio transversal en el clavo óseo, finalmente se coloque dentro del hueso, estando la colocación lejos de la óptima.

15

20

El documento US 2011/0213379 A1 divulga un sistema de cirugía asistido por ordenador y un método para hacerlo funcionar, en el que el método incluye proporcionar una visualización de una representación virtual de un dispositivo médico en el contexto anatómico para facilitar una aplicación del dispositivo médico.

Sumario de la invención

25

Un objeto de la invención es proporcionar un medio para identificar un punto de entrada adecuado en un hueso para ayudar a la inserción de un implante y para conseguir mejores resultados de implante. Un objeto adicional es reducir una cantidad de radiación a la que se expone un paciente durante la inserción de un implante. Estos y otros objetos se consiguen mediante la materia objeto de cada una de las reivindicaciones independientes. Se describen realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes respectivas.

30

De acuerdo con un primer aspecto, un método comprende, en general, las etapas de determinar una ubicación en una superficie ósea en una primera imagen generada desde una primera dirección, y realizar una simulación de una inserción de un implante basándose en la ubicación determinada. La simulación comprende las etapas de identificar el eje de implante en la primera imagen, y alinear una visualización del implante con el eje de implante, con respecto a la ubicación determinada. El método comprende además las etapas de identificar el punto, determinado en la primera imagen, en una segunda imagen generada basándose en un modelo de hueso que muestra el hueso desde una segunda dirección, y realizar una segunda simulación de una inserción del clavo óseo basándose en el punto identificado. De este modo, la segunda simulación comprende las etapas de identificar el eje de implante del hueso en la segunda imagen y alinear una visualización virtual del clavo óseo con el eje de implante con respecto al punto identificado.

35

40

Dependiendo de la aplicación pretendida, el eje de implante puede orientarse sustancialmente paralelo al eje de la diáfisis longitudinal de un hueso largo o en una dirección transversal al eje de la diáfisis. Por ejemplo, si el implante es un clavo óseo adaptada para un implante dentro del canal medular de un hueso tubular, el eje de implante es sustancialmente el eje de la diáfisis longitudinal del hueso. Por otro lado, si el implante es un tornillo óseo adaptado para fijar partes de un hueso fracturado, el eje de implante puede tener cualquier orientación, es decir, puede ser al menos parcialmente transversal o estar inclinado respecto al eje longitudinal del hueso. Además, si el implante es un tornillo de bloqueo adaptado para insertarse a través de un orificio en una placa ósea o clavo óseo, el eje de implante es sustancialmente idéntico al eje del orificio.

45

50

Los datos de la primera imagen pueden recibirse directamente de un dispositivo de imágenes, por ejemplo, de un dispositivo de rayos X basado en un arco 2D. La imagen puede representar una estructura anatómica de interés, en particular un hueso. La imagen puede recibirse, de lo contrario, de una base de datos en que imágenes previamente registradas están almacenadas. Además, la imagen puede ser una visualización 2D de una tomografía informatizada 3D, una exploración de ultrasonidos 3D o una exploración de rayos X rotatoria. Basándose en imágenes ya existentes, el método y sistema descritos pueden usarse con fines didácticos.

55

De acuerdo con una realización, se realiza al menos una simulación por un programa informático que comprende conjuntos correspondientes de instrucciones.

60

Se entenderá que la etapa del método de determinar una ubicación en una superficie ósea puede realizarse manualmente mediante un dispositivo puntero adecuado, en el que un dispositivo puntero adecuado puede ser un cursor de un ratón de ordenador. De lo contrario, la etapa del método de determinar una ubicación en una superficie ósea puede realizarse automáticamente, por ejemplo, mediante un objeto de referencia visible en la imagen, en el que el objeto de referencia puede ser, por ejemplo, la punta de un instrumento o un elemento similar a una flecha

65

que descansa por debajo del paciente durante la toma de imágenes.

Se entenderá que el programa informático, por lo tanto, puede incluir además conjuntos de instrucciones para identificar una superficie ósea y el objeto de referencia en la imagen.

5 Un programa informático correspondiente puede cargarse, preferiblemente, en una memoria de trabajo del procesador de datos. El procesador de datos o unidad de procesamiento, por tanto, puede estar equipada para realizar al menos una parte del método descrito en este documento. Además, la invención se refiere a un medio legible por ordenador tal como un CD-ROM en que puede estar almacenado un programa informático. Sin embargo, 10 el programa informático también puede presentarse sobre una red como la Red Mundial (World Wide Web) y puede descargarse en la memoria de trabajo del procesador de datos desde dicha red.

De acuerdo con otra realización, la simulación puede comprender además la etapa de introducir una visualización de un subimplante que puede implantarse en combinación con el implante, con respecto a una colocación del implante. 15 Por lo tanto, la colocación del subimplante se basa en la colocación del implante y, por tanto, se basa indirectamente en la ubicación determinada que representa el punto de entrada del implante.

Se aprecia que la colocación del implante incluye tanto una orientación de traslado como de rotación del implante con respecto a, por ejemplo, un hueso.

20 De acuerdo con otra realización, el método comprende además las etapas de determinar una desviación de la colocación del implante y/o del subimplante de acuerdo con la inserción simulada desde una colocación óptima. Una etapa adicional puede ser, si la desviación está dentro de un intervalo predeterminado, identificar la ubicación determinada como punto de entrada adecuado para una inserción.

25 De acuerdo con una realización adicional, la determinación de la ubicación en una superficie ósea se realiza utilizando un modelo de hueso. Por ejemplo, puede recibirse un modelo 3D de un hueso que corresponde al hueso del que se ha tomado imagen en la primera imagen desde una base de datos. Una utilización ejemplar de los modelos de hueso se describe en "Evidence based development of a novel lateral fibula plate (VariAX Fibula) using a real CT bone data based optimization process during device development" de A.P. Schulz *et al.* (The Open Orthopaedics Journal, 2012, 6, 1-7).

30 De acuerdo con otra realización, el método puede realizarse adicionalmente basándose en una segunda imagen generada desde de una segunda dirección, en la que la segunda dirección puede ser sustancialmente perpendicular a la primera dirección.

Mediante estas realizaciones (en solitario o en combinación), puede identificarse un punto de entrada de forma más precisa en la superficie tridimensional de un modelo de hueso o un hueso en imagen.

40 De acuerdo con otra realización más, la colocación óptima incluye una profundidad y una rotación del implante con respecto al hueso. La colocación óptima puede incluir además una longitud de un subimplante.

45 Como se ha mencionado anteriormente, un criterio para un punto de entrada puede ser una desviación desde la colocación virtual del implante desde una colocación óptima. La colocación óptima puede depender al menos de uno de los aspectos del grupo que consiste en: el implante está ubicado dentro del hueso, el eje del implante está alineado con el eje del hueso, el implante está ubicado dentro de un canal medular de un hueso tubular y el implante no está doblado significativamente (que indica que únicamente actúan pequeñas fueras en una dirección transversal).

50 Por ejemplo, suponiendo que una colocación óptima de un clavo óseo (un implante) es tal que los ejes del clavo óseo y un hueso tubular como un fémur son idénticos, es decir, congruentes, y suponiendo además que el clavo óseo se implanta en un canal medular del fémur de modo que el eje longitudinal del clavo óseo no sea congruente, pero sustancialmente paralelo al eje longitudinal del fémur, es decir, el clavo óseo está ubicada dentro del canal medular, pero está ligeramente desplazada a un lado, entonces la colocación real del clavo óseo tiene una 55 desviación desde la colocación óptima que puede determinarse como pequeña y tolerable. Sin embargo, si el eje está desplazado de modo que un subimplante como un tornillo de bloqueo, si se inserta, se colocaría de una manera inapropiada, por ejemplo, un extremo o una parte del subimplante no estaría completamente dentro del hueso o con una distancia desde la superficie exterior del hueso que puede determinarse como demasiado pequeña, entonces la colocación real del clavo óseo junto con un subimplante tiene una desviación de la colocación óptima que puede 60 determinarse como demasiado grande, es decir, no debe tolerarse.

