

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 053**

51 Int. Cl.:

A61B 17/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2014 PCT/US2014/069367**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15089086**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2014 E 14869558 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3079612**

54 Título: **Sistema de fijación de cadera elástico basado en clavos**

30 Prioridad:

09.12.2013 US 201361913611 P

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

10.02.2021

73 Titular/es:

**ACUMED LLC (100.0%)
5885 N.W. Cornelius Pass Road
Hillsboro, OR 97124, US**

72 Inventor/es:

**EHMKE, LARRY W.;
HORST, STEVEN P.;
SOMMERS, MARK B. y
CONLEY, BRIAN R.**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 805 053 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

Sistema de fijación de cadera elástico basado en clavos

5 Introducción

La articulación de la cadera es una articulación sinovial formada por la articulación de la cabeza del fémur y el acetábulo de la pelvis. Las articulaciones de la cadera soportan el peso del cuerpo cuando una persona está de pie, caminando o corriendo, entre otros.

10

El trauma en el fémur puede fracturar el fémur proximal cerca de la articulación de la cadera. En dependencia de la posición y la gravedad de la fractura, la cabeza femoral puede reemplazarse con una prótesis, o el hueso puede estabilizarse con un dispositivo de fijación implantado para mantener la cabeza femoral en posición mientras el fémur sana.

15

Un dispositivo de fijación basado en clavos que implica un clavo intramedular y un tornillo se usa comúnmente para la fijación. El clavo se coloca axialmente en el fémur proximal desde un extremo proximal del mismo. A continuación, el tornillo se inserta oblicuamente en el fémur proximal desde un lado lateral del mismo, a través del clavo y el cuello femoral, y en la cabeza femoral. El tornillo puede colocarse en un ángulo de aproximadamente 125 grados con respecto al clavo, para tener en cuenta el ángulo entre la cabeza/cuello femoral y el eje femoral. El tornillo y el clavo generalmente abarcan la fractura. En consecuencia, el tornillo puede transferir la carga de la cabeza femoral al clavo, el cual puede estabilizar el fémur fracturado de más efectivamente y mejorar la sanación.

20

25

El tornillo no puede fijarse con respecto al clavo. En cambio, puede permitirse que el tornillo se deslice paralelo a su eje largo en una abertura definida por el clavo. Más particularmente, puede permitirse que el tornillo migre lateralmente (anatómicamente) después de la instalación, para la compresión dinámica de la fractura, la cual puede fomentar y mejorar la sanación de la fractura.

30

La capacidad del tornillo para migrar puede mejorar el rendimiento drásticamente. Sin embargo, el dispositivo de fijación no siempre proporciona un resultado exitoso. En algunos casos, la cabeza femoral se daña por el corte, donde la migración de la cabeza femoral en relación con el tornillo hace que el tornillo se proyecte a través de la superficie articular de la cabeza femoral, y/o para dividir la cabeza femoral.

35

El documento US2007/0233103 A1 describe un clavo intramedular para su uso con un buje y un tornillo en un canal medular de un hueso largo.

El documento US2006/0069392 A1 describe un clavo endomedular para el tratamiento de fracturas de fémur proximal.

40

Se necesita un sistema de fijación de cadera mejorado basado en clavos.

Resumen

La presente descripción proporciona un sistema, incluyendo dispositivos, y kits, para la fijación de cadera.

45

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de fijación de cadera que comprende:

un clavo intramedular configurado para colocarse longitudinalmente en un fémur proximal de un sujeto;

un elemento de fijación configurado para colocarse en el fémur proximal y transversalmente a través del clavo, de manera que el elemento de fijación es deslizable a lo largo de su eje largo en el clavo y se extienda fuera del clavo a una cabeza del fémur proximal y esté anclado en la cabeza; y caracterizado por

50

un miembro elástico ubicado en el clavo y configurado para deformarse reversiblemente en respuesta a una carga aplicada a la cabeza del fémur proximal por el sujeto después de que el clavo y el miembro de fijación hayan sido implantados en el fémur proximal del sujeto, para cambiar reversiblemente una orientación angular del elemento de fijación con respecto al clavo.

55

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de fijación de cadera, que comprende:

un clavo intramedular configurado para colocarse longitudinalmente en un fémur proximal y la definición de una abertura transversal;

60

un manguito montado en la abertura transversal del clavo;

un tornillo configurado para colocarse en el fémur proximal y transversalmente a través del manguito, de manera que el tornillo pueda deslizarse a lo largo de su eje largo en el manguito y se extienda fuera del clavo a una cabeza del fémur proximal para el acoplamiento roscado con la cabeza; y caracterizado por

65

un miembro elástico ubicado en el clavo entre el manguito y una pared de la abertura y configurado para deformarse reversiblemente en respuesta a una carga aplicada a la cabeza del fémur proximal después de la colocación del tornillo, para cambiar reversiblemente una orientación angular del tornillo con respecto al clavo.

Breve descripción de los dibujos

5 La Figura 1 es una vista frontal de los aspectos seleccionados de un sistema ilustrativo de fijación de cadera elástico instalado en un fémur proximal fracturado e incluyendo un clavo intramedular y un elemento de fijación que se extiende de manera oblicua y deslizada a través del clavo, con el clavo que contiene un miembro elástico incluyendo un elastómero, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

10 La Figura 2 es una vista frontal fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 1, tomada en ausencia del fémur proximal y que muestra el movimiento angular del elemento de fijación con respecto al clavo en el contorno fantasma.

15 La Figura 3 es una vista fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 1, tomada generalmente a lo largo de la línea 3-3 de la Figura 2 de manera que el sistema se ves a lo largo del elemento de fijación deslizable desde un extremo delantero del mismo.

La Figura 4 es una vista seccional fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 1, tomada generalmente a lo largo de la línea 4-4 de la Figura 3 a través de un plano central del sistema.

20 La Figura 5 es una vista fragmentaria, tomada generalmente como en la Figura 3, de otro sistema ilustrativo de fijación de cadera elástico incluyendo un clavo intramedular y un elemento de fijación deslizable, con el clavo que contiene un miembro elástico incluyendo un elastómero, de acuerdo con los aspectos de la presente descripción.

25 La Figura 6 es una vista seccional fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 5, tomada generalmente a lo largo de la línea 6-6 de la Figura 5 a través de un plano central del sistema.

30 La Figura 7 es una vista frontal fragmentaria de otro sistema ilustrativo de fijación de cadera elástico incluyendo un clavo intramedular y un elemento de fijación deslizable, con el clavo que contiene un miembro elástico estructurado como un resorte de arco, de acuerdo con los aspectos de la presente descripción.

La Figura 8 es una vista seccional fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 7, tomada generalmente a lo largo de la línea 8-8 de la Figura 7 a través del resorte de arco.

35 La Figura 9 es una vista seccional fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 7, tomada generalmente a lo largo de la línea 9-9 de la Figura 8 a través del resorte de arco.

40 La Figura 10 es una vista frontal fragmentaria de otro sistema ilustrativo de fijación de cadera elástico incluyendo un clavo intramedular y un elemento de fijación deslizable, con el clavo que contiene un miembro elástico y un manguito cada uno formado integralmente con el clavo, de acuerdo con los aspectos de la presente descripción.

La Figura 11 es una vista lateral fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 10, tomada generalmente a lo largo de la línea 11-11 de la Figura 10 en ausencia del elemento de fijación deslizable.

45 La Figura 12 es una vista lateral fragmentaria del sistema de fijación de cadera de la Figura 10, tomada generalmente a lo largo de la línea 12-12 de la Figura 10 en ausencia del elemento de fijación deslizable.

50 La Figura 13 es una vista de elevación fragmentaria de una forma modificada del sistema de fijación de cadera de la Figura 10, tomada generalmente como en la Figura 11, y que tiene un material elástico dispuesto entre elementos de conexión deformables del miembro elástico.

La Figura 14 es una vista de elevación fragmentaria de otra forma modificada del sistema de fijación de cadera de la Figura 10, tomada generalmente como en la Figura 11, y que tiene un material elástico dispuesto en cada abertura que es intermedia entre el manguito y el clavo.

55 Descripción detallada

60 La presente descripción proporciona un sistema, incluyendo dispositivos, y kits, para la fijación de cadera. El sistema puede comprender un clavo intramedular configurado para colocarse longitudinalmente en un fémur proximal. El sistema también puede comprender un elemento de fijación configurado para colocarse transversalmente a través del clavo, de manera que el elemento de fijación es deslizable a lo largo de su eje largo en el clavo y se extienda fuera del clavo a la cabeza del fémur proximal y se ancla en la cabeza. Un miembro elástico puede ubicarse en el clavo y configurarse para deformarse reversiblemente en respuesta a una carga aplicada a la cabeza del fémur proximal después de la colocación del elemento de fijación, para cambiar reversiblemente una orientación angular del elemento de fijación con respecto al clavo.

