



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 363 347**

(51) Int. Cl.:
A61L 27/50 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05763584 .9**

(96) Fecha de presentación : **14.07.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1771217**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **11.04.2007**

(54) Título: **Medio de relleno y dispositivo de suministro para la formación de una estructura de soporte en un espacio interior óseo.**

(30) Prioridad: **14.07.2004 EP 04405451**

(73) Titular/es: **AKROSS AG.
Herrenacker 15
8200 Schaffhausen, CH**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2011

(72) Inventor/es: **Sidler, Bruno**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2011

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 363 347 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

Medio de relleno y dispositivo de suministro para la formación de una estructura de soporte en un espacio interior óseo

La presente invención se refiere a un medio de relleno para la formación de una estructura de soporte en un espacio interior óseo según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere además a un dispositivo de suministro para la introducción de un medio de relleno en un espacio interior óseo según el preámbulo de la reivindicación 22.

La invención se refiere al tratamiento de huesos en personas o animales.

El envejecimiento creciente de la sociedad provoca un aumento superior al promedio de enfermedades del aparato motriz y de soporte, en particular de los huesos. Los huesos se pueden deteriorar o debilitar de las más diferentes maneras, por ejemplo, por trauma, infección, uso, crecimiento de tumores o enfermedades regenerativas como la osteoporosis. En el caso de personas más mayores, en particular la osteoporosis, es decir, la descomposición del tejido esponjoso, representa un problema ya que se debilita por ello la capacidad de carga del hueso, lo que tiene como consecuencia que aparecen más roturas de huesos, sobre todo en la columna vertebral, en el cuello del fémur y en la muñeca. Un tratamiento de roturas de huesos semejantes es difícil, en particular si existen cambios degenerativos en estadio avanzado. Para la fijación de roturas de huesos semejantes se utilizan habitualmente tablillas exteriores o interiores (placas, tornillos, implantes), que retienen el hueso hasta su curación. No obstante, tablillas semejantes no se pueden utilizar en todos los huesos. Así se aplica, por ejemplo, en la columna vertebral para el tratamiento de un cuerpo de vértebra degenerado o fracturado la así denominada vetebroplastia, rellenándose el cuerpo de vértebra deteriorado con cemento óseo. No obstante, la utilización de cemento óseo en cuerpos de vértebras presenta diversas desventajas, en particular que el cemento óseo puede salir de forma incontrolada a través de venas o pequeños defectos del hueso en el cuerpo de vértebra, y por ello puede provocar daños en estructuras anatómicas adyacentes, por ejemplo, en una salida en el canal espinal. Otras desventajas del cemento óseo son que en el endurecimiento se calienta fuertemente, lo que puede deteriorar el tejido circundante o incluso los nervios, que el cemento óseo se debe tratar muy rápidamente, que en el cemento óseo no puede crecer posteriormente un hueso y que con el tiempo el cemento óseo se vuelve quebradizo.

El documento US 2004/0052829 da a conocer un procedimiento para el tratamiento de cuerpos de vértebra porosos, en particular de cuerpos de vértebras con fractura por osteoporosis. Para ello se utiliza una sustancia de soporte líquida, biocompatible, como el agua, que está enriquecida con cuerpos de soporte biocompatibles. En este procedimiento es desventajoso el hecho de que se requiere un recipiente de tipo globo, el cual debe introducirse en primer lugar en el cuerpo de vértebra y el cual luego se rellena con la sustancia de soporte que contiene los cuerpos de soporte. El recipiente de tipo globo es necesario para garantizar que tanto la sustancia líquida de soporte, como también los cuerpos de soporte allí contenidos permanecen en el interior del cuerpo de vértebra. Si no se utilizase un recipiente de tipo globo, así en este procedimiento también existiría el peligro conocido del derrame, mientras que la sustancia líquida de soporte, así como los cuerpos de soporte allí contenidos que presentan un tamaño en el rango de milímetros, se escapan del cuerpo de vértebra deteriorado, y deterioran de manera incontrolable el tejido adyacente o se extienden en el cuerpo humano. El procedimiento conocido presenta por consiguiente las desventajas de que es caro introducir el recipiente de tipo globo en el cuerpo de vértebra, que éste puede deteriorarse durante la introducción o por los cuerpos de soporte, de forma que la sustancia de soporte podría salirse, y que el cuerpo de vértebra no puede rellenarse de forma óptima ya que el recipiente de tipo globo se "infla" durante la alimentación de la sustancia líquida de soporte y por consiguiente ocupa más volumen que el necesario en sí para los cuerpos de soporte.