Una desviación, así como un intervalo predeterminado correspondiente pueden definirse en porcentaje, en un caso en que la colocación óptima se determina mediante una longitud o un diámetro, o puede definirse por una distancia, en un caso en que la colocación óptima se determina mediante una posición o eje.

65 Se aprecia que las etapas del método pueden repetirse para conseguir de forma iterativa una identificación más

precisa de un punto de entrada.

De acuerdo con una realización adicional, la etapa de determinar una ubicación en una superficie ósea no incluye la colocación de un dispositivo puntero en una superficie ósea en la medida en que la etapa constituya un tratamiento de un organismo humano o animal por cirugía.

De acuerdo con un aspecto adicional, un dispositivo para identificar un punto de entrada en una superficie ósea de un hueso para ayudar a la inserción de un implante comprende, en general, una unidad de procesamiento adaptada para determinar una ubicación en la superficie ósea que es un posible punto de entrada, basándose en una imagen del hueso que incluye la superficie ósea, y realizar una simulación de una inserción de un implante en el hueso con respecto a la ubicación determinada.

Se entenderá que un implante virtual que tiene un tamaño y forma adecuados puede seleccionarse de un grupo de implantes virtuales con diferentes tamaños y formas. Por consiguiente, el dispositivo puede comprender además una base de datos para almacenar una pluralidad de visualizaciones de implantes virtuales. La unidad de procesamiento puede estar adaptada además, en este caso, para selección automática de un implante del grupo de implantes.

Por otro lado, el tamaño y forma de un implante virtual pueden adaptarse según lo necesario. Por lo tanto, la unidad de procesamiento del dispositivo puede estar adaptada además para adaptar la visualización virtual del implante para el hueso de la imagen para que sea del tamaño y/o forma de la visualización virtual del hueso en imagen.

Se aprecia que también el tamaño y/o forma de un implante seleccionado de un grupo de implantes pueden adaptarse a un hueso en imagen si fuera necesario.

Además, la unidad de colocación puede adaptarse para registrar la visualización virtual del implante con la imagen recibida.

El dispositivo puede comprender además una unidad de imágenes para generar imágenes del hueso desde diferentes direcciones. La unidad de imágenes puede ser un dispositivo de imágenes de rayos X para generar imágenes de rayos X.

De acuerdo con una realización adicional, el sistema comprende además un medio de entrada para determinar manualmente una ubicación en una superficie ósea. Dicho medio de entrada puede ser, por ejemplo, un teclado de ordenador, un ratón de ordenador o una pantalla táctil, para controlar un dispositivo puntero como un curso en una pantalla de monitor.

De acuerdo con otra realización más, el dispositivo comprende además un dispositivo puntero visible en la imagen recibida. Si la imagen se recibe desde un dispositivo de imágenes de rayos X, el dispositivo puntero puede incluir un cuerpo radiotransparente y una punta radiopaca adaptada para representar un objeto de referencia visible en una imagen de rayos X y adaptada para señalar una ubicación en una superficie ósea. La punta estar en contacto con la ubicación en la superficie ósea. Adicionalmente, el dispositivo puntero puede comprender al menos un elemento radiopaco dispuesto en una posición predeterminada con respecto a la punta de modo que la posición de la punta puede identificarse claramente en una imagen de rayos X.

Se aprecia, que el medio de procesamiento puede lograrse únicamente mediante un procesador que realiza todas las etapas, o mediante un grupo o pluralidad de procesadores, por ejemplo, un procesador de sistema para procesar los datos de imagen incluyendo una identificación de estructuras anatómicas como una superficie ósea, un procesador diferente especializado en una simulación de un proceso de implante de un implante y un procesador adicional para controlar un monitor para visualizar el resultado.

Además, el sistema puede comprender un medio de almacenamiento que proporciona una base de datos de implantes y/o modelos de hueso. Se entenderá, que dicho medio de almacenamiento también puede proporcionarse en una red a la que el sistema puede estar conectado y la información relacionada con el implante, es decir, diferentes tipos de implantes y parámetros de los mismos, pueden recibirse en esa red.

Debe apreciarse que las realizaciones se describen con referencia a diferentes materias objeto. En particular, algunas realizaciones se describen con referencia a reivindicaciones de tipo método (programa informático) mientras que otras realizaciones se describen con referencia a reivindicaciones de tipo aparato (sistema). Sin embargo, un experto en la materia deducirá de lo anterior y la siguiente descripción que, salvo que se notifique otra cosa aparte de cualquier combinación de elementos que pertenecen a un tipo de materia objeto, también cualquier combinación entre elementos que se refieran a diferentes materias objeto se considera que se divulgan con esta solicitud.

Los aspectos definidos anteriores y aspectos adicionales, características y ventajas de los métodos descritos y dispositivos también pueden obtenerse de los ejemplos de las realizaciones a describir posteriormente en este documento y se explican con referencia a ejemplos de realizaciones también mostradas en las figuras, pero a las que no se limita la invención.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1 muestra un diagrama de flujo de las etapas realizadas de acuerdo con una realización descrita en este documento.
 La figura 2 muestra una ilustración esquemática de un sistema de acuerdo con una realización descrita en este documento.
 La figura 3 muestra una imagen ejemplar generada desde una primera dirección que incluye estructuras anatómicas y un dispositivo puntero.
 10 La figura 4 muestra una imagen ejemplar que incluye estructuras anatómicas, un dispositivo puntero y una visualización virtual de un implante.
 La figura 5 muestra una imagen ejemplar que incluye estructuras anatómicas y un dispositivo puntero mostrada desde una segunda dirección.
 La figura 6 muestra una imagen ejemplar que incluye estructuras anatómicas, un dispositivo puntero y una visualización virtual de un implante y un eje del subimplante.
 15 La figura 7 muestra una imagen isométrica ejemplar que incluye estructuras anatómicas, un dispositivo puntero y una visualización virtual de un implante y un eje del subimplante.
 La figura 8 muestra una imagen isométrica ejemplar que incluye estructuras anatómicas, un dispositivo puntero y una visualización virtual de un implante y un subimplante.
 20 A lo largo de todos los dibujos, los mismos números de referencia y caracteres, salvo que se indiquen de otro modo, se usan para indicar características, elementos, componente o partes similares de las realizaciones ilustradas. Además, aunque la presente divulgación se describirá ahora en detalle con referencia a las figuras, esto se hace en relación con las realizaciones ilustrativas y no se limita por las realizaciones particulares ilustradas en las figuras.
 25

Descripción detallada de las realizaciones

30 El diagrama de flujo de la figura 1 ilustra el principio de las etapas realizadas de acuerdo con una realización descrita en este documento. Se entenderá que las etapas descritas, son etapas principales, en las que estas etapas principales podrían diferenciarse o dividirse en varias subetapas. Además, también podría haber subetapas entre estas etapas principales.

Se proporcionan varias posibilidades de realización de un método de acuerdo con la figura 1.

35 Empezando en la fecha A, se recibe una imagen, por ejemplo, de una unidad de imágenes de rayos X en la etapa S11, generándose la imagen desde una primera dirección. En la etapa S12, se determina una ubicación en una superficie ósea.