65

El sistema de fijación de cadera de la presente descripción puede tener una rigidez reducida (mayor cumplimiento), para reducir las cargas máximas creadas en la interfaz implante-hueso (en la cabeza femoral), reduciendo de esta manera la propensión a la formación de microgrietas, el cual en última instancia puede conducir al corte del implante a través de la cabeza femoral. En consecuencia, el sistema de fijación de cadera puede tener varias ventajas sobre los sistemas de fijación de cadera existentes, incluyendo una menor incidencia de corte a través de la cabeza femoral, una mayor comodidad del paciente, una mejor amortiguación de la fuerza, menos virutas creadas por el desgaste, y/o similares.

Aspectos adicionales de la presente descripción se describen en las siguientes secciones: (I) perspectiva general de los sistemas de fijación de cadera elásticos basados en clavos, (II) métodos de fijación ósea, (III) composición de componentes del sistema, (IV) kits y (V) ejemplos.

I. Perspectiva general de los sistemas de fijación de cadera elásticos basados en clavos.

Esta sección se describen sistemas ilustrativos de fijación de cadera basados en clavos que tienen un elemento de fijación deslizable, como un tornillo, que se extiende fuera de un clavo intramedular y orientado angularmente con respecto al clavo mediante una interfaz elástica.

Las Figuras 1-4 muestran varias vistas de un sistema ilustrativo de fijación de cadera 50 instalado en un fémur proximal fracturado 52 (Figura 1) o en ausencia del fémur (Figuras 2-4). El sistema 50 (denominado indistintamente un implante o un dispositivo) puede incluir un clavo intramedular 54 cruzado por un elemento de fijación deslizable 56 (indistintamente llamado un sujetador). El elemento de fijación 56 es deslizable, indicado por una flecha de movimiento en 58, con relación al clavo en un eje 60 (consulte la Figura 2). El eje puede ser coaxial al eje largo central del elemento de fijación y puede ser móvil, como se describe con más detalle a continuación, para cambiar una orientación angular del elemento de fijación con respecto al clavo, indicado en el contorno fantasma en 62 y por una flecha de movimiento en 63. El elemento de fijación puede conservar la capacidad de deslizarse a lo largo de su eje largo a medida que su orientación angular varía. En algunas modalidades, el elemento de fijación puede no ser deslizable en el clavo después de que el sistema de fijación está completamente instalado en el fémur. En algunas modalidades, el elemento de fijación puede ser deslizable en ambas direcciones paralelas al eje largo del elemento de fijación. En algunas modalidades, el elemento de fijación puede ser deslizable lateralmente y no medialmente a lo largo del eje largo del elemento de fijación.

El clavo 54 puede configurarse para colocarse en un canal medular 64 del fémur proximal 52 desde un extremo proximal del mismo (consulte la Figura 1). El extremo del clavo puede estar al ras, empotrado o saliente después de colocarse en el fémur proximal. El clavo puede tener una región delantera 66 que se proyecta desde una región posterior 68. La región delantera puede tener un diámetro promedio menor que la región posterior y puede describirse como un vástago o eje, y la región posterior como una cabeza. El clavo puede estrecharse hacia la región delantera y/o el límite delantero del clavo. El clavo puede ser lineal de manera que las regiones delanteras y posteriores 66, 68 son coaxiales. Alternativamente, el clavo puede tener una curva longitudinal, como se muestra, de manera que las regiones delanteras y posteriores se compensan angularmente entre sí por al menos aproximadamente 1, 2, 4 o 6 grados, entre otras.

El clavo puede definir una o más aberturas transversales 70, 72 que se extienden transversalmente (ortogonal u oblicuamente) a través del clavo, como entre las regiones de pared lateral opuestas del clavo. Cada abertura puede ser una abertura de bloqueo (por ejemplo, roscada) o sin bloqueo. La abertura proximal 70 puede definirse por la región posterior 68 del clavo. La abertura proximal puede dimensionarse para recibir y rodear una región del elemento de fijación 56, con el elemento de fijación extendiéndose a través de la abertura. La abertura proximal puede estar parcialmente llena u ocupada antes de que el elemento de fijación se coloque en la abertura proximal, como se describe abajo.

El clavo también puede definir una o más aberturas transversales distales 72 para recibir al menos otro sujetador, como un tornillo óseo 74, que une la región delantera 66 del clavo a una región del eje del fémur. El clavo adicional puede definir un diámetro axial 76 que se extiende en el clavo desde el límite posterior del clavo (consulte la Figura 4). El diámetro axial 76 puede extenderse a lo largo de cualquier porción adecuada de la longitud del clavo, como solo en la región posterior, a través de la región posterior y en la región delantera pero no completamente a través del clavo, o a través de toda la longitud del clavo. En algunas modalidades, el clavo puede definir dos o más aberturas proximales para recibir dos o más elementos de fijación proximales 56.

La abertura proximal 70 (y/o el elemento de fijación 56) puede extenderse a través del clavo 54 transversalmente, en un ángulo oblicuo con relación al clavo, como en un ángulo obtuso mayor que aproximadamente 110 grados o aproximadamente 110-150, 120-140, o 120-130 grados, entre otros. La abertura proximal puede o no ser cilíndrica y puede o no variar en diámetro a lo largo de la abertura.

La pared de la abertura proximal puede o no configurarse para entrar en contacto con el elemento de fijación. Por ejemplo, al menos un miembro de soporte, como un manguito 78 (indistintamente llamado un buje), puede colocarse y/o montarse en la abertura (consulte las Figuras 3 y 4). El manguito puede entrar en contacto con el elemento de fijación mientras permite que el elemento de fijación se deslice en el clavo. El manguito puede mantener la separación entre el clavo 54 y el elemento de fijación 56. El manguito puede definir un canal 79 ligeramente mayor que el diámetro del eje del elemento de fijación, para permitir que el elemento de fijación se deslice en el canal 79 sin ningún cambio sustancial en la orientación angular del elemento de fijación con respecto al manguito.

Un miembro elástico 80 puede ubicarse al menos parcialmente en el clavo 54, dentro de la abertura transversal 70 (véanse las Figuras 2-4), y puede diferenciarse desde el elemento de fijación 56. El miembro elástico alternativamente, puede describirse como un miembro distorsionante o un miembro deformable. El miembro elástico 80 forma al menos parte de una interfaz elástica 82 (que puede describirse como una interfaz deformable y/o distorsionante) que permite el movimiento angular del elemento de fijación 56 con respecto al clavo 54, indicado en 62 y 63 en la Figura 2. Por ejemplo, una fuerza o carga hacia abajo 84 aplicada al extremo del elemento de fijación 56 a través del hueso, como cuando un sujeto (el receptor del implante) está de pie o caminando, aplica un torque al elemento de fijación 56. El torque puede causar la deformación del miembro 80 elástico y un cambio que acompaña en la orientación angular del elemento de fijación. La deformación del miembro elástico puede absorber parte de la carga aplicada a la articulación de la cadera y puede ayudar a controlar y amortiguar la transferencia de carga durante el uso de la articulación de la cadera (como cuando se camina). El elemento de fijación 56 puede cambiar su orientación angular en una dirección en varo, indicada en 62, en respuesta a la carga 84 (consulte la Figura 2). La cabeza femoral unida 85 puede moverse con el elemento de fijación, produciendo un desplazamiento en varo de la cabeza femoral, el cual puede reducir la tendencia del elemento de fijación a moverse con relación a la cabeza femoral.

Los cambios en la orientación angular del elemento de fijación pueden ser dinámicos a medida que se mueve el sujeto. Por ejemplo, estos cambios pueden ser cíclicos cuando el sujeto camina. El elemento de fijación puede moverse hacia una orientación más perpendicular cuando se aplica la carga 84 (es decir, cuando el fémur asociado soporta el peso del sujeto) y puede volver a una orientación más oblicua cuando se elimina la carga 84 (por ejemplo, cuando el fémur contralateral soporta el peso del sujeto).

La interfaz 82 elástico puede permitir que el elemento de fijación 56 cambie su orientación angular con respecto al clavo 54 por cualquier cantidad adecuada de una configuración relativamente neutral o descargada ("hogar") durante el uso normal, como menos de aproximadamente 5 o 2 grados, y/o al menos aproximadamente 0,2, 0,5 o 1 grado, entre otros. El extremo del elemento de fijación más alejado del clavo puede tener un rango máximo de movimiento de la configuración neutra o descargada durante el uso normal de menos de aproximadamente 5 mm o 2 mm, o mayor de aproximadamente 0,5 mm o 1 mm, entre otros.

