

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 839**

51 Int. Cl.:

A61B 17/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2012** **E 12184025 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016** **EP 2570092**

54 Título: **Clavo medular**

30 Prioridad:

15.09.2011 DE 102011053638

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

27.10.2016

73 Titular/es:

**WITTENSTEIN AG (100.0%)
Walter-Wittenstein-Strasse 1
97999 Igersheim, DE**

72 Inventor/es:

STAUCH, ROMAN

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 587 839 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

Clavo medular

5 Campo de la invención

[0001] La invención se refiere a un clavo medular para una distracción de un hueso tubular y a un sistema modular según la reivindicación adjunta.

10 Estado actual de la técnica

[0002] En el estado actual de la técnica se conocen clavos medulares que permiten una distracción de huesos tubulares largos. Dos fragmentos de hueso, un fragmento distal y un fragmento proximal, se desplazan mutuamente entre sí mediante un clavo medular. El objetivo es que en el punto de contacto entre los dos fragmentos de hueso vuelva a crecer hueso. Esto se consigue eligiendo una velocidad de avance suficientemente pequeña del clavo medular para la distracción.

15

[0003] En el estado actual de la técnica se conoce además el empleo de clavos medulares con posibilidad de desplazamiento de segmento, citándose al respecto por ejemplo el estado de la técnica del documento DE 19708279 C2. Tales desplazamientos de segmento permiten tratar grandes defectos en los huesos de más de, por ejemplo, 3 cm, como los que pueden darse a consecuencia de enfermedades o violencias traumáticas. En las operaciones a causa de tumores de hueso pueden surgir también grandes defectos en los huesos que, dependiendo de la gravedad de la afección, pueden tratarse con un clavo medular con desplazamiento de segmento.

20

[0004] En los clavos medulares con desplazamiento de segmento constituyen en principio un reto las fijaciones de los extremos del clavo medular en el fragmento de hueso proximal y el fragmento de hueso distal. Otro reto es la estabilización contra rotaciones.

25

[0005] Así, el documento DE 19708279 C2, propone un manguito de guía que se fija en el fragmento de hueso con un tornillo atornillado en la dirección axial del hueso tubular. El manguito de guía como componente adicional complica la instalación del clavo medular en el hueso. El manguito de guía requiere además un espacio libre adicional en el fragmento de hueso, de manera que el diámetro de la abertura que ha de crearse en el fragmento de hueso es grande. Además, debido a su diseño, el clavo medular del estado actual de la técnica arriba citado no puede utilizarse para los huesos de la pierna. Por los documentos FR 2 949 662 A1 y DE 103 17 776 A1 se conocen otros sistemas para la distracción de huesos.

30

Objetivo de la invención

35

[0006] El objetivo de la invención es indicar un clavo medular o un sistema modular para un clavo medular, habiéndose de mejorar los sistemas o los clavos medulares conocidos en el estado actual de la técnica y, en particular, paliar o eliminar las desventajas del estado actual de la técnica. Es deseable un clavo medular que requiera el menor esfuerzo posible de operación o que haga posible una fijación fiable en los fragmentos de hueso. Un sistema modular debería poder adaptarse con flexibilidad a distintas circunstancias, por ejemplo a distintos huesos o a distintas aplicaciones, como el desplazamiento de segmentos o la distracción.

40

[0007] El objetivo se logra con un clavo medular según la reivindicación 1.

[0008] Algunos ejemplos de clavo medular presentan un cuerpo hueco que se extiende en la dirección axial del clavo medular. Este cuerpo presenta preferentemente unos agujeros oblongos orientados axialmente para pasar a través de los mismos unos pernos de fijación de segmento. Mediante la disposición de agujeros oblongos se hace posible fijar un segmento de hueso con un perno de fijación de segmento. El segmento de hueso es aquí habitualmente una parte del hueso dispuesta entre un primer fragmento de hueso y un segundo fragmento de hueso. En algunas formas de realización, el primer fragmento de hueso puede ser un fragmento de hueso proximal o un fragmento de hueso distal.

45

[0009] Por consiguiente, el segundo fragmento de hueso es entonces un fragmento de hueso distal o, en el otro caso, un fragmento de hueso proximal. Algunos ejemplos de clavo medular resultan adecuados especialmente para el tratamiento de fracturas u otros daños en huesos largos tubulares, pudiendo ser estos otros daños por ejemplo pérdidas de hueso causadas por tumores o violencias traumáticas. Los huesos que pueden tratarse con clavos medulares típicos son el fémur y la tibia, pero también pueden tratarse el húmero, el cúbito, el radio y el peroné. Los clavos medulares típicos aquí descritos resultan adecuados también especialmente para pacientes de pequeña estatura o menores de edad, ya que el diseño de algunos ejemplos de clavo medular de la invención necesita una longitud comparativamente pequeña de los fragmentos de hueso para el enclavamiento.

50

[0010] Los clavos medulares típicos de la invención presentan un medio de enclavamiento para enclavar el cuerpo en el primer fragmento del hueso tubular. De este modo, el cuerpo puede unirse a un primer fragmento del hueso tubular fijamente en todas las direcciones y todas las direcciones de giro. Así pues, el cuerpo está unido al fragmento de hueso fijamente en todos los grados de libertad. Como medio de enclavamiento entran en consideración especialmente pernos o tornillos que atraviesen el cuerpo en dirección radial. Los tornillos o pernos hacen posible anclar el cuerpo en un fragmento de hueso.

60

[0011] Normalmente, el clavo medular comprende un accionamiento para el desplazamiento axial de una primera parte interior. La primera parte interior está dispuesta con posibilidad de desplazamiento en dirección axial dentro del cuerpo. Algunas formas de realización típicas de la parte interior son, al menos esencialmente, cilíndricas. La parte

65

interior está preferentemente libre de conformaciones, es decir que por ejemplo no presenta espigas que sobresalgan radialmente hacia fuera, o presenta exclusivamente aberturas. La parte interior presenta preferentemente una rosca interior, que se extiende, al menos, por una parte de la superficie lateral interior cerca de la abertura para el alojamiento del husillo de accionamiento. Normalmente, el cuerpo es también cilíndrico. Las dimensiones habituales del cuerpo presentan un diámetro del cuerpo invariable en toda su longitud, o al menos, en esencia en toda su longitud, de como máximo 13 mm. Otros clavos medulares típicos de la invención presentan diámetros de cuerpo de como máximo 12 mm o como máximo 11 mm. Un diámetro pequeño ofrece ventajas, ya que de este modo se facilita la introducción del clavo medular y en caso dado se hace necesario sólo un pequeño grado de taladrado de la cavidad medular.