40 En las etapas S13, S14, se realiza una simulación del proceso de implante de un implante, basándose en la ubicación de la superficie ósea determinada en la etapa S11. En otras palabras, se simula un implante partiendo de la ubicación determinada previamente. Como resultado, el implante virtual se coloca dentro del hueso en imagen, como si se hubiera introducido con la ubicación determinada como punto de entrada. El resultado puede mostrarse en una pantalla o monitor, por ejemplo, como una superposición del implante virtual en la imagen recibida en la etapa S11.

45 En la etapa S13, se identifica un eje de la diáfisis de, por ejemplo, un hueso tubular. En la etapa S14, se alinea un eje del implante virtual con el eje de implante identificado. Opcionalmente, se introduce un subimplante como un tornillo de bloqueo en la etapa S15.

50 En la etapa S16, se determina una desviación de la colocación del implante virtual desde una colocación óptima. esto puede realizarse comparando la colocación del implante implantado virtualmente con otro implante que está también visualizado como una superposición sobre la imagen en una posición teóricamente óptima.

55 Siguiendo la flecha B como una primera alternativa, en cuyo caso la desviación está dentro de un intervalo predeterminado, la ubicación determinada inicialmente se identifica como punto de entrada adecuado en la etapa S30.

60 Siguiendo la flecha C como una segunda alternativa, en cuyo caso la desviación no está dentro de un intervalo predeterminado, se realizan de nuevo las etapas S11 a S16, en el que ahora se recibe una nueva imagen con una nueva ubicación en la etapa S11. Repitiendo esta parte del método, puede conseguirse de forma iterativa un resultado, que tiene una desviación dentro de un intervalo predeterminado.

65 Siguiendo la flecha D como una tercera alternativa, se realizan las etapas S21 a S26 del método, en el que estas etapas son similares a las etapas S11 a S16. La imagen recibida en la etapa S21 se genera de forma alternativa basándose en los datos de imagen recibidos de un dispositivo de imágenes o basándose en los datos de modelo de hueso recibidos de una base de datos. Las estructuras anatómicas se muestran en la visualización resultante desde

una segunda dirección que difiere de la primera dirección en la etapa S11.

Cuando se realiza la etapa S22 la primera vez, es decir, siguiendo la flecha D hasta la etapa S21, la ubicación determinada en la etapa S12 se usa como punto de partida para la simulación realizada en las etapas S23 a S25.

5 Como en la etapa S16, existen tres alternativas después de la etapa S26.

10 Siguiendo la flecha E como una primera alternativa, en cuyo caso una desviación de la colocación del implante virtual desde una colocación óptima basada en una imagen generada desde una segunda dirección, determinada en la etapa S26, está dentro de un intervalo predeterminado, la ubicación determinada en la etapa S22 se identifica como punto de entrada 3D adecuado en la etapa S30. Se aprecia que la ubicación identificada como punto de entrada adecuado en la etapa S16 basándose en una imagen generada desde una primera dirección, puede identificarse como adecuada también en la etapa S26 basándose en una imagen generada desde una segunda dirección.

15 Siguiendo la fecha F como una segunda alternativa, en cuyo caso una desviación no está dentro de un intervalo predeterminado, la parte del método que incluye las etapas S21 a S26 se repite, para determinar de forma iterativa una ubicación basándose en una imagen generada desde una segunda dirección, cuya ubicación da lugar a una colocación como resultado de un implante simulado con una desviación desde una colocación óptima dentro de un intervalo predeterminado.

20 Se aprecia que basándose únicamente en una imagen de rayos X junto con la información recogida de un modelo de hueso, puede proporcionarse una determinación precisa del punto de entrada tridimensional de acuerdo con las alternativas siguiendo las flechas E y/o F.

25 Siguiendo la flecha G como una tercera alternativa, la primera parte del método, es decir, las etapas S11 a S16 se repiten. Esta trayectoria puede realizarse en un caso en que la ubicación identificada como adecuada por las etapas S21 a S26 difiera claramente de la identificada como adecuada por las etapas realizadas previamente S11 a S16.

30 Seguir las fechas D y G varias veces da lugar a un método de determinación iterativa de una ubicación tridimensional en una superficie ósea como un punto de entrada identificado finalmente en la etapa S30 como adecuado para la inserción de un implante en el hueso.

35 La figura 2 muestra una realización ejemplar de un dispositivo. De forma sustancialmente necesaria para realizar las etapas descritas en este documento, el dispositivo comprende una unidad de procesamiento 100 y un monitor 400.

40 El dispositivo de imágenes ejemplar 200 incluye una fuente de rayos X 240 y un detector de rayos X 260, en el que estos dos dispositivos se montan en un arco 220. Se entenderá que el dispositivo también puede comprender otra modalidad de imágenes no invasiva como un dispositivo de tomografía informatizada, un dispositivo de resonancia magnética o un dispositivo de ultrasonidos como dispositivo de imágenes en lugar de o además del dispositivo de rayos X basado en arco mostrado.

45 Además, el dispositivo de la figura 2 incluye un dispositivo de entrada 300, mediante el que puede realizarse, por ejemplo, una determinación manual de una ubicación en una superficie ósea. También se muestra una conexión (como línea discontinua) a una base de datos 600, ubicada, por ejemplo, en una red.

50 Finalmente, se muestra una región de interés 500. Dentro de dicha región, por ejemplo, puede estar ubicado el hueso de un paciente, en el que se pretende introducir un implante en ese hueso, pero tiene que identificarse un punto de entrada adecuado para el implante.

En las figuras 3 a 8, se muestran visualizaciones ejemplares. Cada una de estas visualizaciones representa, por ejemplo, una imagen de rayos X de una articulación de cadera con fémur 10, que incluye el contorno del hueso de la cadera y el fémur. Adicionalmente, se muestra un dispositivo puntero, un implante y/o un subimplante.

55 La figura 3 muestra una situación en que se realizan las etapas S11 y S12 del método., es decir, se recibe una imagen y se determina una ubicación en la superficie ósea.

60 En la figura 3, el hueso de la cadera y el fémur se muestran desde una dirección anteroposterior como una primera dirección. El fémur 10 comprende una superficie ósea 12 y un eje longitudinal 14. Mediante el dispositivo puntero 40, se determina una ubicación 16 en la superficie ósea. El dispositivo puntero 40 de la figura 3 puede ser, por ejemplo, un cursor de un ratón de ordenador.

65 La figura 4 muestra una situación en que se realizan las etapas S11 a S14, es decir, se implanta de forma virtual un implante basándose en la ubicación determinada previamente en la superficie ósea.

En la figura 4, se muestra un dispositivo puntero 40, que tiene una punta 42, un cuerpo 44 y los elementos 46, en el

que la punta 42 y los elementos 46 pueden ser radiopacos para ser visibles en una imagen de rayos X, y el cuerpo 44 puede ser radiotransparente para que no sea visible en la imagen de rayos X. Como la imagen de rayos X es una proyección 2D de un objeto 3D, el dispositivo puntero puede estar ubicado a cualquier profundidad. La punta 42 del dispositivo puntero 40 puede estar en contacto con la superficie ósea 12 en la ubicación 16 de modo que puede determinarse el punto de contacto como la ubicación en la imagen de rayos X.

Como una superposición, una visualización de un implante 20, es decir, un clavo óseo, se muestra adicionalmente en la figura 4, en la que el implante 20 está alineado con el eje de la diáfisis longitudinal 14 del fémur 10.