El miembro elástico (y/o la interfaz elástica) es resistente (indistintamente término elástico), lo que significa que el miembro elástico (y/o la interfaz elástica) es capaz de recuperar su forma y tamaño anteriores después de deformarse (es decir, después de eliminar una fuerza/carga de deformación). La resistencia del miembro elástico (y/o interfaz elástica) almacena energía y a continuación usa la energía almacenada para instar al elemento de fijación a una posición u orientación neutral/descargada cuando se reduce o elimina la carga. El miembro elástico puede ser viscoelástico. En algunas modalidades, el miembro elástico puede describirse como un resorte. El miembro elástico puede actuar como un amortiguador mecánico, el cual puede absorber energía para funcionar como un amortiguador, particularmente para absorber los impactos repentinos producidos por ponerse de pie, caminar, correr, etc.

En algunas modalidades, el miembro elástico puede proporcionar resistencia/absorción de carga no lineal. Por ejemplo, a medida que el miembro elástico se deforma, la deformación adicional puede ser progresivamente más difícil y la carga necesaria para la deformación adicional puede aumentar no linealmente. El miembro elástico puede formarse por un solo material o puede ser un compuesto de dos o más materiales, como metal y polímero, para proporcionar una amortiguación óptima.

El miembro elástico 80 puede tener cualquier ubicación y estructura adecuada. El miembro elástico puede contenerse al menos parcialmente por el clavo y de este modo puede disponerse al menos parcial o completamente dentro del clavo 54 y/o dentro de una abertura transversal del mismo. La ubicación del miembro elástico completamente dentro del clavo antes de la instalación del clavo puede facilitar el avance del clavo en el fémur sin interferencia de ninguna porción sobresaliente del elemento de fijación. El miembro elástico puede disponerse al menos parcial o predominantemente inferior a (debajo) el elemento de fijación, al menos parcial o predominantemente superior a (arriba) el elemento de fijación, o ambos, entre otros. En consecuencia, el miembro elástico puede sujetar una porción del eje del elemento de fijación y/o puede rodear la porción del eje.

El miembro elástico, o al menos una porción del mismo, puede ser diferenciado o continuo con el clavo. El miembro elástico puede incluir solo un único elemento deformable o dos o más elementos deformables diferenciados, como los elementos superiores e inferiores deformables 86, 88 que forman colectivamente el miembro elástico (consulte las Figuras 3 y 4). Por ejemplo, en la modalidad representada, los elementos 86 y 88 se disponen respectivamente, superior e inferior al elemento de fijación 56 (es decir, los elementos sujetan colectivamente una porción del elemento de fijación de arriba y abajo). El miembro elástico y/o cada elemento deformable puede formar una clave de proyección 90 que se recibe en una cavidad complementaria definida por el clavo, o viceversa, para restringir el movimiento del miembro elástico con respecto al clavo. Alternativamente, o además, las superficies colindadas del manguito 78 y el miembro elástico 80, y/o las superficies colindantes del miembro elástico 80 y una pared interior del clavo 54 (formada por la abertura transversal 70) pueden tener características superficie complementarias de 92, específicamente, proyecciones (por ejemplo, púas/crestas) y las cavidades o hendiduras correspondientes (por ejemplo, ranuras). Las características de superficie complementarias pueden restringir el movimiento traslacional y/o rotacional del manguito 78, el miembro elástico 80 y/o con respecto al clavo 54 entre sí.

El miembro elástico 80 puede proporcionar resistencia radialmente uniforme o radialmente no uniforme al movimiento angular (y/o rangos radialmente uniformes o radialmente no uniformes de movimiento angular) del elemento de fijación 56 con respecto al clavo 54. Por ejemplo, en la modalidad representada, el miembro elástico 80 no se coloca simétricamente alrededor del elemento de fijación 56 (consulte la Figura 3). El miembro elástico no puede rodear completamente ninguna porción del elemento de fijación 56, como se muestra, o puede extenderse completamente alrededor del elemento de fijación en una o más posiciones a lo largo del elemento de fijación. Además, el grosor del miembro elástico puede (o no) variar alrededor y/o a lo largo del elemento de fijación. En la Figura 3, el miembro 80 elástico se coloca por encima y debajo del elemento de manguito y fijación, pero no sustancialmente en los lados opuestos del manguito y el elemento de fijación, lo que hace que el movimiento angular del elemento de fijación se limite sustancialmente a un plano de un conjunto de tres planos mutuamente ortogonales (aquí, un plano vertical definido por los ejes largos del clavo 54 y el elemento de fijación 56). El miembro elástico también puede tener un grosor que varía a lo largo del manguito. Por ejemplo, en la modalidad representada, el miembro elástico es más grueso por debajo en relación con el elemento de fijación cerca del lado medial del clavo, pero esta relación se invierte cerca del lado lateral del clavo (consulte las Figuras 3 y 4). En consecuencia, el miembro elástico puede proporcionar resistencia diferencial al movimiento angular del elemento de fijación en direcciones de rotación opuestas en un plano, como se muestra, o puede ofrecer una resistencia igual en ambas direcciones de rotación.

En algunas modalidades, el movimiento angular del elemento de fijación puede restringirse sustancialmente a un plano frontal, de manera que el movimiento anterior/posterior del elemento de fijación es menor que el movimiento en el plano frontal. Sin embargo, el sistema puede diseñarse para permitir cualquier cantidad adecuada de movimiento anterior/posterior del elemento de fijación.

El elemento de fijación puede cambiar su orientación angular sobre un eje de pivote o centro de rotación, que puede ser fijo o móvil con respecto al elemento de fijación y/o clavo a medida que cambia la orientación angular. El eje de pivote o centro de rotación puede estar dentro o fuera del clavo.

En la modalidad representada, el elemento de fijación 56 tiene un mayor rango de movimiento angular en un primer plano definido colectivamente por el clavo 54 y el elemento de fijación 56, en relación con un segundo plano ortogonal al primer plano y que contiene el eje largo del elemento de fijación 56. Además, la resistencia al movimiento angular, y/o el rango de movimiento angular, del elemento de fijación 56 en el primer plano puede ser diferente en direcciones de rotación opuestas (en el sentido de las manecillas del reloj (varo para la porción de fijación del elemento de fijación) y en sentido contrario a las manecillas del reloj (valgo para la porción de fijación del elemento de fijación) en la Figura 2), desde la posición neutra o descargada (hogar) del elemento de fijación. La resistencia a mover el elemento de fijación a una orientación más ortogonal con respecto al clavo (en el sentido de las manecillas del reloj en la Figura 2) puede ser menor que la resistencia a mover el elemento de fijación a una orientación menos ortogonal con respecto al clavo (en sentido contrario a las manecillas del reloj en la Figura 2), desde una orientación descargada, o viceversa.

El miembro elástico 80 y/o cada elemento deformable 86, 88 del mismo pueden tener propiedades adecuadas. El miembro elástico puede, por ejemplo, estar formado de un polímero, y puede describirse como un miembro elastomérico. El miembro elástico puede formarse in situ (por ejemplo, en la abertura proximal 70 del clavo y/o alrededor del manguito 78) o puede formarse por separado del clavo (y/o el manguito) y a continuación colocarse en el clavo (y/o alrededor del manguito) después de la formación (por ejemplo, durante la fabricación del clavo o durante un procedimiento quirúrgico para instalar el sistema de fijación). Los elementos deformables colectivamente pueden extenderse incompletamente alrededor del manguito 78 para formar un par de huecos 94a, 94b dispuestos respectivamente hacia adelante y hacia atrás del elemento de fijación 56 después de que el sistema de fijación 50 se instale en el fémur (es decir, respectivamente más cerca de los lados anterior y posterior del clavo). Alternativamente, el miembro 80 elástico puede rodear el elemento de fijación circunferencialmente.

El grosor de la pared del miembro elástico puede ser uniforme o puede variar. Por ejemplo, en la modalidad representada, los elementos deformables 86, 88 se estrechan cada uno entre los extremos opuestos de la abertura 70. El elemento superior deformable 86 se estrecha hacia un lado anatómicamente medial del clavo (después de la instalación) y el elemento deformable inferior 88 se estrecha en la dirección opuesta, específicamente, hacia un lado anatómicamente lateral del clavo (después de la instalación).

El elemento de fijación 56 puede configurarse para disponerse de manera parcial y deslizada en el clavo 54 y para extender el lado medial del clavo, a través del cuello femoral 96 y en la cabeza femoral 85, para anclaje en ella (consulte la Figura 1). El elemento de fijación puede tener un eje 98, y una porción de fijación ósea 100 que se extiende medialmente desde el extremo delantero del eje. El eje 98 puede configurarse para deslizarse en paralelo al eje largo del eje dentro del clavo en varias orientaciones angulares del eje producidas por la deformación de la interfaz elástica 82. El eje puede ser una pieza única, o dos o más piezas, que pueden montarse dentro o fuera del fémur. El eje puede ser al menos generalmente cilíndrico. El eje puede formarse para evitar que el elemento de fijación gire sobre el eje largo del elemento de fijación una vez que el eje se dispone en el clavo y/o un manguito en el mismo. Por ejemplo, el eje puede tener una o más ranuras 102 y/o crestas, entre otras, que se extienden a lo largo del eje que acoplan a una región correspondiente o complementaria definida por la abertura proximal 70 o el manguito 78 en el mismo.