[0012] Las primeras partes interiores preferidas del clavo medular presentan, al menos, una abertura de paso radial para el alojamiento de un perno de segmento destinado a fijar un segmento del hueso tubular. Gracias a que el perno de fijación de segmento también puede pasarse a través de dos agujeros oblongos del cuerpo, que están orientados axialmente y dispuestos uno enfrente de otro, se bloquea al mismo tiempo la parte interior en relación con el cuerpo en cuanto al grado de libertad de giro alrededor del eje longitudinal del clavo medular. Además, esto ofrece la ventaja de que el segmento de hueso tampoco se tuerce alrededor del eje longitudinal del clavo medular durante un tratamiento.

[0013] Otras formas de realización comprenden un espárrago de sujeción para fijar el segmento de hueso. Tal espárrago de fijación está orientado con preferencia transversalmente a la dirección de un husillo de accionamiento. Por consiguiente, el espárrago de sujeción constituye preferentemente en una pieza tanto la primera parte interior como el medio de fijación. Los ejemplos de formas de realización con un espárrago de sujeción de varias partes comprenden una parte interior, normalmente similar a una tuerca, y un elemento de espárrago de sujeción que sobresale radialmente. Para ello, el espárrago de sujeción está normalmente provisto de una escotadura. Esta escotadura encaja preferentemente en arrastre de forma en una parte interior que se halla sobre el husillo y que está realizada como un elemento roscado con una rosca interior dispuesta centralmente. Esta forma de realización permite reducir la longitud constructiva u ofrece la posibilidad de realizar mayores distancias de distracción.

[0014] Normalmente, el accionamiento está alojado fijamente en el cuerpo, de manera que se hace posible una introducción del clavo medular en el hueso tubular con el accionamiento ya alojado. En algunas formas de realización típicas, el clavo medular está ya montado, de manera que se hace posible una introducción del clavo medular en el hueso tubular con el accionamiento ya alojado, es decir con el accionamiento alojado en el cuerpo. Algunos clavos medulares preferidos permiten un modo de proceder con un montaje previo del accionamiento (antes de la inserción en el hueso) en operaciones, pudiendo anclarse en el hueso y en el clavo medular pernos de fijación de fragmento u otros medios de enclavamiento también estando el accionamiento ya insertado. En otras formas de realización, el accionamiento puede también insertarse posteriormente en el clavo medular durante una operación. En algunas formas de realización, especialmente en las que presentan un accionamiento insertable posteriormente, normalmente están previstos medios de protección contra la torsión.

[0015] Los clavos medulares típicos comprenden una segunda parte interior, que está dispuesta dentro del cuerpo con posibilidad de desplazamiento en dirección axial. Mediante la previsión de una primera y una segunda parte interior puede conseguirse lograr un desplazamiento de segmentos y además una distracción de todo el hueso, es decir un desplazamiento relativo de los dos fragmentos de hueso. Especialmente en este tipo de formas de realización, el extremo del cuerpo que se halla en la zona de la segunda parte interior puede desplazarse en el fragmento de hueso correspondiente tras la instalación en un hueso. Normalmente, el fragmento de hueso se sujeta mediante medios de fijación de fragmento o pernos de fijación de fragmento de la segunda parte interior.

[0016] Habitualmente, las partes interiores están dispuestas en el cuerpo una tras otra en dirección axial. En algunas formas de realización, las partes interiores están dispuestas una directamente al lado de otra o pueden incluso ser contiguas. Esto ofrece la ventaja de que, tras un desplazamiento de segmento, a continuación es posible una transmisión directa de fuerza de una parte interior a otra para una distracción. En otras formas de realización no está prevista una disposición contigua de las partes interiores. Esto ofrece la ventaja de que al final de un desplazamiento de segmento, al topar el segmento de hueso con uno de los fragmentos de hueso, puede ejercerse una gran presión entre el segmento y el fragmento de hueso, lo que hace posible que el segmento de hueso y el fragmento de hueso se suelden, incluso durante una distracción efectuada a continuación del desplazamiento de segmento. Aquí se transmite una fuerza de empuje de la primera parte interior con el segmento de hueso al fragmento de hueso y a la segunda parte interior que está unida al mismo y que, debido a ello, es empujada hacia atrás en el cuerpo.

[0017] Habitualmente, el desplazamiento de segmento se realiza desplazando el segmento de hueso lentamente desde un fragmento de hueso en dirección al otro fragmento de hueso, volviendo a crecer hueso en el espacio intermedio que se crea con ello entre el fragmento de hueso de partida y el segmento de hueso. De la memoria de patente DE 19708279 C2 se desprenden detalles al respecto.

[0018] Las dos partes interiores están preferentemente dispuestas en el cuerpo una detrás de otra en dirección axial sin una unión fija. Habitualmente, las partes interiores pueden desplazarse sólo en dirección axial. En los clavos medulares típicos, las partes interiores están guiadas axialmente. En algunas formas de realización típicas, la segunda parte interior puede desplazarse independientemente de la primera parte interior.

[0019] El cuerpo presenta preferentemente, en la zona de la segunda parte interior, unos agujeros oblongos adicionales para pasar a través de los mismos al menos un perno de fijación de fragmento destinado a fijar un segundo fragmento del hueso. Normalmente están previstos en el cuerpo dos agujeros oblongos, orientados en la dirección axial del cuerpo y situados uno enfrente de otro, para pasar a través de los mismos el perno de fijación de fragmento o los varios pernos de fijación de fragmento. "En la zona de la segunda parte interior" significa aquí por

ejemplo una zona en la que se hallan las aberturas de paso de la segunda parte interior cuando la segunda parte interior se desplaza según lo previsto durante el empleo.

[0020] Habitualmente, la segunda parte interior presenta una abertura de paso orientada en dirección radial y destinada a alojar el perno de fijación de fragmento. En algunas formas de realización típicas, la parte interior presenta dos o más aberturas de paso orientadas en dirección radial para alojar pernos de fijación de fragmento. Esto ofrece la ventaja de que el segundo fragmento de hueso puede enclavarse de un modo seguro.

[0021] Los clavos medulares típicos presentan una segunda parte interior sin accionamiento. "Sin accionamiento" significa aquí que la segunda parte interior no dispone de un accionamiento autónomo y no está unida al accionamiento, por ejemplo mediante un engranaje con el husillo o una biela. En algunas formas de realización, la primera parte interior está unida fijamente a un accionamiento, mientras que la segunda parte interior puede desplazarse libremente. La carrera de desplazamiento de la segunda parte interior se limita preferentemente mediante un tope o mediante la primera parte interior. En algunas formas de realización, la segunda parte interior no se desplaza durante el servicio hasta que el segmento de hueso topa con el segundo fragmento de hueso o hasta que la primera parte interior está en una posición contigua a la segunda parte interior.