El documento US 2004/0097930 da a conocer otro procedimiento para el tratamiento de cuerpos de vértebras. Este procedimiento da a conocer cuerpos esféricos que se introducen en el espacio interior del cuerpo de vértebra. Después de la operación exitosa se carga la columna vertebral en la dirección axial, es decir, en la dirección de desarrollo de la columna vertebral. Esta carga tiene como consecuencia que los cuerpos esféricos se desplazan radialmente hacia el eje de la columna vertebral, por lo que el cuerpo de vértebra baja y se deforma. En el caso más desfavorable el cuerpo esférico penetra el recubrimiento del cuerpo de vértebra y se distribuye luego de forma incontrolada en el cuerpo humano. El documento da a conocer además cuerpos cuadrangulares que se deben introducir en el espacio interior del cuerpo de vértebra. Estos cuerpos cuadrangulares se bloquean mutuamente durante el suministro, de manera que estos cuerpos no se pueden suministrar al espacio interior del cuerpo de vértebra. El procedimiento dado a conocer presenta por consiguiente las desventajas de que a los cuerpos introducidos en el cuerpo de vértebra les gustaría escaparse bajo carga y/o que los cuerpos a introducir no se le pueden suministrar al cuerpo de vértebra.

Por ello el objetivo de la presente invención es proponer un medio de relleno ventajoso implantable, en particular inyectable, que permita atender de forma óptima a los huesos defectuosos, en particular cuerpos de vértebras, de manera que desde el momento de la implantación los huesos sean capaces de soportar las cargas fisiológicas aplicadas.

Este objetivo se resuelve con un medio de relleno fluente en seco que presenta las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes 2 a 21 se refieren a otros medios de relleno configurados de forma ventajosa. El objetivo se resuelve además con un dispositivo de suministro para la introducción del medio de relleno que presenta las características de la reivindicación 22. Las reivindicaciones dependientes 22 a 26 se refieren a otras configuraciones

ventajosas.

El objetivo se resuelve aun más con un sistema que presenta las características de la reivindicación 27.

El objetivo se resuelve en particular con un medio de relleno fluente en seco para la formación de una estructura de soporte en un espacio interior óseo, comprendiendo el medio de relleno una pluralidad de cuerpos de soporte biocompatible que son resistentes contra la deformación o ruptura bajo las cargas fisiológicas que aparecen habitualmente en el espacio interior óseo, presentando los cuerpos de soporte un tamaño entre 2 mm y 10 mm, y presentando los cuerpos de soporte un eje, así como dos puntos de tope opuestos, espaciados en la dirección del eje. Los puntos de tope están configurados preferentemente como superficies de tope.

La expresión “fluente en seco” significa que el medio de relleno se puede inyectar, no obstante, sin utilización de alguna sustancia líquida de soporte que podría conferirle propiedades de fluencia a los cuerpos de soporte. Los cuerpos de soporte se eligen con un tamaño que éstos pueden desplazarse, por ejemplo, dispuestos en una cánula unos tras otros, conjuntamente en la cánula, ejerciendo una presión sobre el primer cuerpo de soporte, y transmitiéndose esta fuerza sobre todos los cuerpos de soporte situados en la cánula, de forma que los cuerpos de soporte se mueven en la cánula hacia la punta de la cánula. Los cuerpos de soporte están dispuestos de forma alineada en la cánula, de tal manera que los puntos de tope de dos cuerpos de soporte sucesivos se sitúan respectivamente adyacentes. Estos cuerpos de soporte presentan propiedades de fluencia en seco, presentando éstos un tipo de propiedad de fluencia en la cánula sin una sustancia de soporte y pudiéndose suministrar los cuerpos de soporte, de forma similar a una inyección, a través de la cánula a un espacio interior óseo.

La expresión “cuerpo de soporte” designa un cuerpo que es capaz de soportar las fuerzas que aparecen en un espacio interior óseo, en particular en un cuerpo de vértebra, sin que se deforme o destruya esencialmente. Se conocen una pluralidad de materiales biocompatibles a partir de los que se puede producir un cuerpo de soporte semejante:

- materiales cerámicos, en particular fosfatos de calcio / hidroxilapatita, óxido de aluminio, óxido de circonio, cerámica ATZ (óxido de aluminio y de circonio), vidrios bioactivos, vitrocerámicas, porcelana o una combinación de ellos, o

- materiales metálicos, en particular titanio, tántalo, acero inoxidable, aleaciones de acero como aleaciones de cobalto – cromo, aleaciones de titanio como aleaciones de titanio – níquel o aleación de titanio – aluminio – niobio / vanadio, o una combinación de ellos, o

- polímeros, en particular polimetacrilato de metilo (PMMA), polieteretercetona (PEEK), polietileno (PE), polietileno tereftalato (PET) o una combinación de ellos, o

- polímeros biodegradables como poliacetato.

El medio de relleno según la invención, que comprende una pluralidad de cuerpos de soporte biocompatibles, presenta las ventajas de que no se necesita un balón u otro medio límite en el espacio interior óseo, ya que el medio de relleno, por un lado, no presenta una sustancia de soporte como un líquido que podría salirse, que el medio de relleno puede fluir en seco en la cánula y que el medio de relleno, por otro lado, se compone de cuerpos de soporte individuales, relativamente grandes que debido a su tamaño apenas pueden escaparse de forma incontrolada en un cuerpo de vértebra fuertemente deteriorado y, además, debido a su tamaño no se pueden distribuir de forma incontrolada en el cuerpo. El medio de relleno según la invención puede fluir en seco y se puede inyectar por ello con la ayuda de una cánula en un espacio interior óseo. El medio de relleno según la invención es por ello apropiado en particular también para el suministro a huesos difícilmente accesibles, como los huesos de vértebras.