Las ranuras 102 (o crestas) del elemento de fijación también o alternativamente pueden acoplarse por un elemento antirrotación, como un tornillo de fijación 104, conectado al clavo 54 (consulte la Figura 4) y configurado para evitar que el elemento de fijación gire sobre su eje largo. El tornillo de fijación puede estar en un acoplamiento roscado con el clavo y avanzar axialmente en el clavo de manera que una región del extremo delantero del tornillo de fijación sobresalga en una de las ranuras 102 del elemento de fijación 56. El tornillo de fijación puede permitir que el elemento de fijación se deslice a lo largo de su eje largo tanto lateral como medialmente, o puede restringir el deslizamiento medialmente (o tanto medialmente como lateralmente). El tornillo de fijación también puede restringir los cambios en la orientación angular del elemento de fijación, con respecto al clavo, de ocurrir independientemente de los cambios en la deformación del miembro elástico. En algunas modalidades, el tornillo de fijación puede tener una región del extremo delantero que es axialmente sesgada, como a través de un resorte, con respecto a y en una dirección axial lejos de su región del extremo posterior. Con esta disposición, la región del extremo delantero del tornillo de fijación se sesga para permanecer en una de las ranuras 102 a medida que el elemento de fijación cambia su orientación angular con respecto al clavo.

La porción de fijación ósea 100 puede (o no) ser más ancha que el eje 98 del elemento de fijación 56, para formar una o más características de anclaje para anclar el elemento de fijación en la cabeza femoral. En la modalidad representada, la porción de fijación ósea 100 define un hilo externo 106 que une la porción de fijación ósea a la cabeza femoral 85 (consulte la Figura 1). En consecuencia, el elemento de fijación puede ser un tornillo. En otras modalidades, la porción de fijación ósea 100 puede definir una o más cuchillas, bridas, picos, garras desplegables, etc., o cualquier combinación de las mismas, entre otras, para proporcionar anclaje en la cabeza femoral.

El elemento de fijación 56 puede tener cualquier otra estructura adecuada. El elemento de fijación puede configurarse para aplicar compresión al fémur, como a través de al menos una fractura 108 abarcada por el elemento de fijación 56 y el clavo 54 (consulte la Figura 1). El elemento de fijación puede definir una rosca interna 110 para la unión a un tornillo de compresión y/o un controlador, y/o el diámetro axial 112 que se extiende a través del elemento de fijación (consulte la Figura 4). El elemento de fijación también puede definir una estructura interna y/o externa del acoplamiento del controlador 114 para el acoplamiento de un controlador que convierte o de cualquier otra manera insta al elemento de fijación en el hueso. La estructura de acoplamiento del controlador puede ser, por ejemplo, al menos una ranura, un zócalo (por ejemplo, un zócalo hexagonal), planos externos (por ejemplo, un perímetro hexagonal facetado), etc.

Aspectos adicionales de los sistemas de fijación para el fémur proximal y/u otros huesos, los cuales pueden adecuarse para el sistema de fijación de cadera 50, se describen en otros lugares en la presente descripción, como en la Sección V y en la Solicitud Provisional de Patente con No. Serie 61/913,611, presentada el 9 de diciembre de 2013.

II. Métodos de fijación ósea

Esta sección describe métodos ilustrativos de fijación ósea mediante el uso de cualquiera de los dispositivos descritos en la presente descripción. Los pasos del método descritos en esta sección pueden realizarse en cualquier orden y combinación adecuados y pueden combinarse con cualquier otro paso o características del dispositivo descrito en otro lugar en la presente descripción.

Puede seleccionarse un hueso a fijar. El hueso puede ser un fémur o un húmero, entre otros. El hueso puede tener al menos una discontinuidad, como al menos una fractura. La discontinuidad puede disponerse en una región proximal del hueso. Por ejemplo, la discontinuidad puede disponerse generalmente entre el eje y la cabeza del hueso. En algunas modalidades, el hueso puede ser un fémur proximal fracturado que tiene al menos una fractura que se cruza con el cuello, la región intertrocanterea y/o pertrocanterea del fémur. En consecuencia, las fracturas pueden intersectar el cuello femoral, el trocánter mayor, el trocánter menor, el eje o una combinación de ambos.

El hueso puede prepararse para recibir al menos una porción de un implante de fijación (indistintamente llamado una construcción de fijación). Por ejemplo, pueden perforarse uno o más agujeros en el hueso para recibir el elemento de fijación y otros sujetadores. Además, puede accederse al canal medular y ampliarlo, si es necesario, para recibir el clavo. Además, las piezas del hueso pueden moverse con relación a otra para reducir las fracturas. Pueden crearse una o más incisiones a través de la piel y otros tejidos blandos suprayacentes para acceder al hueso.

Puede seleccionarse un clavo para colocarlo axialmente en el hueso. El clavo puede seleccionarse en función del tamaño del elemento de fijación, el tamaño y la condición del hueso (por ejemplo, la posición y el número de fracturas u otras discontinuidades), y/o similares.

El clavo puede unirse al hueso con uno o más sujetadores, como tornillos óseos. El clavo puede disponerse longitudinalmente en el hueso.

La porción de fijación ósea de un elemento de fijación puede colocarse en la cabeza del hueso. Por ejemplo, la porción de fijación ósea puede conducirse en la cabeza por aplicación de torque (es decir, girando la porción de fijación ósea), fuerza de percusión (por ejemplo, golpeando una porción del elemento de fijación) o una combinación de estos, entre otros. La porción de fijación ósea y el eje del elemento de fijación pueden colocarse en el hueso como una unidad, o al menos parte del eje puede colocarse en el hueso después de que la porción de fijación ósea se haya instalado en el hueso.

Una porción de un elemento de fijación puede colocarse en una abertura del clavo. El elemento de fijación y la abertura pueden disponerse al menos en generalmente coaxiales entre sí, con el eje del elemento de fijación extendiendo un lado medial del clavo. La colocación de una porción del elemento de fijación en la abertura del clavo puede realizarse antes, durante y/o después de que una porción de fijación del elemento de fijación se coloca en la cabeza del hueso. En las modalidades ilustrativas, la porción de fijación del elemento de fijación se pasa a través de una abertura del clavo y en la cabeza del fémur proximal, después de que el clavo se ha colocado en el fémur y, opcionalmente, se fija al fémur.

Puede seleccionarse un miembro elástico para formar al menos parte de una interfaz elástica entre el clavo y el elemento de fijación. El miembro elástico puede premontarse o preformarse con el clavo (es decir, durante la fabricación), de manera que la selección del clavo también seleccione el miembro elástico. Alternativamente, el miembro elástico (o al menos un elemento deformable del mismo) puede asociarse operativamente con el clavo/ elemento de fijación después de la fabricación, como en quirófano de operaciones por un cirujano o personal de apoyo.

El miembro elástico puede seleccionarse perioperatorio en función de una o más características del sujeto (el receptor del implante), como de acuerdo con el peso, la edad, la salud, el estado físico, el nivel de actividad o una combinación de los mismos, entre otros. La selección de un miembro elástico con sujeto específico puede modular la amortiguación de la carga de una manera apropiada para el sujeto y/o puede optimizar la cantidad de micromovimiento en el lugar (s) de fractura necesario por el sujeto para una sanación eficiente. El miembro elástico, si es un componente extraíble/intercambiable, puede montarse con el clavo y/o el elemento de fijación en cualquier momento adecuado. En consecuencia, la selección del miembro elástico puede incluir la selección de un miembro elástico y/o un elemento deformable del mismo para la inserción en el clavo y/o puede incluir la selección de un clavo que ya contiene un miembro elástico adecuado de un conjunto de clavos que contienen diferentes miembros elásticos (por ejemplo, con diferente resistencia a la deformación).

Las incisiones pueden cerrarse sobre el implante. El implante puede dejarse en su lugar de forma permanente o puede eliminarse después de que el hueso haya sanado.

III. Composición de los componentes del sistema

Esta sección describe materiales ilustrativos para la construcción de componentes del sistema de fijación de cadera.