[0022] En un extremo del cuerpo está prevista preferentemente una curvatura de Herzog. Esto ofrece la posibilidad de emplear el clavo medular también en un hueso de la pierna (tibia). La curvatura de Herzog está prevista preferentemente en el extremo del accionamiento. En algunas formas de realización típicas, el accionamiento está dispuesto enfrente de la segunda parte interior, es decir que la primera parte interior se halla entre la segunda parte interior y el accionamiento. El cuerpo es con preferencia idealmente cilíndrico, exceptuando la curvatura de Herzog y las aberturas para el paso de pernos o medios de enclavamiento. "Idealmente cilíndrico" significa aquí que en particular no están previstas en el cuerpo otras espigas o salientes o aberturas longitudinales. En algunas formas de realización típicas, el clavo medular está configurado de tal manera que la curvatura de Herzog y el accionamiento están dispuestos de forma proximal. Normalmente, el accionamiento es distal, es decir que está dispuesto detrás o debajo de la curvatura de Herzog.

[0023] Como accionamiento se prevé preferentemente un motor eléctrico con engranaje y husillo. El engranaje es preferentemente un engranaje planetario, ya que éste permite grandes relaciones de transmisión. Para el abastecimiento de energía y el control del accionamiento está prevista normalmente una unidad de control, a la que, mediante una antena, pueden alimentarse energía o señales de mando de manera inalámbrica desde fuera de un cuerpo en el que esté insertado el clavo medular. En algunas formas de realización, la unidad de control está en condiciones de transmitir o enviar de manera inalámbrica magnitudes registradas, como por ejemplo una fuerza necesaria para el desplazamiento o un trayecto de desplazamiento ya recorrido. En otras formas de realización está prevista como accionamiento una aleación con memoria de forma u otro accionamiento.

[0024] Normalmente, la primera parte interior y la segunda parte interior presentan una forma cilíndrica. En algunas formas de realización usuales, el diámetro de la primera parte interior y el diámetro de la segunda parte interior son idénticos. En algunas formas de realización preferidas, las partes interiores no presentan conformaciones, es decir que las partes interiores están configuradas libres de conformaciones. Esto ofrece la ventaja de una fabricación fácil y una evitación segura de ladeos o similares. Sin embargo, también es posible prever salientes para, adicionalmente a los pernos de fijación, predefinir la posición de las partes interiores en el cuerpo. El término "libres de conformaciones" se refiere aquí a la superficie limitadora exterior de la parte interior respectiva; en especial la primera parte interior presenta habitualmente una rosca interior. La primera parte interior está configurada preferentemente como un manguito que dispone de una rosca interior para engranar con el husillo. La segunda parte interior está configurada preferentemente como un cilindro. La primera parte interior se acciona de forma lineal mediante el elemento de husillo y el accionamiento que sigue al mismo y que está dispuesto en el cuerpo de accionamiento.

[0025] Otro aspecto se refiere a un sistema modular para clavos medulares, especialmente para clavos medulares destinados a una distracción de un hueso tubular. El sistema modular comprende un cuerpo de enclavamiento con un medio de enclavamiento para enclavar el cuerpo de enclavamiento en un primer fragmento del hueso tubular, y un cuerpo parcial hueco que se extiende en una dirección axial y en el que está dispuesta una primera parte interior, que está dispuesta con posibilidad de desplazamiento en dirección axial dentro del cuerpo parcial y que comprende una abertura de paso orientada en dirección radial para alojar un perno. Normalmente, el perno es un perno de fijación, en particular un perno de fijación de segmento o un perno de fijación de fragmento, para fijar un segmento de hueso o un segundo fragmento de hueso. El sistema modular comprende además normalmente un cuerpo de accionamiento, que comprende un accionamiento que está dispuesto en el cuerpo de accionamiento para desplazar axialmente una primera parte interior. El cuerpo de enclavamiento, el cuerpo de accionamiento y el cuerpo parcial pueden unirse entre sí en este orden para formar un clavo medular. Como técnica de unión se utiliza especialmente la soldadura, pero también es posible prever uniones atornilladas u otras uniones. Las uniones soldadas tienen la ventaja de que ahorran espacio. El cuerpo de enclavamiento, el cuerpo de accionamiento y el cuerpo parcial están realizados preferentemente con un diámetro idéntico o que disminuye en la dirección de la enumeración, de manera que puede crearse un clavo medular fácil de introducir. En particular, el cuerpo parcial presenta preferentemente al menos un diámetro igual o menor que el del cuerpo de accionamiento. El cuerpo de enclavamiento o el cuerpo parcial están realizados preferentemente huecos. Un cuerpo de enclavamiento hueco permite pasar a través del mismo una línea de alimentación o una antena o el alojamiento de una unidad de control. Los medios de enclavamiento del cuerpo de enclavamiento comprenden normalmente aberturas pasantes en dirección radial para alojar pernos de enclavamiento o pernos de fijación de fragmento destinados a fijar el primer fragmento de hueso en relación con el cuerpo de enclavamiento. En principio, las características arriba descritas en relación con el clavo medular pueden utilizarse o aplicarse ventajosamente también en el sistema modular.

[0026] En algunas formas de realización del sistema modular están previstos un cuerpo parcial con dos pares de agujeros oblongos opuestos y adicionalmente un cuerpo parcial con sólo un par de agujeros oblongos opuestos. En la última variante puede estar prevista adicionalmente, al menos, una abertura radial para el montaje fijo de pernos en el cuerpo o también no estar prevista ninguna abertura adicional.

[0027] En algunas formas de realización típicas están previstas dos variantes de cuerpos de enclavamiento, teniendo una primera variante una configuración axialmente recta y teniendo una segunda variante una configuración axialmente acodada. La variante axialmente recta del cuerpo de enclavamiento resulta adecuada especialmente para el tratamiento de fémures, mientras que la variante del cuerpo de enclavamiento con una curvatura de Herzog resulta adecuada especialmente para un tratamiento de la tibia. De este modo se crea con partes idénticas, como el cuerpo de accionamiento y el cuerpo parcial, un sistema modular con el que pueden producirse varios clavos medulares distintos. Esto puede reducir los costes de producción.

[0028] El cuerpo parcial presenta ventajosamente una segunda parte interior que puede desplazarse axialmente. Además, el cuerpo parcial comprende unas aberturas longitudinales correspondientes orientadas axialmente, a través de las cuales pueden pasarse pernos adicionales. De este modo es posible crear, con dos partes interiores desplazables y unos agujeros oblongos correspondientes en el cuerpo parcial, una posibilidad para un clavo medular de distracción con desplazamiento de segmento.

[0029] En esta solicitud se utiliza en general el término "axial" para una dirección a lo largo del eje longitudinal del clavo medular.