En una forma de realización especialmente ventajosa, los cuerpos de soporte están configurados de manera que se pueden encastrar mutuamente, de forma que los cuerpos de soporte situados en el espacio interior óseo se encastran mutuamente y por ello forman una estructura de soporte coherente. Preferentemente los cuerpos de soporte están encastrados de forma que éstos forman una estructura de soporte autoestable. Esto es importante en particular en el caso de una columna vertebral cargada.

El medio de relleno según la invención permite rellenar los defectos de huesos, como huesos fracturados, en particular cuerpos de vértebras debilitados, fracturados o contraído, con una estructura de soporte hecha de cuerpos de soporte individuales. Además, los cuerpos de vértebras contraídos pueden enderezar de nuevo. La estructura de soporte le confiere al hueso una estabilidad, transmite las fuerzas que aparecen y puede estimular la curación del hueso y/o la formación de hueso. Los cuerpos de soporte pueden estar rellenos y/o recubiertos con sustancias que curan los huesos y/o que forman los huesos o pueden presentar una estructura superficial que cura los huesos y/o que forma los huesos. El medio de relleno según la invención puede introducirse en los huesos mediante un dispositivo de suministro que comprende una pequeña cánula, lo que permite un acceso suave al hueso. En una configuración ventajosa el dispositivo de suministro comprende un dispositivo de medición de la fuerza para medir la fuerza ejercida sobre los cuerpos de soporte en la dirección de transporte durante la introducción. Con ello se evita una fuerza excesiva durante la introducción.

Por ello se evita una ruptura de la pared exterior del cuerpo de vértebra. Además, al doctor se le pone a disposición a través de la fuerza de introducción un indicador que dice algo sobre el estado de llenado del cuerpo de vértebra. En otra configuración ventajosa el dispositivo de suministro comprende un dispositivo de accionamiento que acciona un émbolo dispuesto en la cánula. El dispositivo de accionamiento ejerce, sobre el émbolo y los cuerpos de soporte dispuestos anteriormente en la dirección de suministro, una fuerza mecánica, por ejemplo, una fuerza constante, un golpe o una vibración. En otra configuración el dispositivo de suministro presenta un émbolo que sobresale en el espacio interior óseo, cuya punta sirve como instrumento de manipulación para cambiar la posición de los cuerpos de soporte situados en el interior del espacio interior óseo, o bien para orientarlos.

La invención se describe a continuación en detalle de mano de las figuras. Muestran:

- 10 Fig. 1 una vista en planta de un cuerpo de vértebra con una cánula introducida;
- Fig. 2 una sección a través del cuerpo de vértebra en el que se introduce el medio de relleno;
- Fig. 3 una sección a través del cuerpo de vértebra, así como la cánula según la fig. 2;
- Fig. 4 una sección a través del cuerpo de vértebra con medio de relleno completamente introducido;
- Fig. 5a a 5e representaciones esquemáticas de estructuras de soporte diferentemente formadas;
- 15 Fig. 6a a 6e cuerpos de soporte con contornos exteriores poligonales;
- Fig. 7a a 7d cuerpos de soporte con contornos exteriores redondeados;
- Fig. 8a a 8d cuerpos de soporte con contornos exteriores poliédricos;
- Fig. 9 otro ejemplo de realización de una cavidad ósea rellena parcialmente con medio de relleno;
- Fig. 10 la fijación de una cánula en un hueso;
- 20 Fig. 11 una cánula;
- Fig. 12 una punta de cánula;
- Fig. 13 un dispositivo de presión;
- Fig. 14 un hueso roto con cavidad ósea;
- Fig. 15 una sección transversal a través de una cánula;
- 25 Fig. 16 otra sección transversal a través de una cánula;
- Fig. 17 una sección longitudinal a través de otro cuerpo de vértebra con dispositivo de suministro y cuerpos de soporte a introducir;
- Fig. 18a – 18e puntas de émbolo configuradas diferentemente;
- Fig. 19 una sección transversal a través de otro cuerpo de vértebra con cuerpos de soporte introducidos, así como una
- 30 vista en planta de un dispositivo de suministro;
- Fig. 20a – 20c secciones longitudinales de cuerpos de soporte configurados diferentemente;
- Fig. 21 una vista circunferencial de un punto de tope;
- Fig. 22a-b tres cuerpos de soporte individuales, dispuestos unos en otros;
- Fig. 23 otro ejemplo de realización de un cuerpo de soporte.
- 35 La figura 1 muestra en una vista en planta un hueso 4, más específicamente un cuerpo de vértebra con un espacio interior óseo 4a. Bajo el concepto espacio interior óseo 4a se entiende el volumen total ocupado por el hueso 4. En el espacio interior óseo 4a se sitúa una cavidad ósea 4b en la que desemboca una cánula 6. La cavidad ósea 4b se puede originar, por ejemplo, con motivo de procesos degenerativos, en particular osteoporosis. La cavidad ósea 4b se puede generar o aumentar también de forma artificial con un instrumento apropiado.
- 40 La figura 2 muestra un cuerpo de vértebra 4 con un espacio interior óseo 4a, así como un dispositivo de suministro 5 que comprende una cánula 6, un dispositivo de presión 9 con asidero de accionamiento 9b y un émbolo 9c. La cánula 6 desemboca en el espacio interior óseo 4a que en este ejemplo de realización no presenta una cavidad ósea 4b. En el espacio interior de la cánula 6 y el dispositivo de presión 9 están dispuestos cuerpos de soporte 2 biocompatibles unos