El clavo, el elemento de fijación (y/u otros sujetadores) y la interfaz elástica/miembro elástico pueden formarse por cualquier material bioelástico adecuado. Los materiales bioelásticos ilustrativos que pueden adecuarse para el clavo, el elemento de fijación y/o el miembro elástico (y/o un elemento deformable del mismo) incluyen (1) metal (por ejemplo, aleaciones de titanio o titanio, aleaciones con cobalto y cromo (cromo-cobalto), acero inoxidable, etc.); (2) plástico/polímero (por ejemplo, polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE), poliuretano termoplástico (TPU), polimetilmetacrilato (PMMA), politetrafluoroetileno (PTFE), polieteretercetona (PEEK), nylon, polipropileno y/o PMMA/polihidroxietilmetacrilato (PHEMA)); (3) compuestos (por ejemplo, una matriz polimérica (como PEEK) que contiene fibras de carbono y/o cerámica); (4) materiales o polímeros bioreabsorbibles (bioabsorbibles) (por ejemplo, polímeros de ácidos carboxílicos hidroxilo α (por ejemplo, ácido poliláctico (como PLLA, PDLLA y/o PDLA), ácido poliglicólico, copolímeros de lactida/glicólido, etc.), polidioxanonas, policaprolactonas, carbonato de politrimetileno, óxido de polietileno, polihidroxibutirato β , polihidroxipropionato β , polivalerolactona δ , otros poliésteres bioreabsorbibles, etc.; y/o similares.

En modalidades ilustrativas, el clavo se forma de metal; todo o parte del elemento de fijación se forma de metal; y la interfaz elástica/miembro elástico se forma de metal (por ejemplo, acero de resorte), polímero (por ejemplo, un elastómero (como poliuretano termoplástico)), o una combinación del mismo. En algunas modalidades, una interfaz elástica/miembro elástico puede incluir, por ejemplo, una porción de metal (por ejemplo, un núcleo o una base) y una porción de polímero (por ejemplo, un recubrimiento dispuesto en la porción metálica). La porción de polímero puede unirse a la porción metálica durante la formación (como por sobremoldeo la porción de polímero en la porción metálica y/o el moldeo de la porción de polímero entre la porción metálica y un clavo) o después de la formación (como con un adhesivo, unión, etc.).

IV. Kits

El sistema de fijación puede proporcionarse como un sistema o kit con dos o más opciones diferentes para al menos uno de los componentes. Por ejemplo, el sistema/kit puede incluir dos o más clavos de diferentes tamaños y/o formas, dos o más elementos de fijación de diferentes tamaños (por ejemplo, diferentes longitudes/diámetros) y/o formas, y/o dos o más miembros elásticos de diferente deformabilidad (por ejemplo, diferente flexibilidad/rigidez, rango de movimiento, deformabilidad relativa en un par de planos ortogonales, etc.). Los dos o más miembros elásticos pueden ser insertables en un clavo o pueden estar preunidos a los clavos respectivos, de modo que los clavos formen un conjunto que tienen miembros elásticos con las deformaciones distinguibles con relación entre sí.

V. Ejemplos

Los siguientes ejemplos describen aspectos seleccionados y las modalidades de la presente descripción incluidos los dispositivos ilustrativos de fijación de cadera y los métodos de instalación de los dispositivos para reparar un fémur proximal. Los componentes, aspectos y características de los dispositivos descritos en cada uno de estos ejemplos pueden combinarse entre sí y con los dispositivos descritos anteriormente, en cualquier combinación adecuada. Estos ejemplos se destinan a la ilustración y no deben limitar todo el alcance de la presente descripción.

Ejemplo 1. Sistema de fijación de cadera con Manguito Montado Flexible

Este ejemplo describe un sistema ilustrativo de fijación de cadera 120 que tiene un miembro de soporte estructurado como un manguito 78, montado en un clavo 54 a través de un miembro elástico 80, y que rodea una porción de un elemento de fijación deslizante 56; consulte las Figuras 5 y 6.

El sistema 120 puede tener cualquier combinación adecuada de los elementos y características descritos anteriormente para el sistema de fijación 50 (consulte las Figuras 1-4). Por ejemplo, el manguito 78 puede montarse en la abertura proximal 70 del clavo 54 a través de un par de elementos deformables 86, 88 dispuestos respectivamente por encima y por debajo del manguito. Las características de superficie complementarias 92 en la interfaz entre el manguito 78 y los elementos deformables 86, 88 pueden restringir el deslizamiento del manguito con respecto a los elementos deformables. A diferencia del sistema 50 (por ejemplo, consulte la Figura 4), las características de superficie complementarias pueden ausentarse de la interfaz entre los elementos deformables 86, 88 y la pared de la abertura transversal 70, lo cual puede permitir que los elementos deformables se inserten en la abertura 70 después su formación. El elemento deformable inferior 88 puede ser más grueso que el elemento superior deformable 86 en un lado medial del clavo y más delgado que el elemento superior deformable en un lado lateral del clavo. En otras modalidades, los elementos deformables 86, 88 pueden formarse integralmente entre sí. En otras modalidades, las características de la superficie 92 pueden estar ausentes de la interfaz entre el manguito 78 y los elementos deformables 86, 88.

El manguito 78 puede, por ejemplo, formarse de metal y/o plástico duro, para facilitar el deslizamiento del elemento de fijación 56 axialmente. El manguito puede configurarse para contenerse completamente dentro de la abertura proximal 70 del clavo o puede proyectarse fuera del clavo. El manguito puede tener un grosor de pared uniforme o el grosor de la pared puede variar, como para dar flexibilidad al manguito y para mejorar la retención del manguito dentro del clavo. En algunas modalidades, el manguito puede ser más estrecho en una porción media longitudinalmente del mismo para evitar el deslizamiento del manguito fuera del clavo.

Ejemplo 2. El sistema de fijación de cadera con un resorte contenido por un clavo

Este ejemplo describe un sistema ilustrativo de fijación de cadera 140 que incluye un clavo 54 que contiene una interfaz elástica 82 incluyendo un miembro elástico 80 formado como un resorte 142; consulte las Figuras 7-9.

El sistema de fijación de cadera 140 puede tener cualquier combinación adecuada de los elementos y características descritos anteriormente para los sistemas de fijación de cadera 50 y 120 (consulte las Figuras 1-6). Sin embargo, el sistema de fijación de cadera 140 puede usar el resorte 142 en lugar de los elementos deformables 86, 88, y el manguito 78 puede omitirse (compare las Figuras 8 y 9 con las Figuras 3 y 4). En consecuencia, el elemento de fijación 56 puede colocarse en contacto deslizante con una pared interna de la abertura 70 (consulte las Figuras 8 y 9).

El resorte 142 puede ubicarse debajo del elemento de fijación 56. El resorte puede tener una o más pestañas 144 que se reciben en huecos (por ejemplo, ranuras) definidos en la pared de la abertura 70, para retener el resorte dentro de la abertura. El resorte puede soportarse por el clavo en posiciones espaciadas, para crear un resorte de arco (también llamado resorte de viga). El resorte puede contactar con elemento de fijación 56 en una posición central del resorte que generalmente es intermedia entre las posiciones espaciadas. Por ejemplo, el resorte puede definir una cresta 146 que se recibe en una ranura axial 102 definida por el eje del elemento de fijación 56, para evitar que el elemento de fijación gire sobre su eje largo después de la instalación.

Ejemplo 3. El Sistema de Fijación de Cadera con inserto roscado para un clavo

Este ejemplo describe un sistema ilustrativo de fijación de cadera que incluye un clavo 54 que recibe un inserto diferenciado que proporciona un manguito para recibir una porción de un elemento de fijación 56.

El inserto puede disponerse en la abertura proximal 70 del clavo 54 y unido al clavo, como con un acoplamiento roscado entre un hilo externo del inserto y un hilo interno definido por la abertura 70. El elemento de fijación 56 puede extenderse de forma deslizante en la abertura del inserto. El inserto puede incluir o retener un miembro elástico para crear una interfaz elástica. El miembro elástico puede formarse por separado o integralmente con un cuerpo del inserto. Aspectos adicionales de un inserto roscado que pueden adecuarse se describen en la Solicitud de Patente Provisional con No. de Serie 61/913,611, presentada el 9 de diciembre de 2013, la cual se incorpora aquí como referencia.

Ejemplo 4. Clavo con manguito integral

65

Este ejemplo describe sistemas ilustrativos de fijación de cadera incluyendo un clavo 54 que contiene un manguito 78 formado integralmente con el clavo y dimensionado para recibir un elemento de fijación 56; consulte las Figuras 10-14. Los sistemas de fijación de este ejemplo pueden incluir cualquier combinación adecuada de elementos y características descritos anteriormente para los sistemas de fijación 50, 120 y/o 140.