La figura 5 muestra la situación en que se realizan las etapas S21 y S22, es decir, se genera una imagen que visualiza un fémur desde una segunda dirección basándose en un modelo de hueso de una base de datos o se recibe de un dispositivo de imágenes y se determina una ubicación. Se aprecia que el fémur también puede visualizarse sin las estructuras anatómicas circundantes, en particular, en un caso en que la imagen se genera basándose en un modelo de hueso.

En la figura 5, el fémur 10 incluye una superficie ósea 12 y un eje de la diáfisis 14. El dispositivo puntero 40 es visible con su punta en la ubicación 16 en la superficie ósea.

La figura 6 muestra una situación en que se realizan las etapas S21 a S25, es decir, no solamente se implanta virtualmente un implante, sino también un subimplante.

En la figura 6, se muestra una articulación de cadera con un hueso de cadera y un fémur 10, en la que la articulación de cadera está en imagen desde una dirección internolateral como la segunda dirección que es sustancialmente perpendicular a la primera dirección de las figuras 3 y 4. El fémur 10 comprende una superficie ósea 12 y un eje de la diáfisis longitudinal 14. Mediante el dispositivo puntero 40, se determina la ubicación 16. Además, la cabeza del fémur 18 se identifica por un punto central y un diámetro. Se muestra además en la figura 6 un implante 20 junto con un subimplante 30, incluyendo ambos sustancialmente un eje longitudinal y un diámetro, en el que el eje del implante 20 está alineado con el eje 14 del fémur y el eje 34 del subimplante se extiende a través del punto central de la cabeza del fémur 18.

La figura 7 muestra una situación como en la figura 6, es decir, en que se realizan las etapas S21 a S25. La situación en la figura 7 difiere de la de la figura 6 en que el subimplante virtualmente implantado 30 se desvía significativamente desde una colocación óptima. Se indica por el signo de referencia X una zona del cuello del fémur en que un subimplante sobresaldría del hueso. Por consiguiente, la ubicación 16 en la figura 7 es inapropiada como punto de entrada para implantar el implante 20 y el subimplante 30.

En la figura 8, se muestra un implante 20 junto con un subimplante 30, en el que su implante virtual se basa en una nueva ubicación 17 en lugar de la ubicación previa 16 de la figura 7. El subimplante 30 mejor colocado se visualiza en la figura 8 como un tornillo de bloqueo que tiene una rosca de tornilla 36 que se extiende en la cabeza 18 del fémur 10.

Aunque se han ilustrado y descrito en detalle métodos y dispositivos en los dibujos y la descripción anterior, dichas ilustraciones y descripciones tienen que considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas, la invención no se limita a las realizaciones divulgadas.

Los expertos en la materia pueden entender y lograr otras variaciones a las realizaciones divulgadas a la hora de poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un/o" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios artículos indicados en las reivindicaciones.

El mero hecho de que se mencionen determinadas medidas y reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse para sacar provecho. El programa informático puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio en estado sólido suministrado junto con o como una parte de otro soporte físico, pero también puede distribuirse en otras formas, tal como mediante Internet u otros sistemas de telecomunicación por cable o inalámbricos. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance.

Lista de signos de referencia

- 10 fémur
- 12 superficie ósea
- 14 eje de la diáfisis
- 16 ubicación/punto de entrada
- 18 cabeza del fémur

20	implante
30	subimplante
34	eje del subimplante
36	punto central de la cabeza del fémur
40	dispositivo puntero
42	punta del dispositivo puntero
44	cuerpo del dispositivo puntero
46	elemento
100	medio de procesamiento
200	dispositivo de imágenes
220	arco
240	fuentes de rayos X
260	detector de rayos X
300	dispositivo de entrada
400	monitor
500	región de interés
600	base de datos

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para identificar un punto de entrada en un hueso (10) para ayudar a la inserción de un clavo óseo (20), comprendiendo el método las etapas de:
- determinar un punto (16, 17) en una superficie ósea (12) en una primera imagen generada desde una primera dirección mediante una unidad de imágenes (120),
 - realizar una primera simulación de la inserción de un clavo óseo (20) basándose en el punto determinado (16, 17), comprendiendo la primera simulación:
- 10 - identificar un eje de implante (14) del hueso (10) en la primera imagen, y
- alinear una visualización virtual del clavo óseo (20) con el eje de implante (14), con respecto al punto determinado (16, 17)
- caracterizado por que el método comprende además las etapas de:
- identificar el punto (16, 17), determinado en la primera imagen, en una segunda imagen generada basándose en un
- 15 modelo de hueso que muestra el hueso (10) desde una segunda dirección, y
- realizar una segunda simulación de la inserción del clavo óseo (20) basándose en el punto identificado (16, 17), comprendiendo la segunda simulación:
- identificar el eje de implante (14) del hueso (10) en la segunda imagen, y
 - alinear una visualización virtual del clavo óseo (20) con el eje de implante (14), con respecto al punto
- 20 identificado (16, 17).
2. El método de la reivindicación 1, en el que la primera y/o segunda simulación comprende además las etapas de:
- introducir una visualización virtual de un subimplante (30) que puede implantarse en combinación con el clavo óseo (20), con respecto a una colocación del clavo óseo (20).
- 25
3. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende además las etapas de:
- determinar una desviación de una colocación del clavo óseo (20) y/o del subimplante (30) de acuerdo con la inserción simulada de una colocación óptima, y
 - si la desviación está dentro de un intervalo predeterminado, identificar el punto determinado (17) como punto de
- 30 entrada para una inserción.
4. El método de la reivindicación 1, en el que el punto (17) se determina automáticamente.
5. El método de la reivindicación 1, en el que la segunda dirección es perpendicular a la primera dirección.
- 35
6. El método de la reivindicación 3, en el que la colocación óptima incluye una profundidad y una rotación del clavo óseo (20) con respecto al hueso (10).
7. El método de la reivindicación 3, en el que la colocación óptima incluye una longitud de un subimplante (30).
- 40
8. El método de la reivindicación 1, en el que la primera imagen es una imagen de rayos X.
9. El método de la reivindicación 1, en el que las etapas del método se repiten.
- 45
10. Un dispositivo para identificar un punto de entrada en una superficie ósea de un hueso para ayudar a la inserción de un clavo óseo, comprendiendo el dispositivo:
- un monitor para visualizar una imagen de un hueso,
 - un dispositivo puntero para determinar un punto (16, 17) en la superficie ósea (12) en la imagen, cuya ubicación es un posible punto de entrada, y
- 50 una unidad de procesamiento (100) adaptada para realizar el método de la reivindicación 1, y adaptada además para realizar una simulación de una inserción de un clavo óseo (20) en el hueso (10) con respecto al punto determinado (16, 17), en el que se muestra una visualización del clavo óseo en relación con el hueso en la imagen.
11. El dispositivo de la reivindicación 10, que comprende además una base de datos (110) para almacenar al menos una visualización del clavo óseo (20).
- 55
12. El dispositivo de la reivindicación 10 u 11, que comprende además una unidad de imágenes (120) para generar imágenes del hueso desde diferentes direcciones.
- 60
13. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la imagen es una imagen de rayos X.
14. Un programa informático que incluye conjuntos de instrucciones que, cuando se ejecutan en la unidad de procesamiento del dispositivo de la reivindicación 10, causa que la unidad de procesamiento realice las etapas del método de la reivindicación 1.
- 65