tras otros y que en contacto esencialmente mutuamente, de forma que el émbolo 9c, que actúa sobre el cuerpo de soporte 2 situados en primer lugar acciona todos los cuerpos de soporte 2 en la dirección del espacio interior óseo 4a. Esto permite, si es necesario, transmitir a través de los cuerpos de soporte 2 la fuerza aplicada en el asidero de accionamiento 9b hasta los cuerpos de soporte 2 situados en la punta de la cánula 6, de forma que éstos penetran con una fuerza correspondiente en el espacio interior óseo 4a, y en este caso forman durante la introducción una cavidad ósea 4b. El diámetro interior de la cánula 6, así como del dispositivo de presión 9 están configurados de forma adaptada con respecto al diámetro exterior de los cuerpos de soporte 2, de manera que los cuerpos de soporte 2 están dispuestos unos tras otros en la dirección de flujo, es decir, hacia la abertura de salida de la cánula 6, lo que tiene como consecuencia que la totalidad de los cuerpos de soporte 2 forman un medio de relleno 1 fluente en seco, que presenta propiedades de fluencia en seco sin cualquier tipo de lubricante, pudiéndose suministrar los cuerpos de soporte 2 al espacio interior óseo 4a con un dispositivo similar a la punta representada como en la figura 2. La cánula 6 también podría discurrir de forma curvada o estar hecha de un material flexible o sólido.

El cuerpo de vértebra 4 representado en la figura 3 en una sección presenta una cavidad ósea 4b, que se ha generado anteriormente, antes de la introducción de los cuerpos de soporte 2, con un instrumento especial. Luego se hace avanzar la punta 6a de la cánula 6 hasta la cavidad ósea 4b, y después los cuerpos de soporte 2 representados en vista lateral se suministran individualmente, sucesivamente, y en posición definida mutua, de forma que éstos se distribuyen aleatoriamente en la cavidad ósea 4b. La cánula 6 presenta una sección transversal interior redonda, de manera que cada cuerpo de soporte 2, los cuales están configurados de forma idéntica, presenta un contorno exterior oblongo que discurre esféricamente. El cuerpo de soporte 2 presenta un tamaño máximo entre 2 mm y 10 mm. Los cuerpos de soporte 2 están configurados como cuerpos macizos. Todos los cuerpos de soporte 2 en cuestión están configurados de forma idéntica en tamaño y forma.

La figura 4 muestra el cuerpo de vértebra 4 representado en la figura 3 con una cavidad ósea 4b rellena completamente por cuerpos de soporte 2, descansando unos sobre otros los cuerpos de soporte 2 en colocación diferente y estando atrapados en este caso en la cavidad ósea 4b, de forma que la totalidad de estos cuerpos de soporte 2 forma una estructura de soporte estable. El canal de acceso hacia la cavidad ósea 4b se ha cerrado después de la introducción de los cuerpos de soporte 2 con un pivote 4c.

Un espacio interior óseo 4a o bien una cavidad ósea 4b puede rellenarse con cuerpos de soporte 2 diferentemente configurados. La figura 5a muestra esquemáticamente una cavidad ósea 4b limitada con una abertura de entrada 4c, a través de la que se introducen los cuerpos de soporte 2 esféricos. La figura 5b muestra cuerpos de soporte 2 configurados de forma elíptica. Una ventaja de los cuerpos de soporte 2 representados en las figuras 5a y 5b con contorno exterior esférico es el hecho de que pueden desplazarse mutuamente al emplear una pequeña fuerza, de forma que estos cuerpos de soporte 2 rellena muy bien el volumen de la cavidad ósea 4b. Las figuras 5c y 5d muestran cuerpos de soporte 2 con un contorno exterior angular, pudiendo ejercer un efecto de cuña las superficies laterales de los cuerpos de soporte 2 que convergen con un ángulo, de forma que los cuerpos de soporte 2 situados en la cavidad ósea 4b limitada se encastran mutuamente en una forma de realización ventajosa, según se representa en la figura 5c, produciéndose entre el cuerpo de soporte 2 mayores espacios intermedios en los que puede crecer posteriormente el hueso. La totalidad de los cuerpos de soporte 2 forma de nuevo una estructura de soporte que puede cargarse mecánicamente. Al contrario que los cuerpos de soporte 2 representados en las figuras 5a a 5d, que son idénticos respectivamente con respecto a su forma y tamaño, los cuerpos de soporte 2, según se representa en la figura 5e, podrían presentar también diferentes formas y/o tamaños en el interior de la cavidad ósea 4b.