5

Las Figuras 10-12 muestran un sistema ilustrativo de fijación de cadera 160 incluyendo un manguito 78, un clavo 54 y una pluralidad de elementos de conexión 162 (por ejemplo, puntales) cada uno que se extienden desde el manguito 78 hasta el clavo 54. El manguito 78, el clavo 54 y los elementos de conexión 162 pueden formarse integralmente entre sí. Cada uno de los elementos de conexión 162 es reversiblemente deformable. En consecuencia, los elementos de conexión forman colectivamente un miembro elástico 80 y al menos parte de una interfaz elástica 82. Los elementos de conexión pueden extenderse por separado de una pared de la abertura 70 al manguito 78, o al menos un subconjunto de los elementos de conexión puede unirse entre sí intermedios la pared y el manguito 78. Cada elemento de conexión 162 puede extenderse a lo largo de una trayectoria no lineal (por ejemplo, una trayectoria curva) entre la pared de la abertura 70 y el manguito 78. La trayectoria no lineal puede girar y/o invertir la dirección una o más veces. Cada elemento de conexión 162 puede extenderse desde una región de pared inferior o menor de la abertura 70 o desde una región de pared superior o más alta de la abertura 70. Alternativamente, uno o más elementos de conexión pueden extenderse al manguito desde una región de pared lateral de la abertura 70 que es intermedia a las regiones de pared inferior o superior de la abertura. Los elementos de conexión pueden flanquearse por aberturas 164 que permiten que los elementos de conexión se muevan con relación entre sí. Los elementos de conexión pueden deformarse a medida que el elemento de fijación 56 cambia su orientación angular con respecto al clavo, y pueden unirse entre sí para limitar los cambios en la orientación angular y aumentar la resistencia a cambios adicionales en la orientación angular.

10

15

20

25

El clavo 54, el manguito 78 y los elementos de conexión 162 pueden fundirse o moldearse o pueden formarse a partir de un precursor de una sola pieza mediante la eliminación de material, como el mecanizado de descarga eléctrica, el mecanizado por láser, el grabado químico o similares.

30

La Figura 13 muestra un sistema de fijación de cadera 180 que es una versión modificada del sistema de fijación de cadera 160 (consulte también las Figuras 10-12). Más particularmente, un material deformable (por ejemplo, un elastómero) se ha colocado en un subconjunto de aberturas 164 para crear elementos deformables 182 entre pares de elementos de conexión 162. Los elementos deformables 182 pueden moldearse in situ o pueden formarse por separado y a continuación insertarse en las aberturas 164.

35

La Figura 14 muestra otro sistema de fijación de cadera 200 que es una versión modificada del sistema de fijación de cadera 160 (consulte también las Figuras 10-12). En la modalidad representada, un elemento deformable 182 llena cada abertura 164.

40

La descripción expuesta anteriormente puede abarcar múltiples invenciones distintas con utilidad independiente. Aunque cada una de las invenciones se describe en sus formas preferidas, las modalidades específicas de estas como se describen e ilustran en la presente descripción no deben considerarse en un sentido limitante, porque son posibles numerosas variaciones. Además, los indicadores ordinales, como el primero, el segundo o tercero, para los elementos identificados se usan para distinguir entre los elementos y no indican una posición u orden particular de dichos elementos, a menos que se indique específicamente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (50) para la fijación de la cadera, que comprende:
 5 un clavo intramedular (54) configurado para colocarse longitudinalmente en un fémur proximal (52) de un sujeto;
 un elemento de fijación (56) configurado para colocarse en el fémur proximal y transversalmente a través del clavo,
 de manera que el elemento de fijación es deslizante a lo largo de su eje largo (60) en el clavo y se extiende fuera
 del clavo a una cabeza del fémur proximal (85) y está anclada en la cabeza; y caracterizado por
 10 un miembro elástico (80) ubicado en el clavo y configurado para deformarse reversiblemente en respuesta a una
 carga (84) aplicada a la cabeza del fémur proximal por el sujeto después de que el clavo y el miembro de fijación
 se hayan implantado en el fémur proximal del sujeto, para cambiar reversiblemente una orientación angular del
 elemento de fijación con respecto al clavo.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el miembro elástico incluye un elastómero.
- 15 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el clavo define una abertura (70), que
 comprende además un manguito (78) ubicado en la abertura del clavo y configurado para rodear una parte del
 elemento de fijación y permitir que el elemento de fijación se deslice longitudinalmente en el manguito.
- 20 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el manguito y el clavo se forman por separado entre sí.
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, y en donde al menos una parte del miembro
 elástico se dispone entre el manguito y una pared de la abertura.
- 25 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el manguito y el miembro elástico se forman por diferentes
 materiales relacionados entre sí.
7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en donde el manguito se forma de metal y el miembro
 elástico incluye un polímero.
- 30 8. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde el miembro elástico se forma in situ entre el clavo
 y el manguito.
9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en donde el miembro elástico y el manguito tienen
 35 características de superficie complementarias (92) que restringen el movimiento del miembro elástico y el manguito
 con relación entre sí.
10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el clavo define una abertura en la que se monta
 el miembro elástico.
- 40 11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el miembro elástico y una pared de la abertura tienen
 características de superficie complementarias (92) que restringen la remoción del miembro elástico de la abertura.
12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el miembro elástico incluye un par de elementos
 45 deformables (86, 88) que se forman por separado entre sí.
13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una porción del miembro elástico es continua
 con el clavo.
14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde el elemento de fijación tiene una rosca externa
 50 (106) para anclar el elemento de fijación en la cabeza del fémur.
15. Un sistema (50) para la fijación de la cadera, que comprende:
 un clavo intramedular (54) configurado para colocarse longitudinalmente en un fémur proximal (52) y que define
 55 una abertura transversal (70);
 un manguito (78) montado en la abertura transversal del clavo;
 un tornillo (56) configurado para colocarse en el fémur proximal y transversalmente a través del manguito, de
 manera que el tornillo pueda deslizarse a lo largo de su eje largo (60) en el manguito y se extiende fuera del clavo
 a una cabeza del fémur proximal (85) para el acoplamiento roscado con la cabeza; y caracterizado por
 60 un miembro elástico (80) ubicado en el clavo entre el manguito y una pared de la abertura y configurado para
 deformarse reversiblemente en respuesta a una carga (84) aplicada a la cabeza del fémur proximal después de la
 colocación del tornillo, para cambiar reversiblemente una orientación angular del tornillo con respecto al clavo.