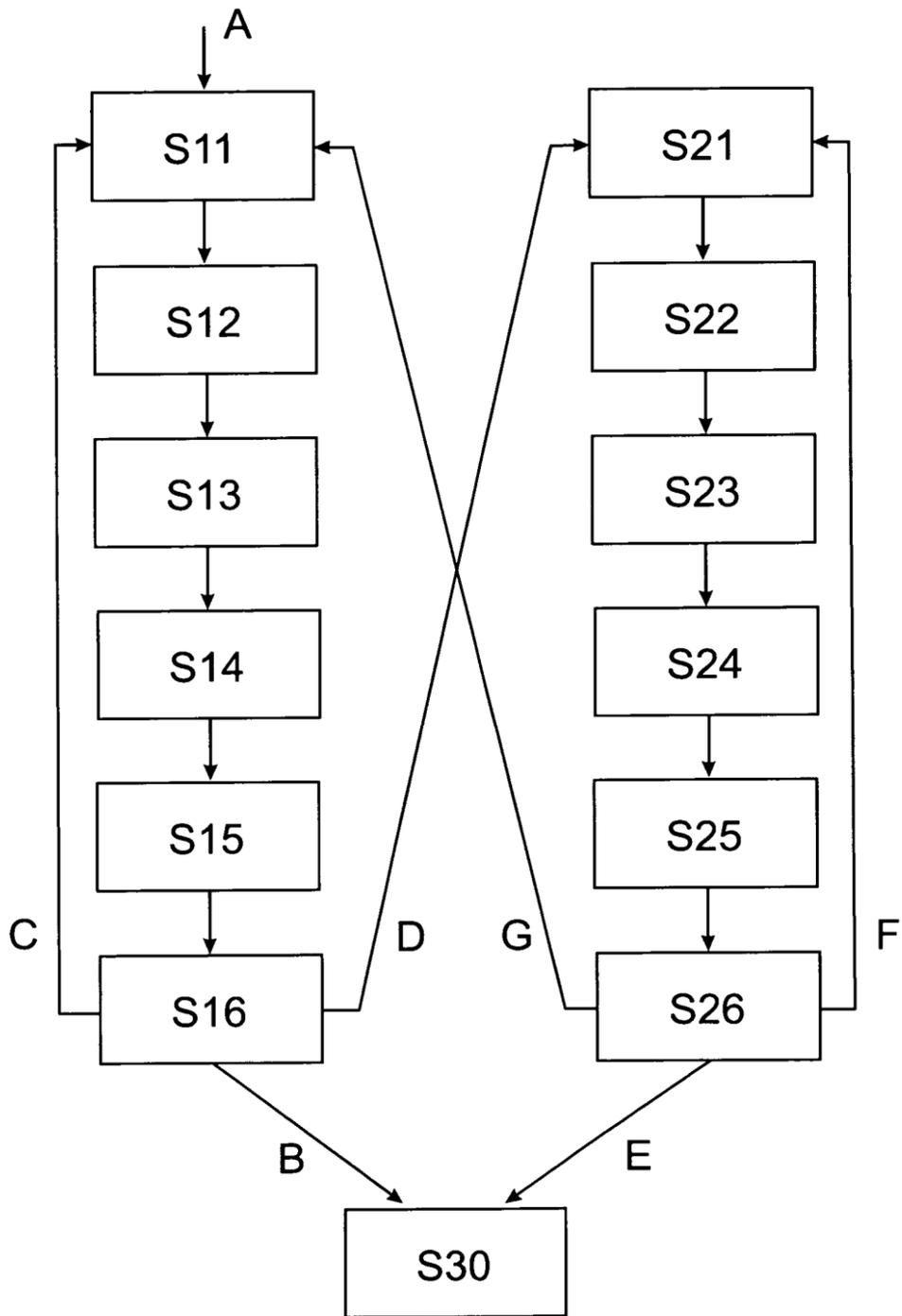


Fig. 1

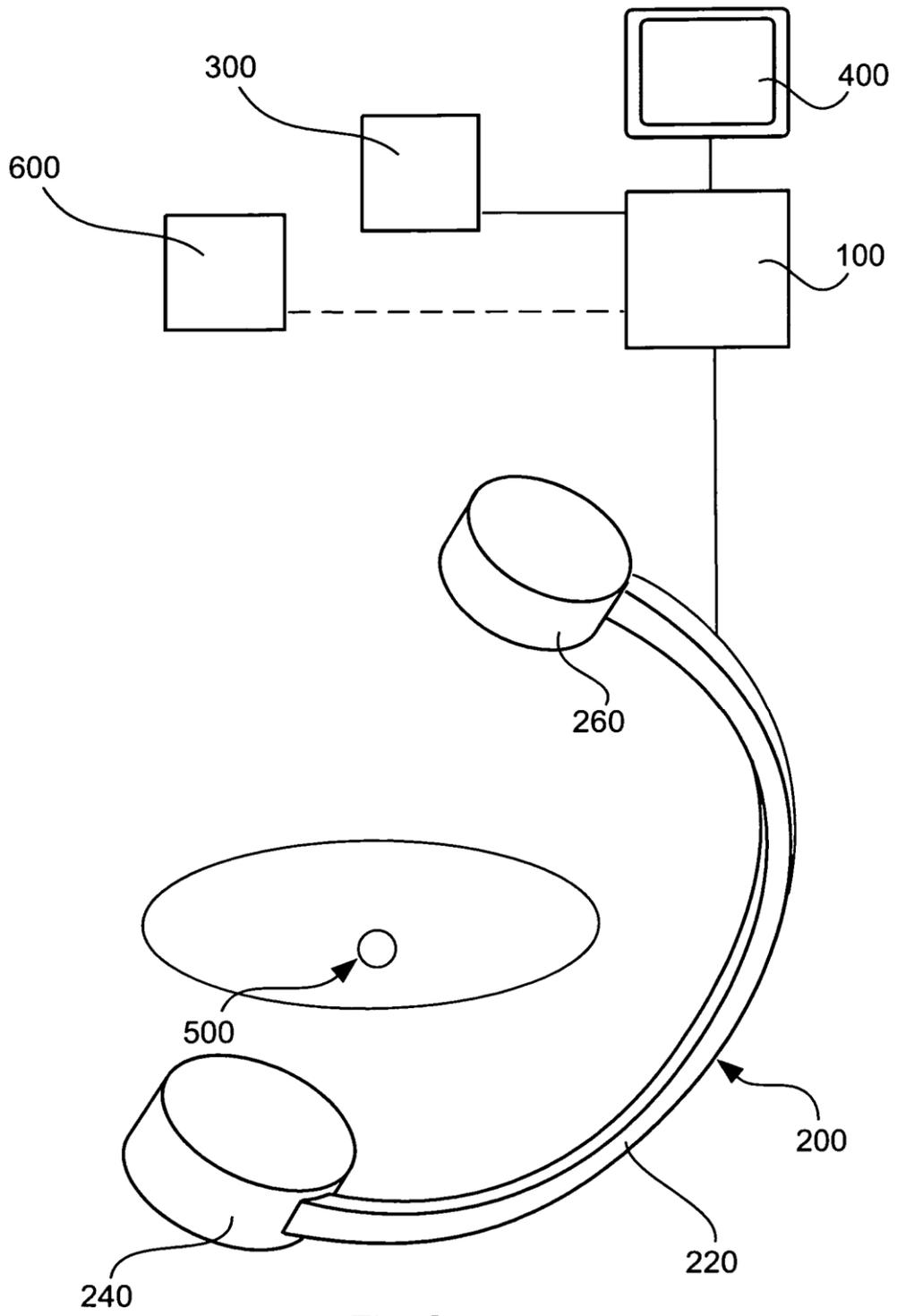


Fig. 2