Las figuras 6a – 6d y 7a – 7d muestran cuerpos de soporte 2 que presentan un eje, presentando cada cuerpo de soporte 2 dos puntos de tope 2g opuestos, espaciados en la dirección del eje A. Los puntos de tope 2g de las figuras 6a – 6e, así como de la figura 7d están configurados como superficies de tope 2g, por el contrario los puntos de tope 2g de las figuras 7a – 7c están configurados como anillos con pequeña superficie de contacto mutuo. En los ejemplos de realización según las figuras 6a – 6e, los puntos de tope 2g discurren perpendicularmente al eje A. En los ejemplos de realización según las figuras 7a – 7d, los puntos de tope 2g presentan un desarrollo circular o esférico o bien abombado. Los puntos de tope 2g de los ejemplos de realización según las figuras 7a – 7c podrían estar configurados también discurriendo anularmente, perpendicularmente al eje A. Los cuerpos de soporte 2 presentan en las figuras 6a – 6c, 7a – 7c una entalladura 2c dispuesta hacia el punto de tope 2g. Esta entalladura 2c puede estar configurada como depresión, o también como cavidad interior 3 abierta continua que se extiende entre los dos puntos de tope 2g opuestos, y desemboca en las entalladuras 2c opuestas. La entalladura 2c puede discurrir de forma excéntrica, o como se representa en las figuras 6a – 6c, 7a – 7c, de forma concéntrica al eje A. Los cuerpos de soporte 2 también se podrían componer, según se representa en la figura 6e, de dos o todavía más cuerpos parciales, por ejemplo, de cuatro cuerpos parciales que se pueden mover independientemente unos de otros en el espacio interior óseo.

Las figuras 6a, 6b y 6c, así como 7a, 7b y 7c muestran cuerpos de soporte 2 con una cavidad interior 3 abierta. Bajo una cavidad interior 3 abierta se entiende una cavidad en el cuerpo de soporte 2 que está abierta hacia el exterior, al contrario que una cavidad cerrada, que está dispuesta completamente en el interior del cuerpo de soporte 2 sin presentar una abertura hacia el exterior. También estos cuerpos de soporte 2 presentan un tamaño máximo en el rango entre 2 mm y 10

mm. Cada cuerpo de soporte 2 comprende un volumen total que se corresponde al volumen del material del cuerpo de soporte 2, así como su cavidad interior 3. El volumen de la cavidad interior es mayor del 30% del volumen total, preferentemente mayor del 50% y puede ser de hasta un 90%. El tamaño del volumen posible máximo de la cavidad interior 3 depende de las fuerzas de presión máximas que actúan en el cuerpo de soporte 2. Estas fuerzas de presión dependen del espacio interior óseo 4a específico o bien del hueso 4 en el que se forma la estructura de soporte. La capacidad de carga del cuerpo de soporte 2 depende naturalmente del material utilizado. Si el cuerpo de soporte 2 se forma, por ejemplo, de metal, así la cavidad interior 3 puede estar configurada de forma relativamente grande, y el cuerpo de soporte 2 puede ser resistente frente a las fuerzas de presión que actúan. Si el cuerpo de soporte 2 está producido de un material, como biovidrio o una sustancia reabsorbibles, así la cavidad interior 3 debe estar configurada porcientualmente más pequeña conforme a las propiedades del material, para conferirle al cuerpo de soporte 2 una fuerza portante suficientemente grande. Esta cavidad interior 3, en particular una cavidad interior 3 porcientualmente relativamente grande, presenta la ventaja de que ésta puede llenarse con el tiempo de material óseo que ha crecido posteriormente. En una configuración especialmente ventajosa, la cavidad interior 3 del cuerpo de soporte 2 se rellena antes de su introducción al menos parcialmente con una substancia osteoinductiva y/o osteoconductiva, en particular una proteína que favorece el crecimiento óseo, sulfato de calcio o una combinación de éstos u otras substancias. Gracias a los cuerpos de soporte 2 rellenos de esta forma es posible suministrar al espacio interior óseo 4a, mediante el medio de relleno 1 fluente en seco, hecho de una pluralidad de cuerpos de soporte 2, tanto una estructura de soporte como también substancias osteoinductivas y/o osteoconductivas. Esta configuración presenta las ventajas de que el medio de relleno 1 se suministra seco al espacio interior óseo 4a, de forma que no existe un peligro de una salida por ranuras, hendiduras y aberturas presentes eventualmente en el hueso 4. Además, la substancia osteoinductiva provoca un crecimiento del hueso, de forma que las cavidades 3 y los espacios intermedios que se producen entre los cuerpos de soporte 2 se rellenan ventajosamente crecientemente con el hueso que crece posteriormente. Ya que los cuerpos de soporte 2 están dispuestos en el espacio interior óseo 4a orientados al azar, es decir, las cavidades 3 discurren en direcciones aleatorias, y los espacios intermedios también discurren en direcciones aleatorias y presentan un tamaño determinado por el azar, los cuerpos de soporte 2 forman en sí, en particular si el volumen de la cavidad interior 3 es mayor del 50% del volumen total, una estructura de soporte similar en el sentido más amplio al tejido esponjoso. Si con el transcurso de la sanación creciente se rellenan además las cavidades 3 y los espacios intermedios con tejido esponjoso que crece posteriormente, así en el espacio interior óseo 4a se forma una estructura de soporte parcialmente comparable al hueso sano, con cuerpos de soporte 2 orientados arbitrariamente, cuyas cavidades y espacios intermedios han crecido con tejido esponjoso.