Breve descripción de los dibujos

[0030] A continuación se explican más detalladamente algunas formas de realización por medio de las figuras adjuntas, mostrando las figuras:

- la figura 1 muestra, en una vista esquemática de conjunto, un clavo medular con una transporte de segmento y una subsiguiente distracción, en un croquis de conjunto;
- la figura 2 muestra un detalle del clavo medular de la figura 1 en una situación de partida, en una vista lateral;
- la figura 3 muestra el clavo medular de la figura 1 una vez realizado el transporte de segmento, en una vista en sección;
- la figura 4 muestra partes del clavo medular de la figura 1, en una vista en sección, tras una distracción adicional;
- la figura 5 muestra una disposición alternativa de un clavo medular en un hueso;
- la figura 6 muestra una disposición de un clavo medular en un hueso distinto al de las figuras 1 a 5;
- la figura 7 muestra esquemáticamente un primer clavo medular montado a partir de un sistema modular; y
- la figura 8 muestra otro clavo medular montado a partir del mismo sistema modular, en una vista esquemática.

Descripción de ejemplos de realización

[0031] A continuación se explican ejemplos de realización por medio de las figuras, utilizándose los mismos números de referencia para las partes iguales o similares. Eventualmente, las partes iguales o similares no se explican de nuevo en relación con cada figura.

[0032] En la figura 1 está representado un clavo medular 1, que está enclavado en un primer fragmento de hueso 3. El clavo medular 1 está fijado en el primer fragmento de hueso 3 con dos pernos de enclavamiento 5, que sirven de medios de enclavamiento. Los pernos de enclavamiento 5 están orientados en esencia paralelamente al plano sagital. El clavo medular 1 comprende un cuerpo 10, en el que están dispuestas unas aberturas de paso para los pernos de enclavamiento 5. En el extremo del clavo medular 1 que está enclavado en el primer fragmento de hueso 3 está prevista una línea de alimentación 12, para alimentar energía y datos de control al clavo medular.

[0033] El cuerpo 10 del clavo medular 1 está realizado parcialmente hueco. En el clavo medular 1 está previsto un accionamiento (no mostrado en la figura 1) en el extremo del cuerpo 10 al que está fijada la línea de alimentación 12. El accionamiento sirve para accionar una primera parte interior 14. La parte interior 14 presenta una abertura de paso, en la que está dispuesto un perno de segmento 16. El perno de segmento 16 fija un segmento de hueso 18 en relación con la primera parte interior 14. Accionando el accionamiento puede desplazarse la primera parte interior 14 alejándola del primer fragmento de hueso 3. La dirección de desplazamiento está señalada con una flecha 20.

[0034] Al desplazar el segmento de hueso 18 crece de nuevo hueso si la velocidad de avance es suficientemente lenta. El hueso que crece de nuevo se crea en el punto de intersección entre el primer fragmento de hueso 3 y el segmento de hueso 18. Después de un recorrido de avance suficientemente largo, el segmento de hueso 18 topa con un segundo fragmento de hueso 23. En la figura 1 se muestra a modo de ejemplo como primer fragmento de hueso un fragmento distal de un fémur y como segundo fragmento de hueso un fragmento proximal del fémur.

[0035] Dependiendo del tamaño de los fragmentos de hueso, también puede ser conveniente una instalación opuesta del clavo medular (véase la figura 5). En otras formas de realización, el accionamiento no está dispuesto en el extremo del lado del enclavamiento, sino en el extremo opuesto al lado del enclavamiento. Un accionamiento dispuesto en el extremo de enclavamiento ejerce presión contra la primera parte interior al desplazar la primera parte interior, mientras que un accionamiento dispuesto en el extremo opuesto mueve la parte interior ejerciendo tracción.

[0036] Una vez que el segmento de hueso 18, ha topado con el segundo fragmento de hueso 23, al continuar haciendo avanzar la primera parte interior 14 en la dirección de avance 20 se ejerce también una presión sobre el segundo fragmento de hueso 23. Para hacer posible un desplazamiento del segundo fragmento de hueso 23 en relación con el primer fragmento de hueso 3, o sea para hacer posible una distracción, el segundo fragmento de

hueso 23 está dispuesto en una segunda parte interior 25 que puede desplazarse en relación con el cuerpo 10. El segundo fragmento de hueso 23 está fijado a la segunda parte interior 25 con dos pernos de fijación de fragmento 27. Los pernos de fijación de fragmento 27 tienen una configuración idéntica a la del perno de segmento 16 y los pernos de enclavamiento 5.

5 **[0037]** En la figura 1 y la figura 2, todos los pernos para fijar están orientados en esencia paralelamente al plano sagital. Sin embargo, normalmente se realiza un enclavamiento perpendicularmente al plano sagital. Esto ofrece la ventaja de que se simplifica una colocación de los pernos o medios de enclavamiento. Un enclavamiento exclusivamente en una dirección ofrece la ventaja de que los pernos resultan más fáciles de colocar, ya que han de colocarse todos ellos en la misma dirección.

10 **[0038]** Gracias a que, en la distracción tras el transporte del segmento de hueso 18, el avance del segundo fragmento de hueso 23 se realiza mediante el contacto entre el segmento de hueso 18 y el segundo fragmento de hueso 23, se crea entre estas dos partes de hueso una presión que, por regla general, es suficientemente grande para ayudar a que el segmento de hueso 18 y el segundo fragmento de hueso 23 se suelden.

15 **[0039]** Por lo tanto, en el ejemplo de realización de la figura 1, la primera parte interior y la segunda parte interior están realizadas de tal manera que el avance del segundo fragmento de hueso 23 no se realiza mediante un contacto de las partes interiores 14 y 25, sino mediante un contacto del segmento de hueso 18 con el segundo fragmento de hueso 23. Esto ofrece la ventaja de que en la superficie de contacto de las secciones de hueso puede establecerse una gran presión. Sin embargo, como alternativa también es posible hacer que la fuerza se transmita, al menos en parte, directamente de una parte interior a la otra parte interior, por ejemplo también mediante una parte intermedia dispuesta dentro del cuerpo 10 entre las dos partes interiores 14 y 25.

20 **[0040]** En el cuerpo 10 del clavo medular 1 están previstos para el perno de segmento 16 unos agujeros oblongos 28, que están orientados en la dirección axial del clavo medular 1 y que permiten un paso del perno de segmento 16. De los agujeros oblongos 28 está representado solamente uno. En el lado posterior se halla otro agujero oblongo 28. Para los pernos de fijación de fragmento 27 están previstos también unos agujeros oblongos 29 en un extremo del cuerpo 10 del clavo medular 1, estando situado el extremo de los agujeros oblongos 29 enfrente del extremo con los pernos de enclavamiento 5. Los agujeros oblongos 28 y 29 están dispuestos uno detrás de otro en dirección axial y permiten un guiado de los pernos.