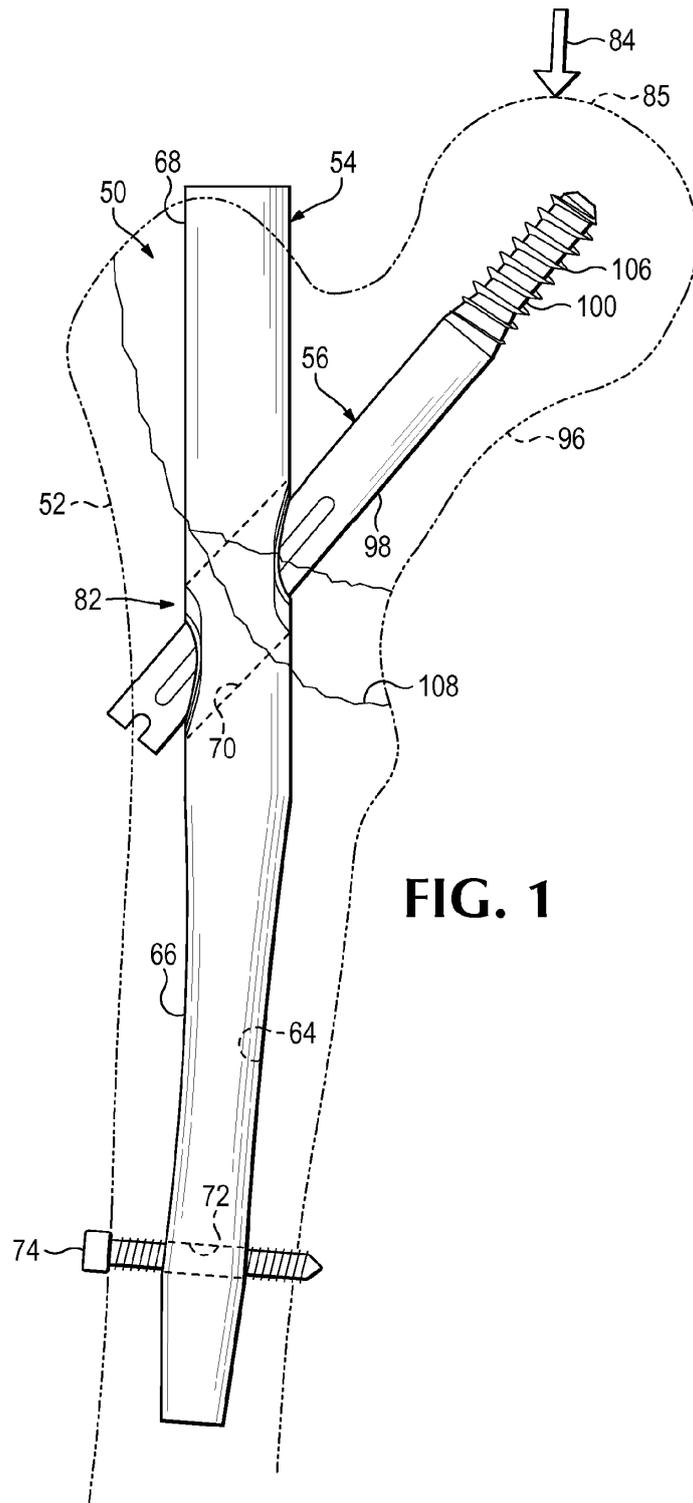


FIG. 1

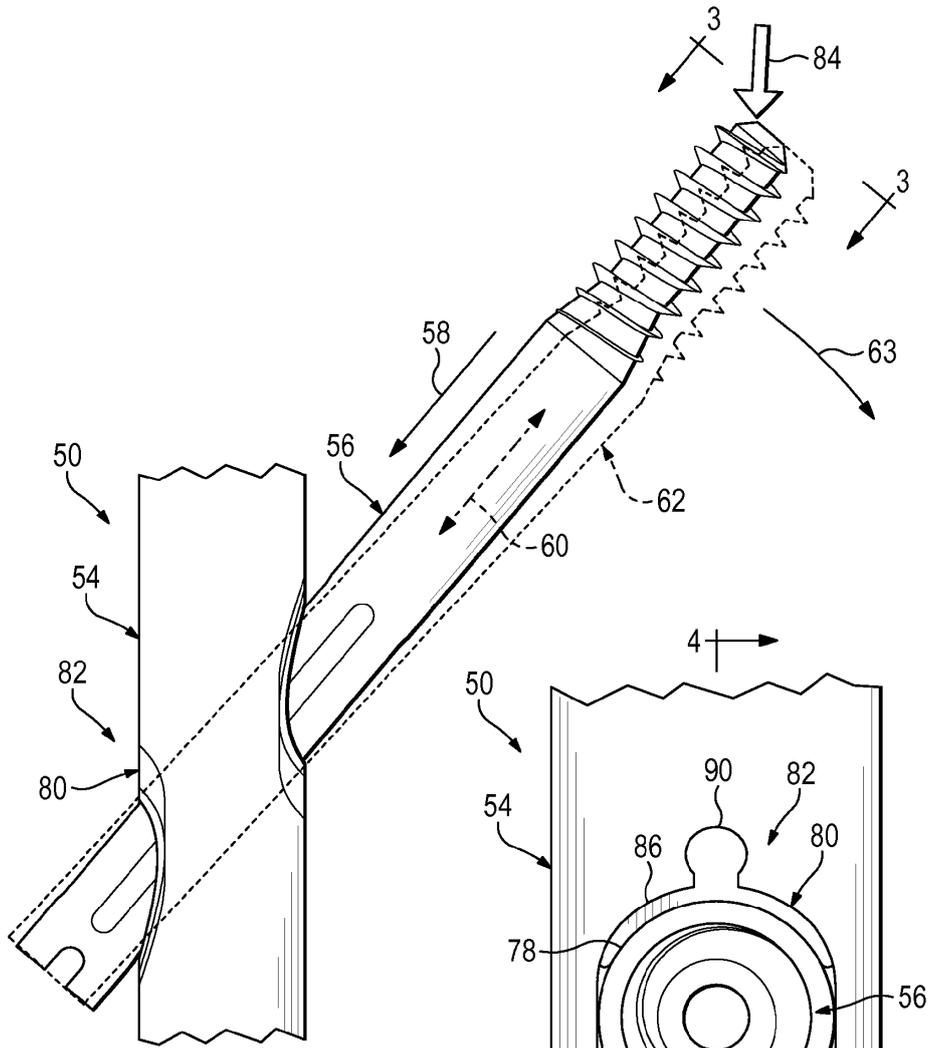


FIG. 2

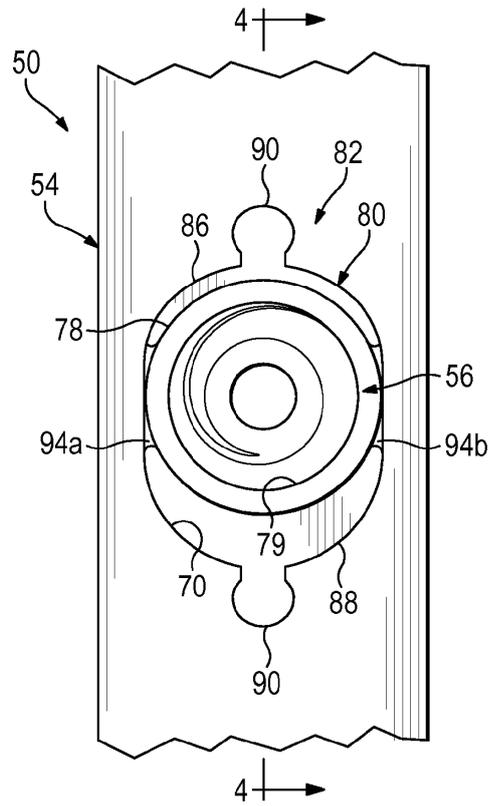


FIG. 3

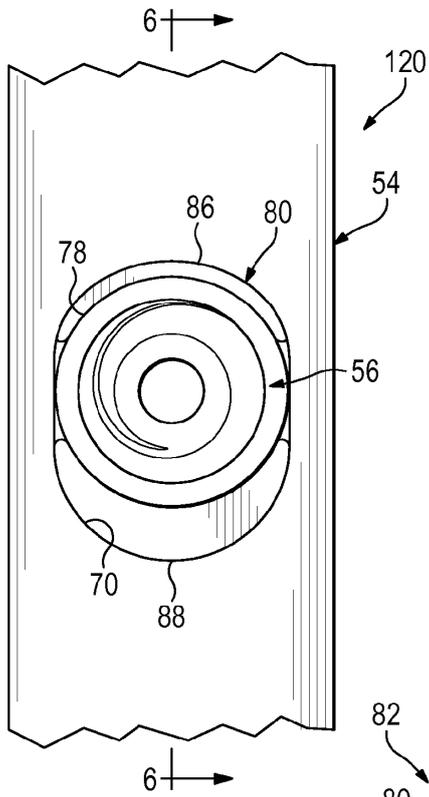


FIG. 5

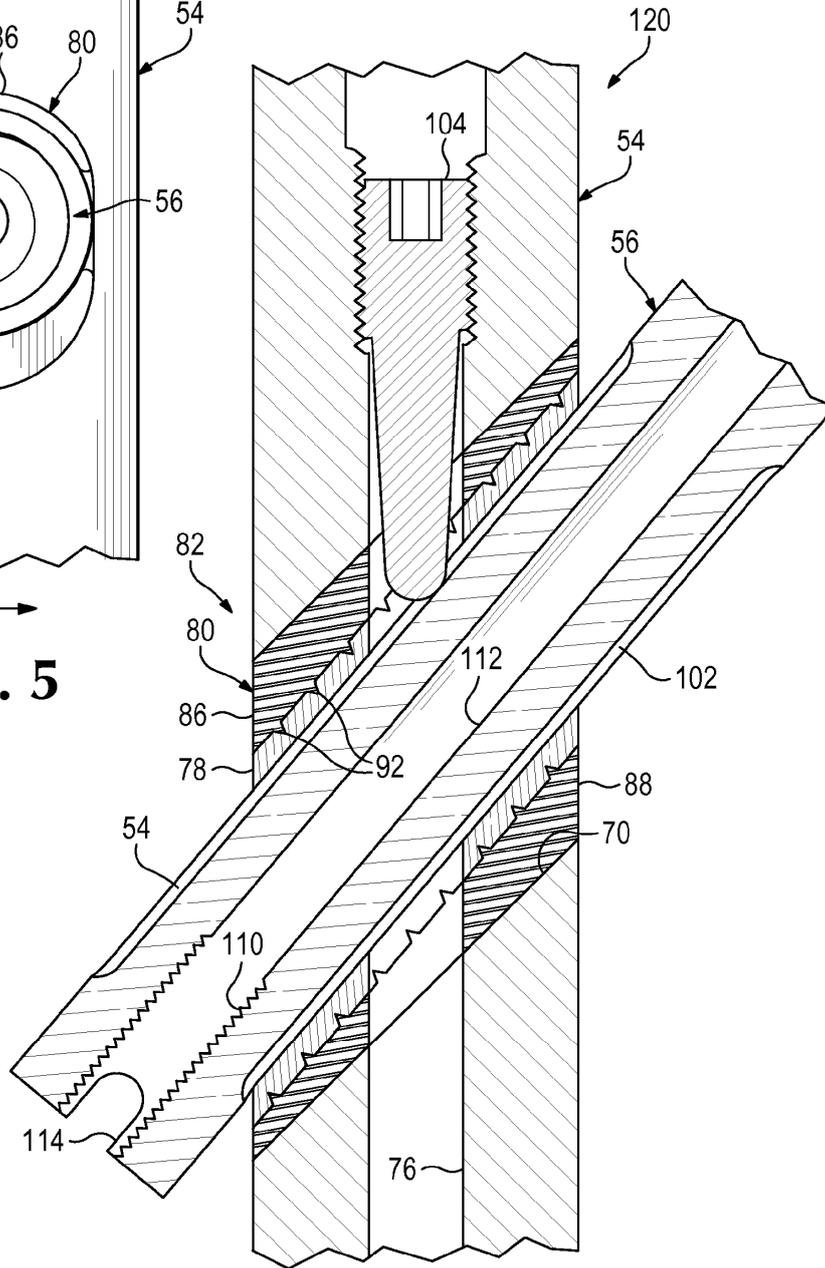


FIG. 6

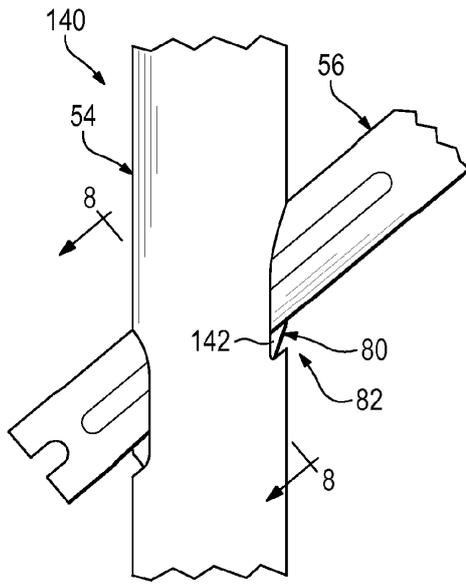


FIG. 7