La cavidad interior 3 de los cuerpos de soporte 2 según las figuras 6a, 6b, 6c, 7a, 7b, 7c está configurada de forma coherente y no porosa, de forma que el contorno interior 2b limita lateralmente con una cavidad interior 3 relativamente grande. La cavidad interior 3 según las figuras 6a, 6b, 7a, 7b está configurada de forma cilíndrica, discurre de forma concéntrica al eje A y presenta una abertura 2c circular. El ángulo entre la pared interior de la cavidad interior 3 y el punto de tope 2g es en la abertura 2c circular por consiguiente de 90 grados. La abertura 2c circular puede presentar, según se representa en la figura 6b, puntos de bloqueo 2h, por ejemplo, una pluralidad de muescas dispuestas en la dirección circunferencial. La abertura 2c puede presentar las formas más diferentes y estar configurada, por ejemplo, también como triángulo, cuadrado o como polígono. La cavidad interior 3 podría presentar la misma forma predeterminada por la abertura 2c, pudiéndose extender la cavidad interior 3 en la dirección axial A sobre toda la longitud del cuerpo de soporte 3. Los cuerpos de soporte 2 según las figuras 7a, 7b están configurados esencialmente de forma anular. Los cuerpos de soporte 2 según las figuras 6a, 6b presentan en la dirección circunferencial un contorno exterior poliédrico, con bordes 2d que discurren en paralelo al eje A, y seis superficies 2f que discurren mutuamente de forma cuneiforme y que se encuentran respectivamente en un borde 2d o esquina 2e. El cuerpo de soporte 2 presenta en la dirección circunferencial, preferentemente un contorno exterior con 3 a 10 ángulos, en particular un contorno exterior de 4, 5 ó 6 ángulos. Los bordes 2d pueden presentar, según se representa en la figura 6b, puntos de bloqueo 2h como muescas.

La forma de realización según la figura 7a presenta en la dirección circunferencial un contorno exterior que discurre esféricamente, en particular en forma de esfera o de elipse. Los cuerpos de soporte 2 según las figuras 6b y 7b están configurados esencialmente en forma de cilindro hueco. Los cuerpos de soporte 2 según las figuras 6c y 7c presentan esencialmente un contorno exterior que discurre en forma de dado o de esfera. Los cuerpos de soporte 2 según las figuras 6d y 7d no presentan una cavidad 3, a diferencia de las formas de realización según las figuras 6a, 7a.

Las figuras 8a a 8d muestran otra forma de realización de los cuerpos de soporte 2 con contornos exteriores que discurren poliédricamente, no presentando los cuerpos de soporte 2 representados una cavidad 3. No obstante, los cuerpos de soporte 2 también podrían presentar una cavidad 3. La figura 8a muestra un tetraedro, la figura 8b un octaedro, la figura 8c un icosaedro y la figura 8d un pequeño dodecaedro estrellado. En estas formas de realización no están representados los dos puntos de tope 2g opuestos, espaciados en la dirección del eje A y que son necesarios para transportar estas formas de realización en la cánula en la dirección del eje A.

En una configuración ventajosa el cuerpo de soporte 2 presenta, según se representa en la figura 6a, un diámetro exterior D y una altura H ortogonal a éste, o bien que discurre en la dirección del eje A, siendo el diámetro exterior D preferentemente al menos de 1,5 veces la altura H. Los cuerpos de soporte 2 presentan una superficie formada de manera que la superficie de un cuerpo de soporte 2 introducido en el espacio interior óseo puede sobresalir en la