25 **[0041]** Algunas formas de realización típicas presentan dos agujeros oblongos orientados axialmente y dispuestos uno enfrente de otro en la zona de la parte interior o de la primera parte interior. Otras formas de realización presentan un agujero oblongo solamente en un lado. Además pueden estar previstos uno o varios agujeros oblongos adicionales, especialmente en la zona de una segunda parte interior. El o los agujeros oblongos adicionales están normalmente desplazados axialmente en relación con el o los primeros agujeros oblongos, es decir dispuestos en otro lugar en la dirección axial del clavo medular.

30 **[0042]** En la figura 1 está representada además con una línea de puntos la posición del segundo fragmento de hueso 23 una vez realizada la distracción. Con los ejemplos de realización de la invención, el hueso puede alargarse aún en una medida considerable una vez realizado el transporte de segmento.

35 **[0043]** En las figuras 2 a 4 se muestran distintos estados del clavo medular 1 de la figura 1, estando representado en las figuras 2 a 4 solamente un detalle muy esquematizado del clavo medular y del hueso. Por ejemplo, no están representados los medios de enclavamiento para enclavar el clavo medular 1 en el primer fragmento de hueso 3.

40 **[0044]** En la figura 3 está representado también parcialmente un motor de accionamiento 30. El motor de accionamiento 30 está alojado en el cuerpo 10 de varias partes. La multiplicidad de partes del cuerpo 10 se explica más abajo con mayor detalle en relación con las figuras 7 y 8. Con el motor 30 se acciona, mediante un engranaje 32, un husillo 34 que está engranado con una rosca interior de la primera parte interior 14. Con el accionamiento es posible llevar a cabo un transporte del segmento de hueso 18 empujando mediante el husillo 34 la primera parte interior 14 en dirección a la segunda parte interior 25.

45 **[0045]** Algunas formas de realización típicas comprenden un motor como accionamiento. Otros accionamientos que pueden utilizarse ventajosamente son imanes permanentes accionados mediante campos magnéticos externos, elementos piezoeléctricos, aleaciones con memoria de forma o accionamientos neumáticos.

50 **[0046]** En la figura 3 están representados además de nuevo los agujeros oblongos 28, que permiten el paso del perno de segmento 16 (agujeros oblongos 28) y de los pernos de fijación de fragmento 27 (agujeros oblongos 29).

55 **[0047]** En la figura 3, el clavo medular se muestra en un estado en el que la primera parte interior 14 se ha desplazado en tal medida que el segmento de hueso 18 topa con el segundo fragmento de hueso 23. Si ahora se continúa accionando el motor 30, y por lo tanto se sigue empujando la primera parte interior 14, se produce un desplazamiento del segundo fragmento de hueso 23 en la dirección de desplazamiento de la primera parte interior 14. Mediante el segundo fragmento de hueso 23 se desplaza también la segunda parte interior 25 en dirección al extremo del clavo medular 1. Esto hace que, tras el traslado del segmento de hueso 18 hasta el segundo fragmento de hueso 23, se realice una distracción. Esto requiere una disposición desplazable del cuerpo 10 en el segundo fragmento de hueso 23. La longitud de la estructura de hueso máxima del clavo medular de la figura 3 viene dada por la longitud del agujero oblongo 28, resultando el recorrido del posible transporte de segmento de la longitud del agujero oblongo 28 menos la longitud del agujero oblongo 29.

60 **[0048]** En la figura 4 se muestra el estado al terminar el desplazamiento de distracción. La segunda parte interior 25 se ha desplazado en tal medida que, de los dos pernos de fijación de fragmento 27, el situado en el lado del extremo topa con el extremo del agujero oblongo 29 del cuerpo 10. Hay que señalar que en las figuras 2 a 4 no está representado el hueso que ha crecido de nuevo entre el primer fragmento de hueso 3 y el segmento de hueso 18. El fin de esto es solamente una mayor claridad.

65

[0049] El engranaje 32 es un engranaje planetario y permite una gran relación de transmisión. Además, el clavo medular 1 comprende una unidad de control, que está conectada al clavo medular 1 mediante la línea de alimentación 12. La unidad de control permite una comunicación inalámbrica con la misma desde fuera del cuerpo y, por lo tanto, un control inalámbrico del clavo medular 1. Mediante la unidad de control puede también alimentarse energía al motor 30 del clavo medular 1, realizándose la transmisión de energía a la unidad de control también de forma inalámbrica.

[0050] En la figura 5 se muestra una instalación del clavo medular 1 en un fémur invertida con respecto a la de la figura 1. En la forma de realización de la figura 5, el primer fragmento de hueso 3 es el fragmento proximal del hueso y el segundo fragmento de hueso 23 es el fragmento distal del hueso. Por lo demás, remitimos análogamente a la descripción de la figura 1. La configuración de la figura 5 puede ofrecer ventajas especialmente cuando el fragmento de hueso distal sea muy pequeño.

[0051] En la figura 6 se muestra la instalación de un clavo medular 1 en una tibia. El enclavamiento del clavo medular 1 se realiza en el plano frontal o también plano lateral. También es posible utilizar clavos medulares para tibias con una curvatura de Herzog, como se muestra por ejemplo en la figura 8. Además, también es posible una instalación invertida del clavo medular en una tibia, estando la línea de alimentación 12, en el caso de una instalación invertida, dispuesta preferentemente en el extremo de la segunda parte interior 25. Esto hace posible una introducción del clavo medular 1 en la tibia desde el lado distal de la tibia, pudiendo en este caso prescindirse de la curvatura de Herzog.

[0052] Las figuras 7 y 8 muestran distintos clavos medulares 1 que pueden montarse con un sistema modular según las formas de realización.

[0053] El sistema modular comprende distintos módulos, estando previstas para el módulo de enclavamiento dos variantes de cuerpos de enclavamiento, es decir un primer cuerpo de enclavamiento 41 que tiene una configuración recta y un segundo cuerpo de enclavamiento 42 que está acodado axialmente. "Acodado axialmente" significa que el cuerpo de enclavamiento 42 presenta en la dirección axial del clavo medular 1 un ángulo de pocos grados, por ejemplo entre 2° y 20° o entre 3° y 15°, o sea una, así llamada, curvatura de Herzog. Por lo tanto, el clavo medular 1 de la figura 8 con la curvatura de Herzog del cuerpo de enclavamiento 42, resulta especialmente adecuado para tibias.