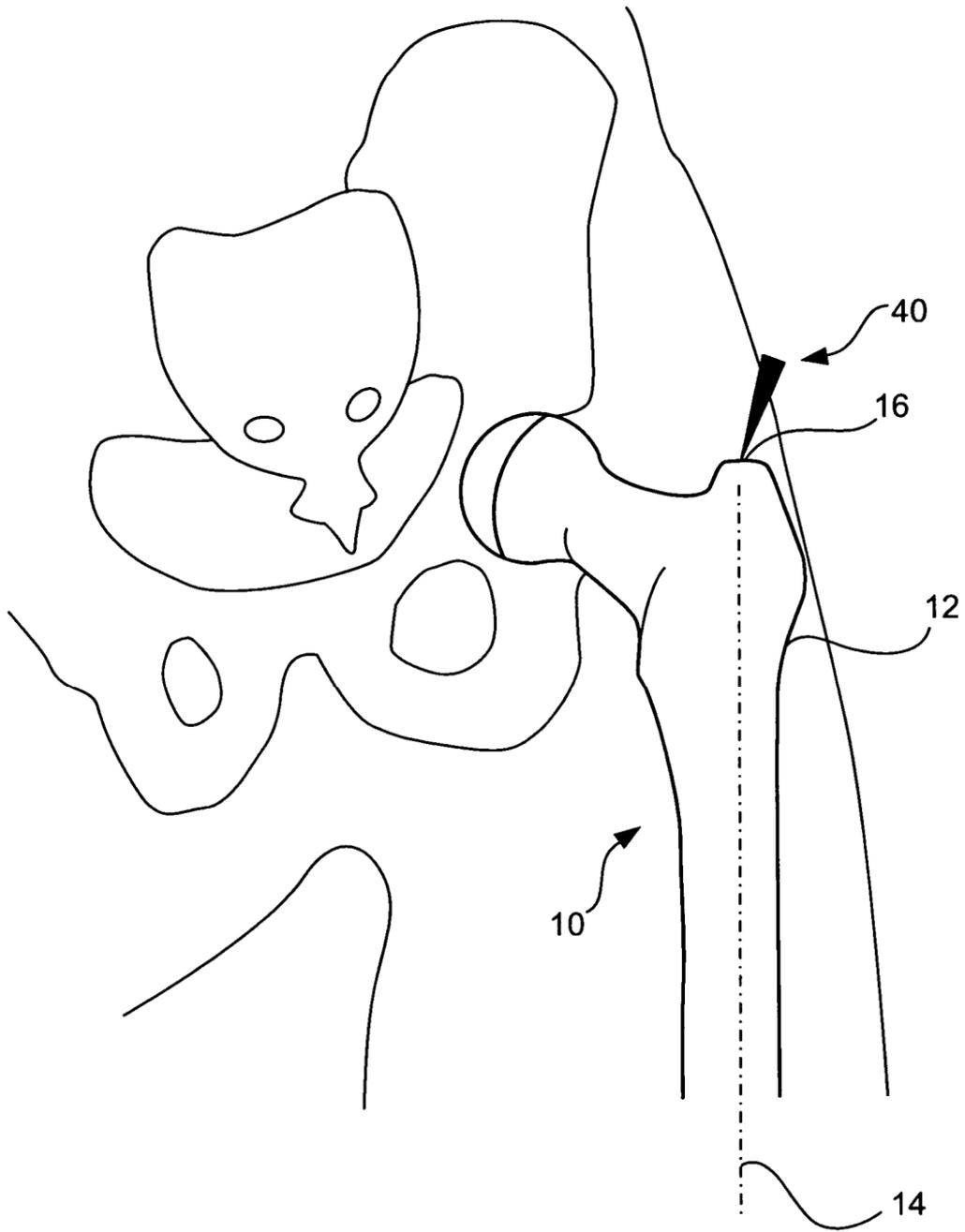


Fig. 3

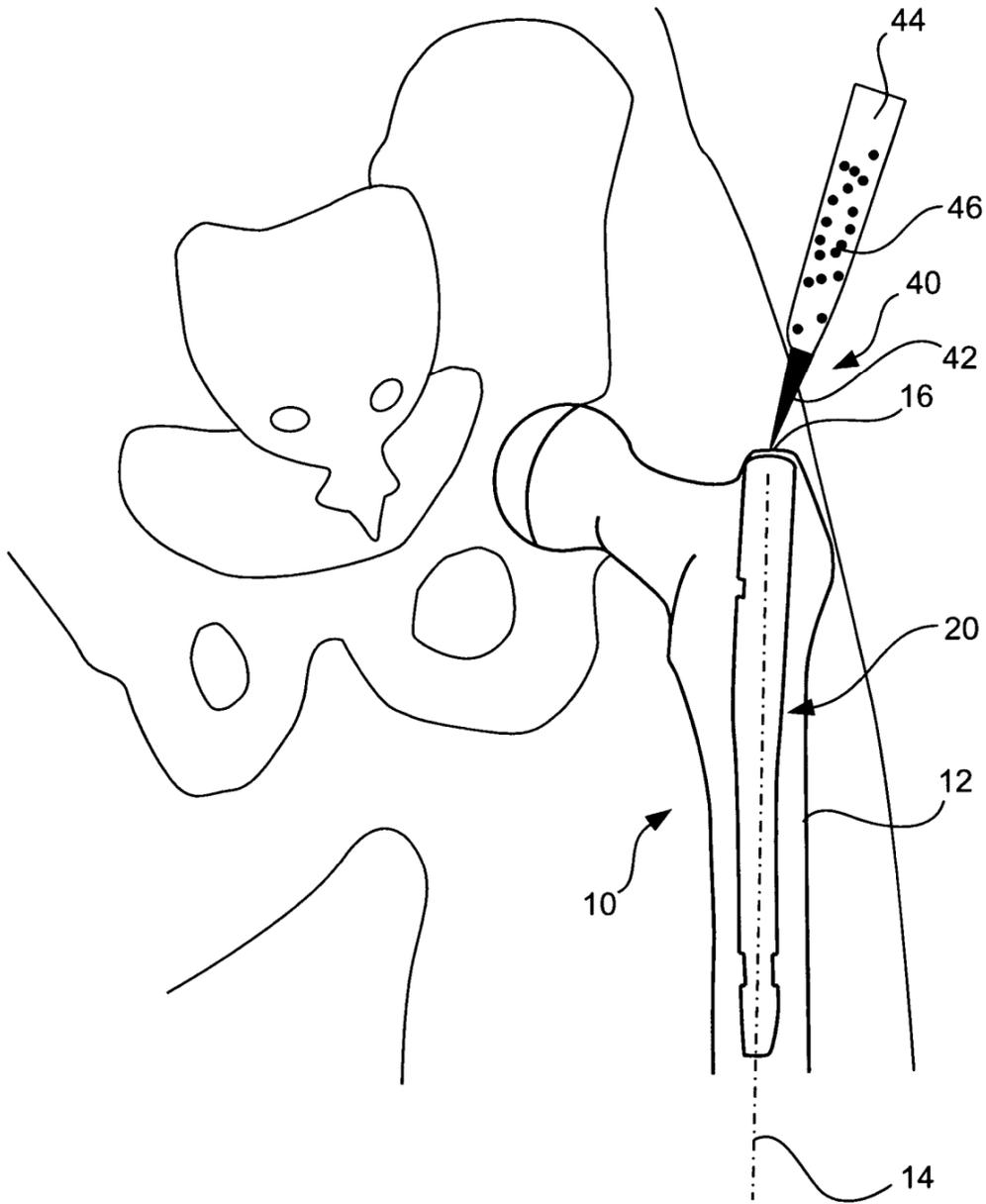


Fig. 4