entalladura de un cuerpo de soporte 2 dispuesto adyacentemente, según está representado en la figura 9. Los cuerpos de soporte 2 presentan en una configuración ventajosa superficies configuradas de tal manera, así como entalladuras configuradas de tal manera que entre las superficies que sobresalen en entalladuras y la entalladura tiene lugar un encastramiento o atasco mutuo, a fin de formar dentro del espacio interior óseo 4a una estructura de soporte coherente, y en particular autoestable. La superficie de los cuerpos de soporte 2 situada radialmente al eje A presenta por ello preferentemente formas del grupo esquina, borde, punta, depresión, ruptura o una combinación de ellas, para provocar un encastramiento y atasco mutuo de los cuerpos de soporte 2. En una configuración ventajosa el cuerpo de soporte 2 presenta, según se representa en la figura 6a, un forma similar a una rosca de tornillo, con un contorno exterior poligonal en la dirección de desarrollo del eje A con superficies 2f que discurren mutuamente en forma cuneiforme y bordes 2d y esquinas 2e destacados, así como una cavidad interior 3 con una abertura 2c con diámetro relativamente grande. La figura 9 muestra una cavidad ósea 4b rellena sólo parcialmente con cuerpos de soporte 2 semejantes, en forma de tuerca de tornillo. A partir de esta disposición de los cuerpos de soporte 2 puede verse como se encastran mutuamente los cuerpos de soporte 2, introduciéndose el contorno exterior a través de la abertura 2c parcialmente en la cavidad interior 3, de forma que se encastran mutuamente los cuerpos de soporte 2, y se forma una estructura de soporte coherente al menos mecánicamente. Tan pronto como la cavidad ósea 4b se rellena completamente con estos cuerpos de soporte 2, la estructura de soporte configurada de este tipo puede portar la carga que actúa desde fuera sobre el hueso 4, esencialmente como compuesto. El medio de relleno 1 introducido en el espacio interior 4a de un cuerpo de vértebra, que comprende una pluralidad de, por ejemplo, 20 a 50 cuerpos de soporte 2, forma preferentemente una estructura de soporte autoestable, estando encastrados mutuamente los cuerpos de soporte 2 individuales, de manera que la estructura de soporte formada con ello une con una fuerza que actúa en la dirección de desarrollo de la columna vertebral. Si el espacio interior 4a se hubiera rellenado con cuerpos de soporte esféricos, así éstos con una fuerza que actúa en la dirección de desarrollo de la columna vertebral intentarían escaparse en la dirección perpendicular a la fuerza, lo que genera una fuerza excesiva sobre la cubierta exterior del cuerpo de vértebra, o incluso puede provocar el deterioro de la cubierta exterior y la salida de los cuerpos de soporte. Mediante el encastramiento mutuo de los cuerpos de soporte se reduce considerablemente esta fuerza excesiva que actúa sobre la cubierta exterior. La disposición de los cuerpos de soporte 2 representada en la figura 9, o bien una disposición muy similar, se produce también si ésta, según se representa en la figura 17, se presiona hacia dentro en la columna vertebral.

La figura 14 muestra un hueso 4 roto, faltando un trozo de hueso en el punto de ruptura. Este punto está recubierto con una placa ósea 10, de forma que se forma una cavidad ósea 4b. También una cavidad ósea 4b semejante puede rellenarse con el medio de relleno 1 descrito arriba que comprende cuerpos de soporte 2.

La figura 10 muestra una cánula 6 fija con una punta de cánula 6a configurada como rosca de corte 6c. En el interior de la cánula 6 discurre un hilo de Kirschner 8. Primero se empuja el hilo de Kirschner 8 en el hueso 4 para determinar la dirección de desarrollo de la cánula 6. Luego la punta 6a de la cánula 6 se atornilla en el hueso 4 utilizando el asidero 7 con un movimiento rotativo, de forma que la punta 6a y por consiguiente la cánula 6 se ancla de forma fija en el hueso 4. Luego se quita el asidero 7. La figura 11 muestra la cánula 6 con asidero 7 retirado. La cánula 6 comprende una pieza de cierre 6b para el asidero 7 o bien para un dispositivo de presión 9. La figura 12 muestra en detalle un ejemplo de realización de una punta 6a de la cánula 6. La punta 6a presenta cuerpos de corte 6e precedentes y una rosca exterior 6d. La figura 13 muestra un dispositivo de presión 9, que está unido a través de la pieza de conexión 6b con la cánula 6. Antes de la unión la cánula 6 se rellena con cuerpos de soporte 2. El dispositivo de presión 9 comprende un asidero 9a, así como una asidero de accionamiento 9b que actúa sobre un émbolo 9c de manera que éste se mueve durante cada accionamiento un trozo en la cánula 6, de forma que el émbolo 9c que actúa sobre los cuerpos de soporte 2 presiona en el hueso 4 los cuerpos de soporte 2 dispuestos en la cánula 6 anteriormente. Los cuerpos de soporte 2 fluyen en el hueso 4, además, forman aquí debido a la presión una cavidad ósea 4b, y la rellenan con cuerpos de soporte 2, de forma que dentro del hueso 4 se configura una estructura de soporte. La posición del émbolo 9c puede leerse con la ayuda de marcas 6f dispuestas en la cánula 6, por lo que se puede deducir que cantidad de cuerpos de soporte 2 se ha introducido por presión en el hueso 4. Los cuerpos de soporte 2 también podrían estar dispuestos en una cánula adicional, que se introduce en la cánula 6 antes de que el dispositivo de presión 9 se una con la cánula 6. Por consiguiente dentro de la cánula 6 se dispondría una segunda cánula que contendría los cuerpos de soporte 2. La cánula 6 podría cargarse de forma muy sencilla con los cuerpos de soporte 2. La cánula que contiene los cuerpos de soporte 2 debe presentar un diámetro interior adaptado al tamaño de los cuerpos de soporte 2, de forma que los cuerpos de soporte 2 sólo puedan desplazarse aquí y dispuestos sucesivamente para suministrar los cuerpos de soporte 2 sucesivamente al espacio interior óseo 4a. Después del llenado del espacio interior óseo 4a se retira el dispositivo de presión 9 y la cánula 6 y se cierra el agujero en el hueso, según se representa en la figura 4, con un tapón 4c.