[0054] Los cuerpos de enclavamiento 41 y 42 tienen soldado un respectivo cuerpo de accionamiento 45 en el que están alojados un accionamiento, por ejemplo un motor, y un engranaje. Los cuerpos de accionamiento 45 tienen soldado a su vez en el otro extremo un respectivo cuerpo parcial 47, que presenta unos agujeros oblongos 28 y 29 orientados axialmente. En los clavos medulares de las figuras 7 y 8, los cuerpos de accionamiento 45 y los cuerpos parciales 47 son idénticos. Gracias a esto es posible producir distintos clavos medulares con un número de piezas limitado, con lo que pueden reducirse los costes de producción. Además es posible prever de manera variable un traslado de segmento o realizar el clavo medular solamente como clavo medular de distracción. Así, el clavo medular 1 de la figura 7 comprende solamente un perno de segmento 16, que sin embargo se utiliza para fijar un segundo fragmento de hueso, o sea como perno de fijación de fragmento. En este caso, la segunda parte interior 25 no es necesaria. Como alternativa puede emplearse también una primera parte interior que entonces desplace una segunda parte interior directamente mediante contacto entre las partes interiores. Normalmente, con el fin de reducir el número de piezas, todos los agujeros, o sea los primeros agujeros oblongos 28 y los segundos agujeros oblongos 29, se conservan también en el caso de la utilización del clavo medular puramente como clavo medular de distracción. No obstante, si se necesita una mayor distancia de distracción o si el clavo medular debe configurarse acortado en comparación con la distancia de distracción por motivos anatómicos o de otro tipo, se puede suprimir el agujero oblongo 29 y acortar el clavo medular.

[0055] El clavo medular 1 de la figura 8 comprende, como el clavo medular descrito en relación con las figuras 1 a 6, una primera parte interior 14 junto con un perno de segmento 16, de manera que con el clavo medular 1 de la figura 8 también es posible un traslado de segmento. Además, el clavo medular 1 de la figura 8 dispone también de una segunda parte interior 25 para una distracción.

[0056] En otras formas de realización, la segunda parte interior puede enclavarse. Esto ofrece la ventaja de que, en las aplicaciones en las que no se necesite ninguna distancia de distracción, puede crearse un clavo medular correspondiente con transporte de segmento simplemente enclavando la segunda parte interior. Otras formas de realización de un sistema modular comprenden adicionalmente un cuerpo parcial que dispone solamente de agujeros oblongos destinados a alojar un medio de fijación para un segmento de hueso. En tales formas de realización, los medios de fijación para fijar el segundo fragmento de hueso están alojados en unas aberturas radiales del cuerpo parcial, no siendo posible un desplazamiento de los medios de fijación para el segundo segmento de hueso, por ejemplo a causa de unas aberturas radiales fijas.

[0057] El diseño modular del sistema modular permite realizar distintos clavos medulares con un número de piezas limitado. Más allá de los ejemplos mostrados existen otras posibilidades para montar clavos medulares con los componentes mostrados. Así, es posible por ejemplo prever cuerpos parciales más cortos o más largos para, con el mismo cuerpo de accionamiento, producir clavos medulares para distintas longitudes de hueso. La invención no está limitada a los ejemplos de realización arriba descritos, sino que el alcance de la invención está más bien determinado por las reivindicaciones. En particular, no todas las partes representadas son necesariamente características de la invención, lo que se aplica especialmente a los huesos humanos representados.

Números de referencia

[0058]

	1	Clavo medular
5	3	Primer fragmento de hueso
	5	Perno de enclavamiento
	10	Cuerpo
	12	Línea de alimentación
	14	Primera parte interior
10	16	Perno de segmento
	18	Segmento de hueso
	20	Dirección de desplazamiento
	23	Segundo fragmento de hueso
	25	Segunda parte interior
15	27	Perno de fijación de fragmento
	28, 29	Agujeros oblongos
	30	Motor
	32	Engranaje
	34	Husillo
20	41, 42	Cuerpos de enclavamiento
	45	Cuerpo de accionamiento
	47	Cuerpo parcial

REIVINDICACIONES

1. Clavo medular (1) para una distracción de un hueso tubular con
- un cuerpo (10), al menos, parcialmente hueco que se extiende en una dirección axial del clavo medular (1),
5 - un medio de enclavamiento para enclavar el cuerpo (10) en un primer fragmento de hueso (3) del hueso tubular,
- una primera parte interior (14) que está dispuesta con posibilidad de desplazamiento en dirección axial dentro del
cuerpo (10) y que comprende un medio de fijación (16) para fijar un segmento de hueso (18) del hueso tubular,
comprendiendo el cuerpo (10) en la zona de la primera parte interior (14) al menos un agujero oblongo (28) para
10 pasar a través del mismo el medio de fijación (16),
- un accionamiento para desplazar axialmente la primera parte interior (14) y
- una segunda parte interior (25) que está dispuesta con posibilidad de desplazamiento en dirección axial dentro del
cuerpo (10) y que comprende un medio de fijación de fragmento para fijar un segundo fragmento de hueso (23) del
hueso tubular, y que está caracterizado porque la segunda parte interior (25) no tiene accionamiento.
- 15 2. Clavo medular (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque el cuerpo (10) presenta, en la zona de la
segunda parte interior (25), al menos, un agujero oblongo (29) adicional, en particular unos agujeros oblongos (29)
opuestos, para pasar a través del mismo o de los mismos, al menos, un perno de fijación de fragmento (27) como
medio de fijación de fragmento destinado a fijar un segundo fragmento de hueso (23) del hueso tubular.
- 20 3. Clavo medular (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la segunda parte interior (25) comprende al
menos una abertura de paso orientada en dirección radial para alojar el perno de fijación de fragmento (27).
4. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la primera parte interior
14) comprende una abertura de paso orientada en dirección radial para alojar un perno de segmento (16) como
25 medio de fijación.
5. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las partes interiores (14,
25) están dispuestas en el cuerpo (10) una detrás de otra en dirección axial.
- 30 6. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el accionamiento está
alojado fijamente en el cuerpo (10), de manera que es posible introducir el clavo medular (1) en el hueso tubular con
el accionamiento ya alojado.
- 35 7. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el diámetro del cuerpo
(10) permanece invariable en toda su longitud y/o es de como máximo 13 mm.
8. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en un extremo del cuerpo
(10) está prevista una curvatura de Herzog.
- 40 9. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el accionamiento está
dispuesto en el cuerpo (10) enfrente de la segunda parte interior (25).
- 45 10. Clavo medular (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la primera parte interior
(14) y/o la segunda parte interior (25) presenta(n) una forma cilíndrica.