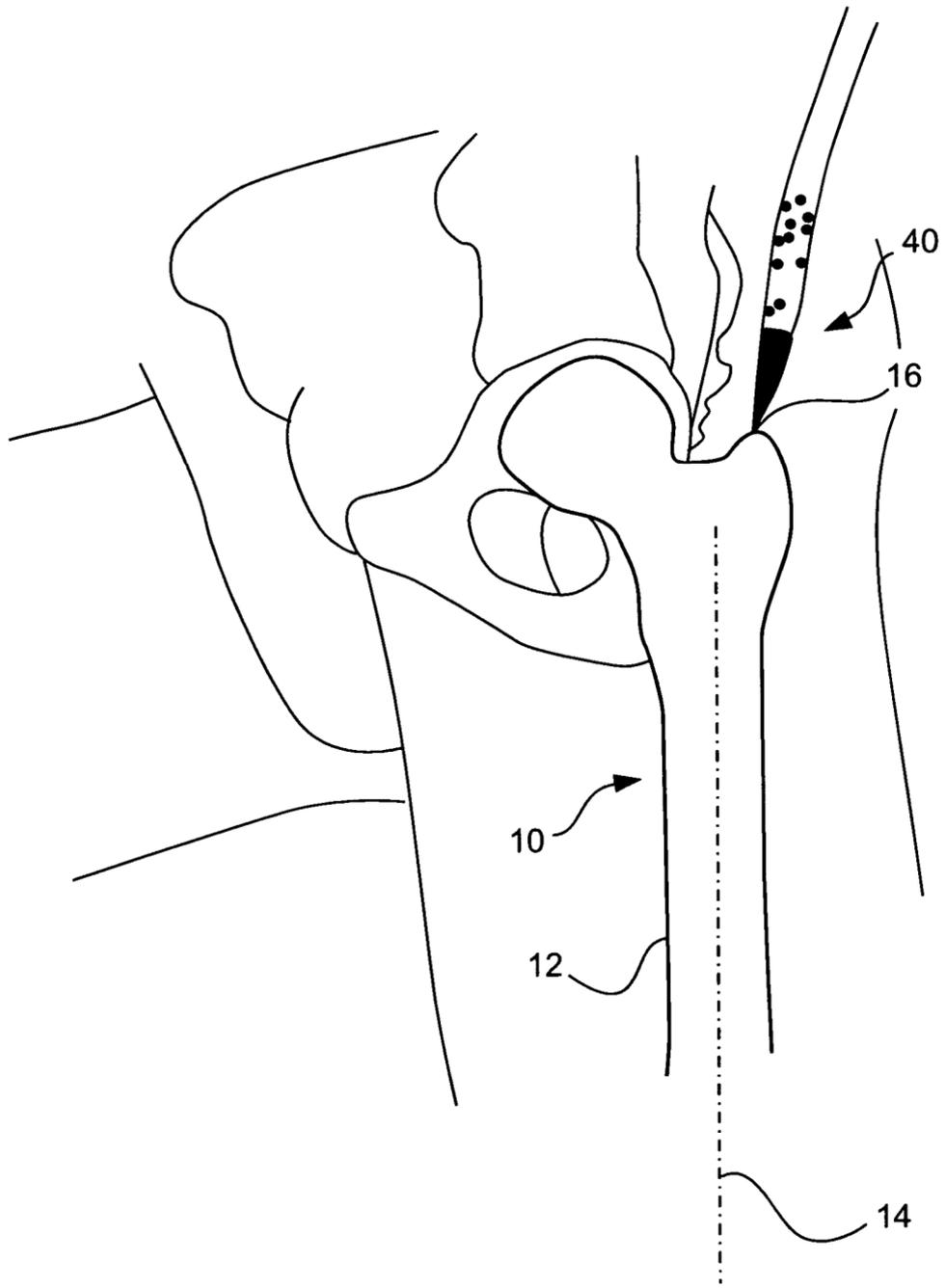


Fig. 5

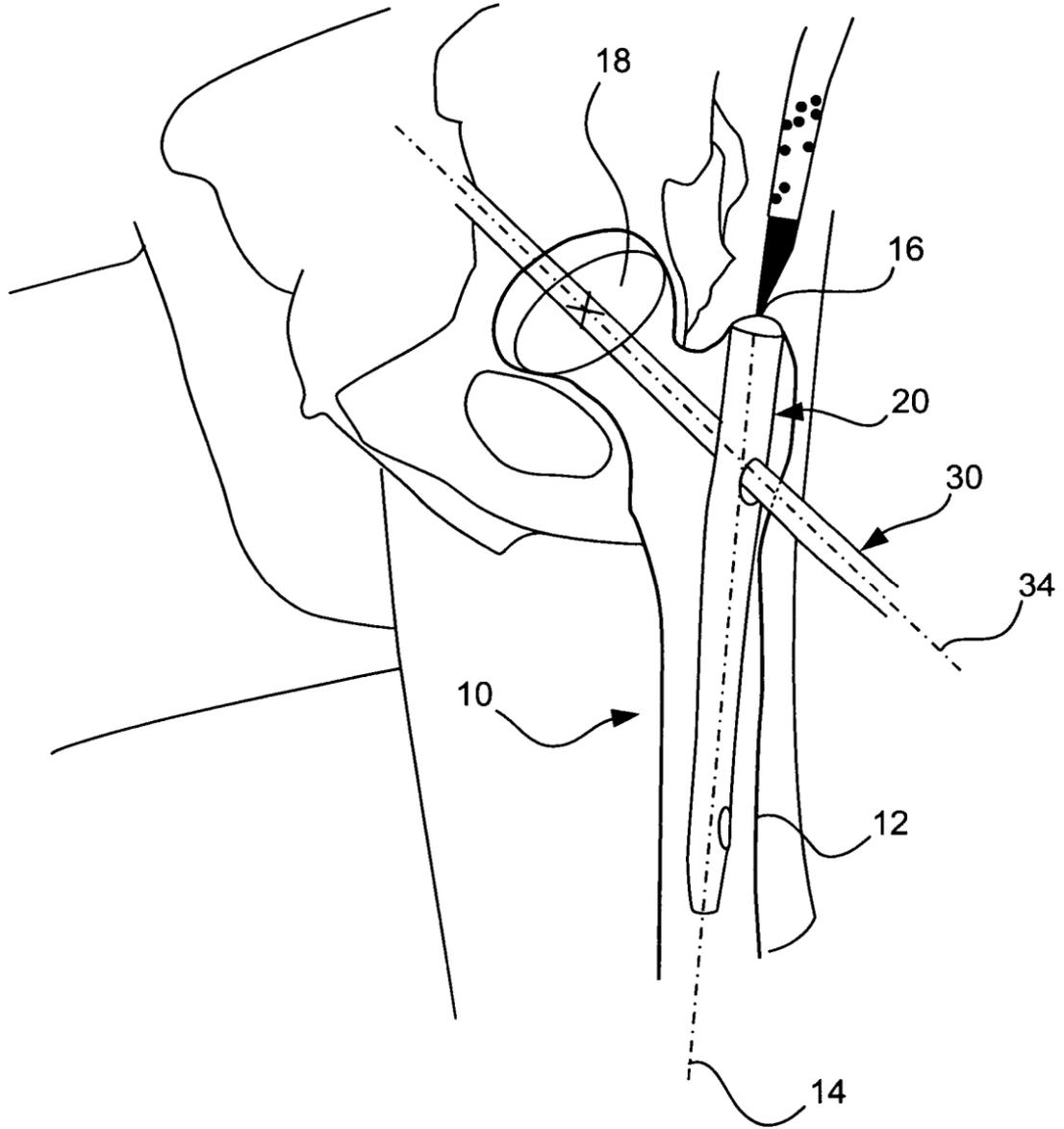


Fig. 6