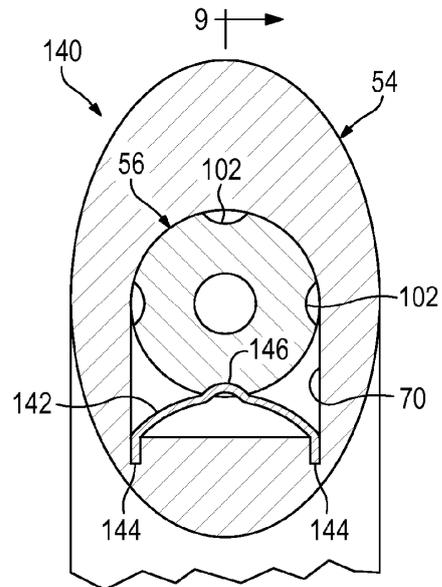


FIG. 8

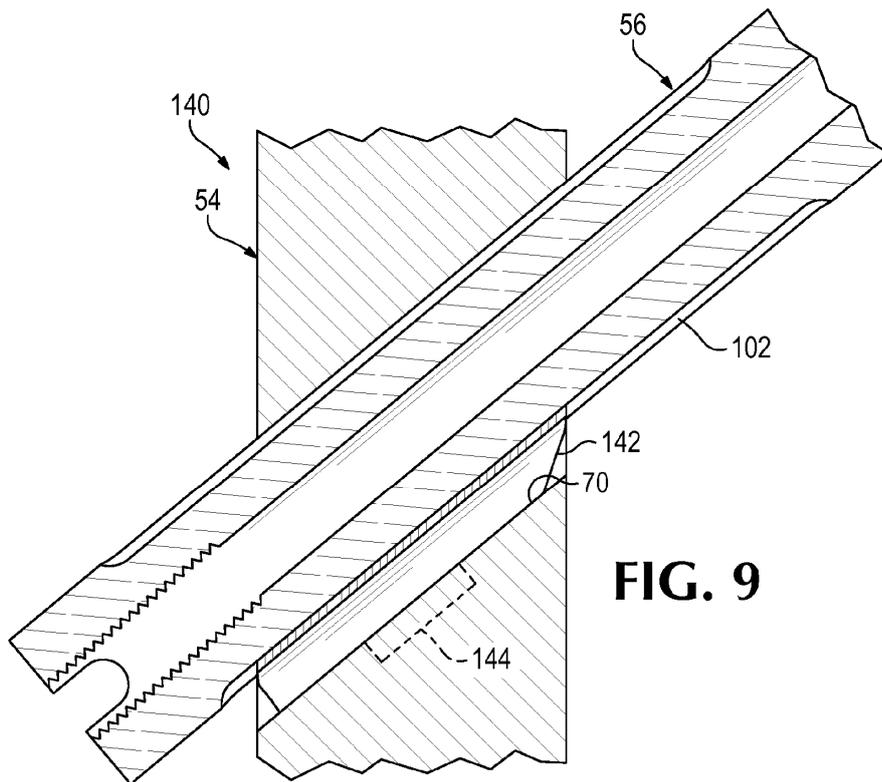


FIG. 9

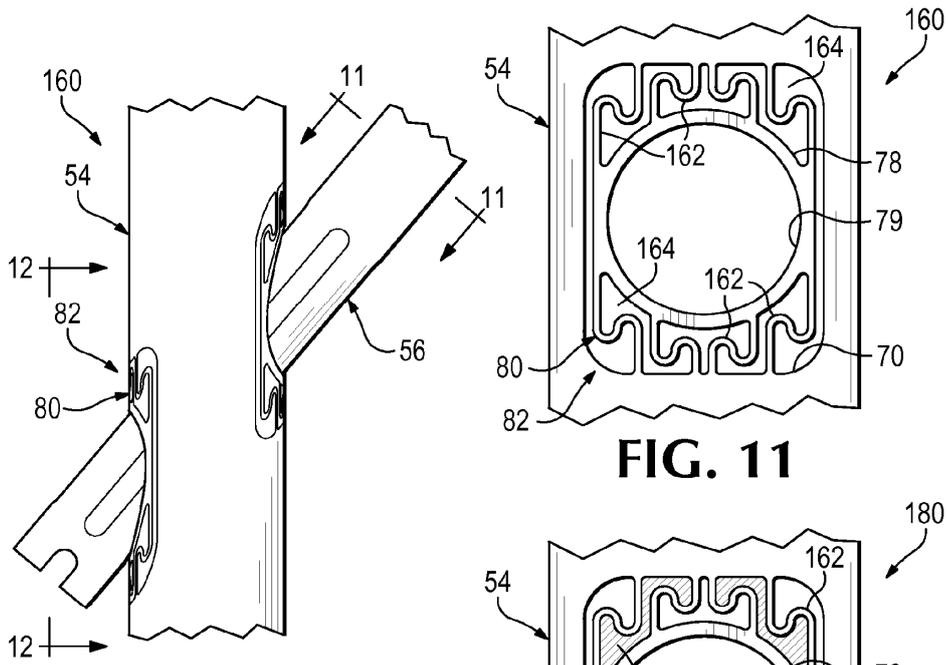


FIG. 10

FIG. 11

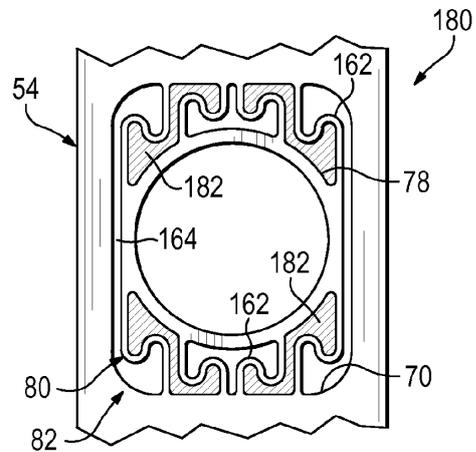


FIG. 13

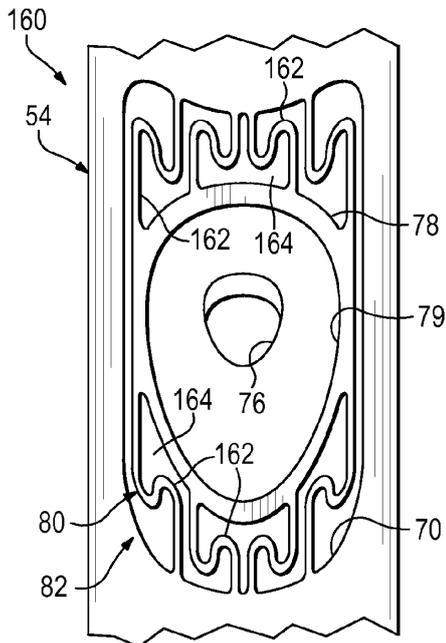


FIG. 12

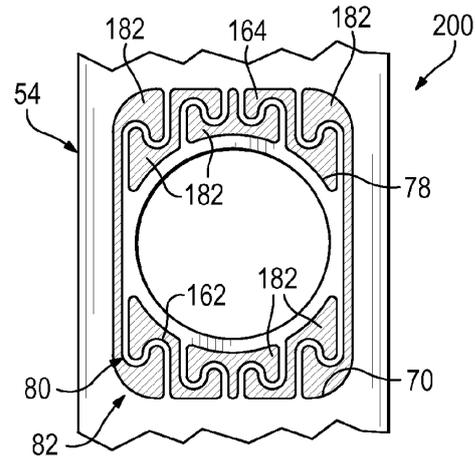


FIG. 14