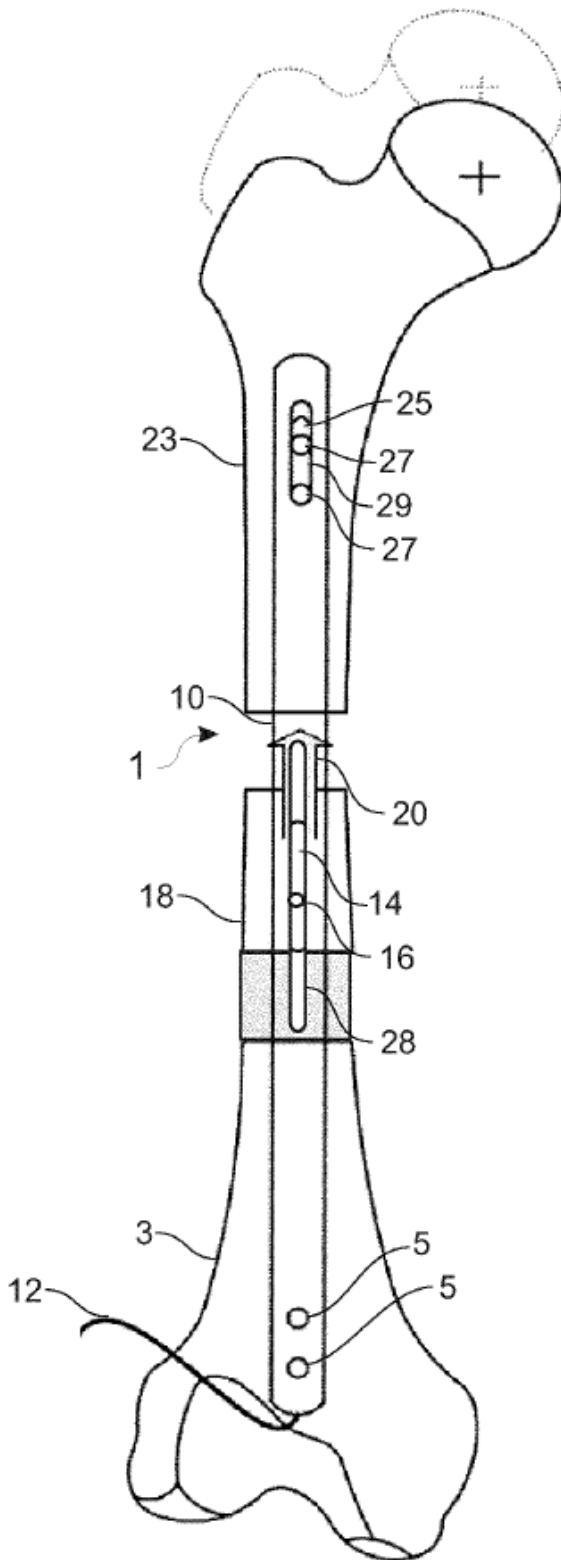


Fig. 1

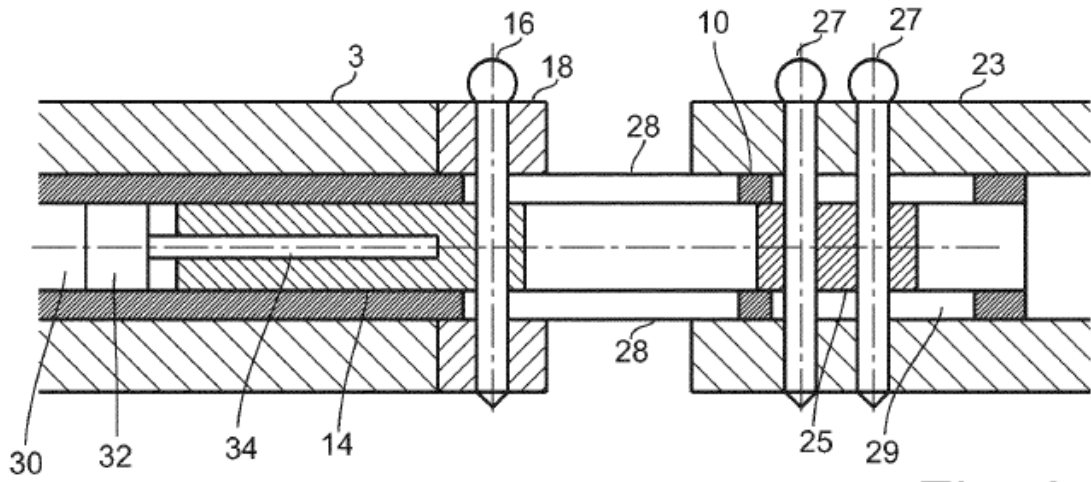


Fig. 2

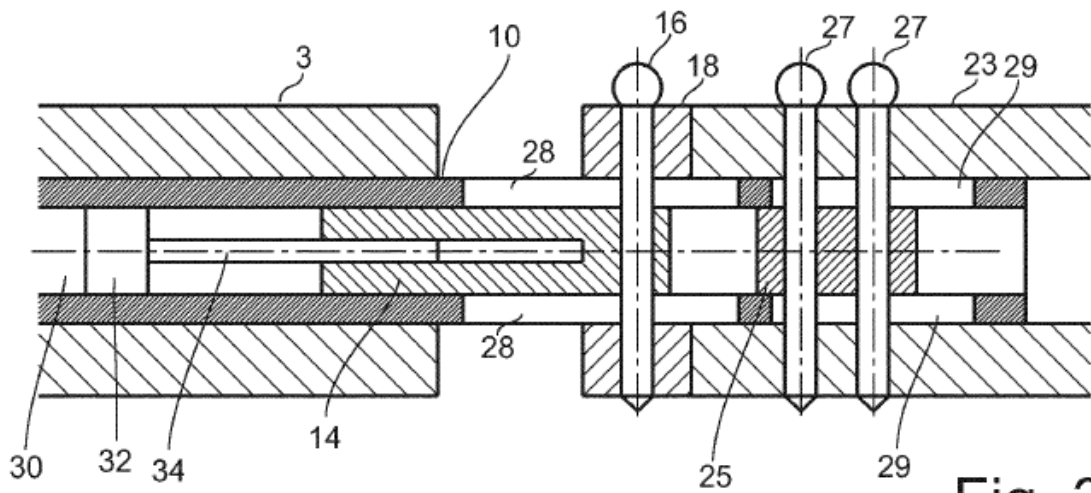


Fig. 3

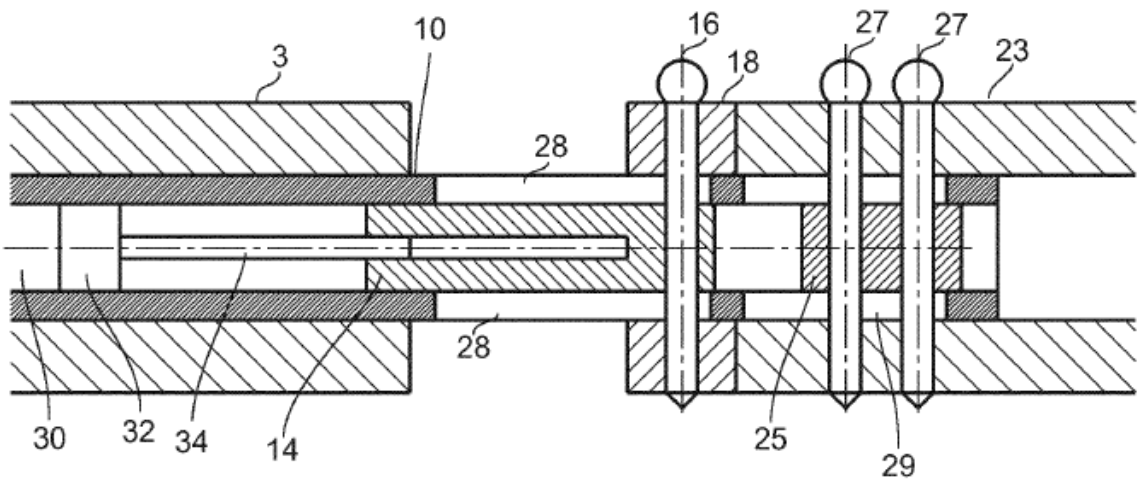
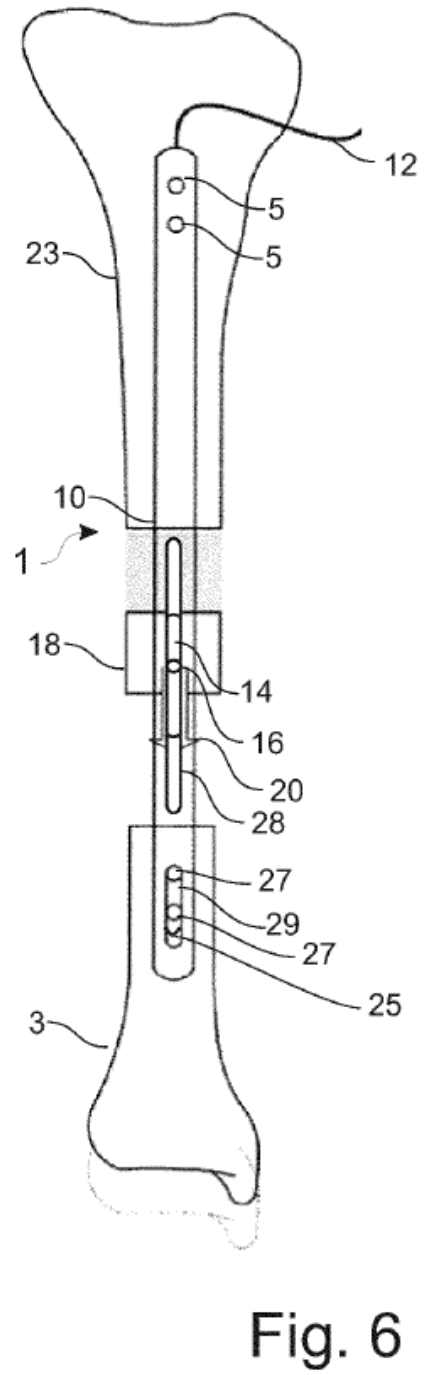
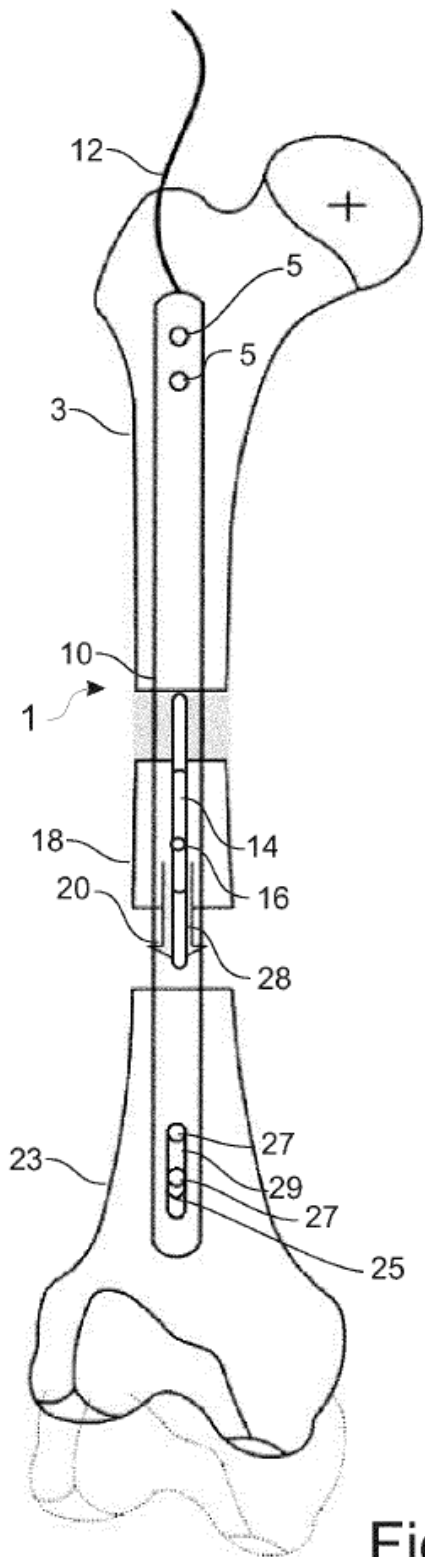