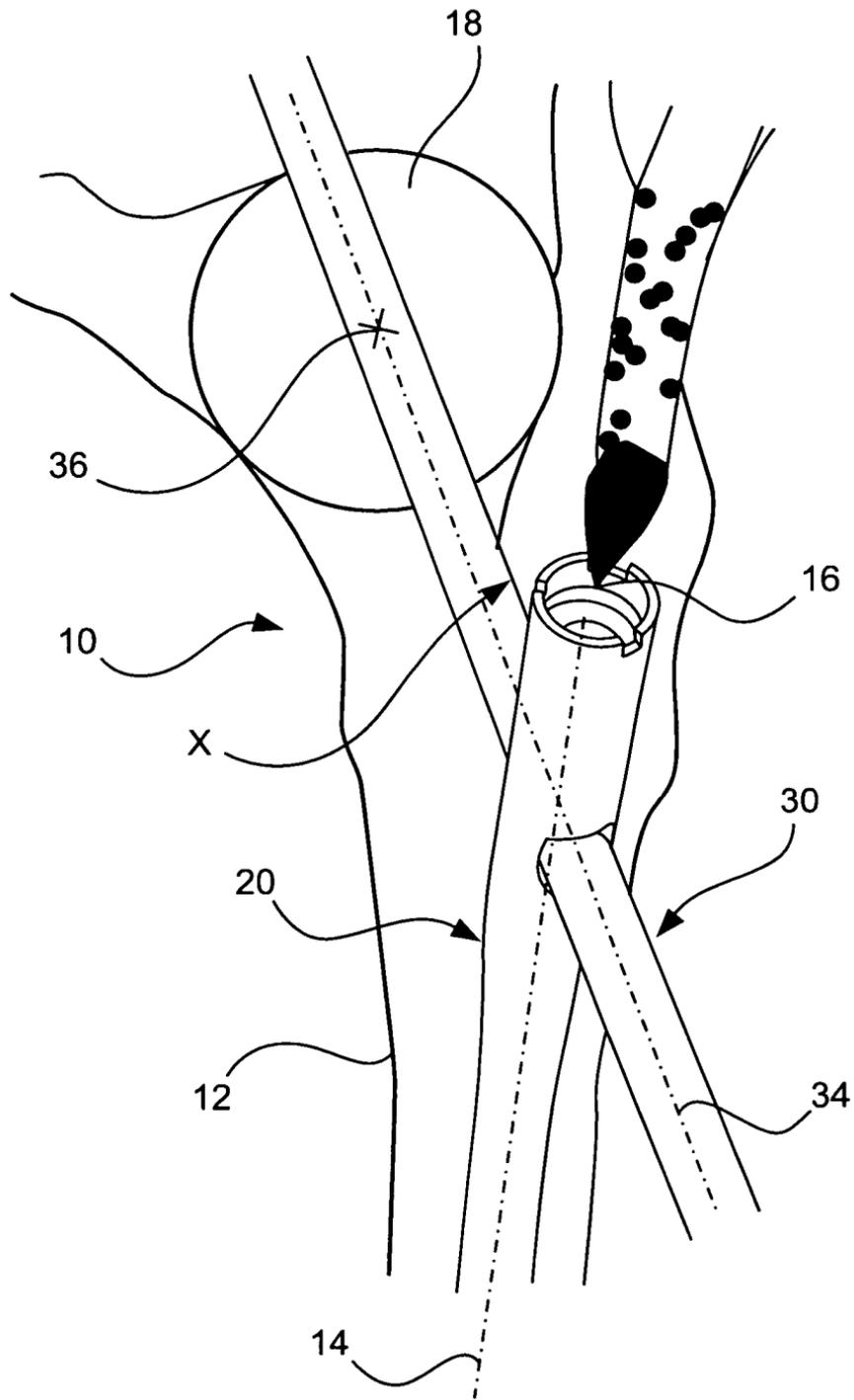


Fig. 7

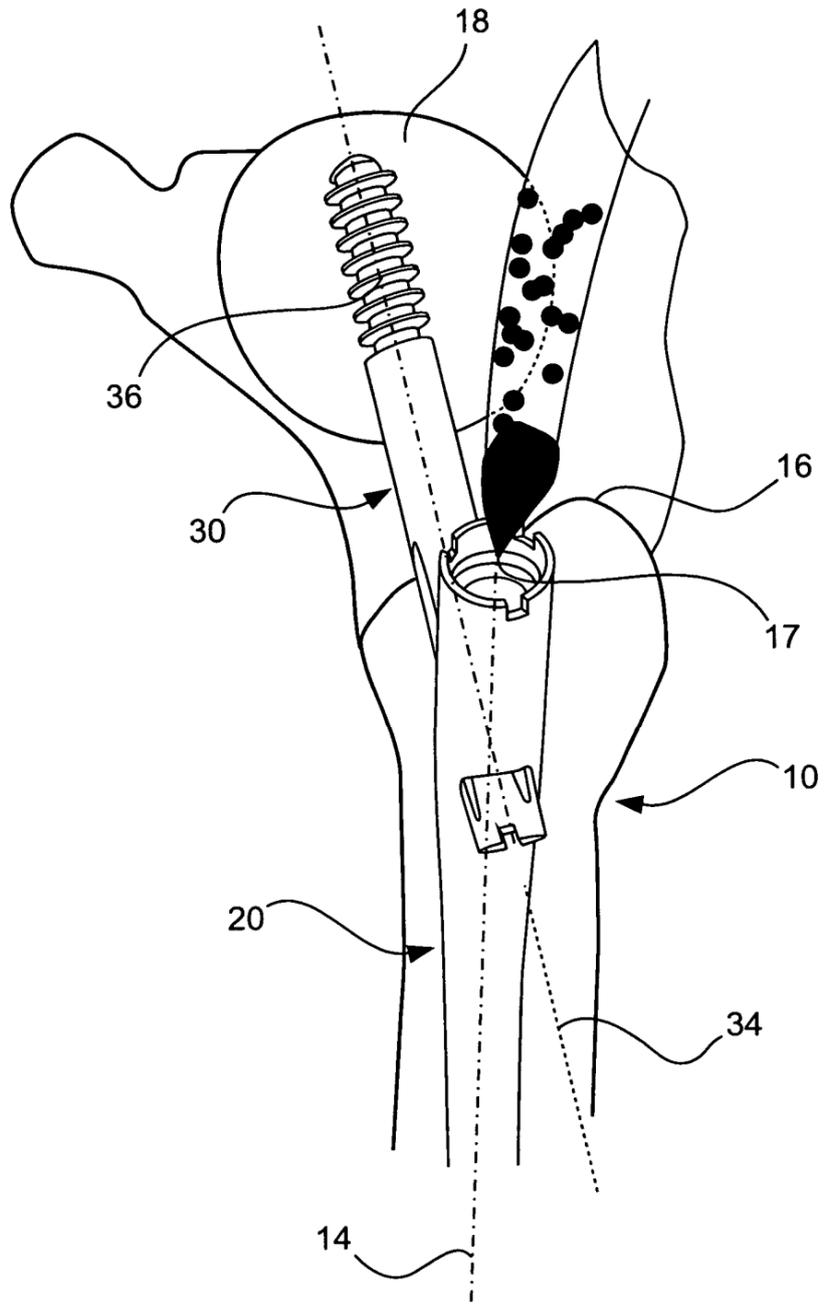


Fig. 8