Fig. 4



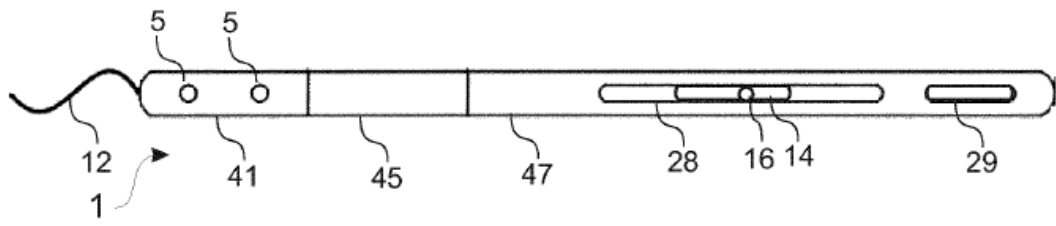


Fig. 7

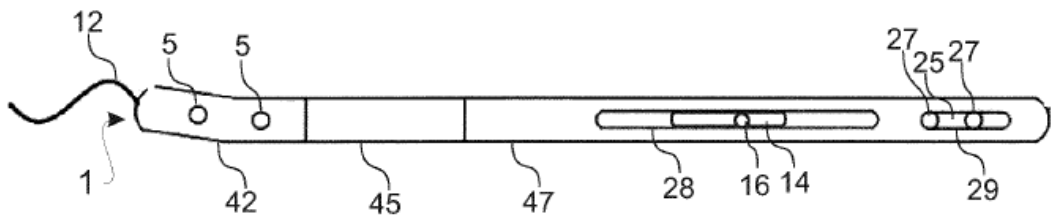


Fig. 8

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- DE 19708279 C2 [0003] [0005] [0017]
- DE 10317776 A1 [0005]
- FR 2949662 A1 [0005]

10