La cánula 6 puede presentar no sólo, una sección transversal interior redonda, según se representa en las figuras 10 a 1, sino también otras formas de sección transversal, por ejemplo, según se representa en la figura 15, una sección transversal interior hexagonal o según se representa en la figura 16, una sección transversal interior rectangular, que son apropiadas, por ejemplo, para la introducción del cuerpo de soporte 2 representado en la figura 6a. La cánula 6 puede presentar también otras formas de sección transversal adaptadas al contorno correspondiente del cuerpo de soporte 2 utilizado.

La punta 6a de la cánula 6 puede estar configurada también sin medios de fijación 6c. En particular si ya se ha formado anteriormente una cavidad ósea 4b, los cuerpos de soporte 2, según se representa en la figura 2, se le pueden suministrar a la cavidad ósea 4b también con un dispositivo 9 similar a una punta. En un procedimiento ventajoso a la cavidad ósea 4b se le suministra sucesivamente respectivamente un grupo de cuerpos de soporte, por ejemplo, 5 ó 10 cuerpos de soporte, luego se retira la cánula 6, y con la ayuda de una herramienta de prensado se presionan adicionalmente los cuerpos de soporte 2 situados en la cavidad ósea 4b y se compactan para poner nuevamente la cánula en el hueso 4, e introducir otro grupo de cuerpos huecos 2 en la cavidad ósea 4b, y compactar éstos nuevamente con la herramienta de prensado.

En un posible paso del procedimiento, después de que los cuerpos de soporte 2 se han introducido en el espacio interior óseo 4a, se puede suministrar una sustancia osteoinductiva y/o osteoconductiva, por ejemplo, como líquido o como fluido, a fin de rellenar con esta sustancia las cavidades todavía presentes en el espacio interior óseo 4a. El medio de relleno 1 se podría suministrar también conjuntamente con un fluido al espacio interior óseo 4a, estando preparados, por ejemplo, los cuerpos de soporte 2 conjuntamente con un fluido, en particular mezclados, en el dispositivo de presión 9 para la introducción en el espacio interior óseo 4a.

La figura 17 muestra una sección longitudinal a través de un cuerpo de vértebra 4, en cuyo espacio interior óseo 4a está introducida una cánula 6. Los cuerpos de soporte 2 están configurados, según se representa en la figura 6a, y presentan puntos de tope 2g dispuestos espaciados en la dirección del eje A y que se sitúan unos junto a otros en la dirección del eje A y están en contacto mutuamente. Los cuerpos de soporte 2 se empujan o bien presionan al espacio interior óseo 4a mediante un émbolo 9c movido en la dirección B sobre el que actúa una fuerza F, disponiéndose aleatoriamente los cuerpos de soporte 2 en el espacio interior óseo 4a, y formando en el ejemplo de realización representado además una cavidad ósea 4b. Los cuerpos de soporte 2 situados en la cánula están dispuestos sucesivamente y por lo demás de forma idéntica respecto a su posición, si se utiliza una cánula 6 según la figura 15. Si se utiliza una cánula 6 con sección transversal circular, así los cuerpos de soporte 2 están dispuestos también sucesivamente, pudiendo estar dispuestos éstos de forma girada también alrededor del eje A respecto a su posición recíproca. Ya que los cuerpos de soporte 2 están dispuestos dentro de la cánula 6 de forma definida en la dirección de desarrollo del eje A o bien en la dirección de movimiento B, los cuerpos de soporte 2 pueden desplazarse de forma segura y con poca resistencia hacia el espacio interior óseo 4a. Los cuerpos de soporte 2 pueden estar estructurados radialmente respecto al eje A de las más diferentes maneras y pueden presentar, por ejemplo, bordes 2d, muescas 2h o también puntas salientes o entalladuras, sin que estas estructuras obstaculicen la introducción de los cuerpos de soporte a través de la cánula 6. Las fuerzas se transfieren de forma segura entre los puntos de tope 2g de los cuerpos de soporte 2, y en el interior de la cánula 6 no tiene lugar un encastramiento mutuo de los cuerpos de soporte, de forma que éstos se empujan de forma segura hasta el espacio interior óseo 4a. Dentro del espacio interior óseo 4a se disponen aleatoriamente los cuerpos de soporte 2, de forma que éstos se estorban mutuamente en su movimiento y se encastran y bloquean mutuamente.

La figura 19 muestra en una sección transversal de un cuerpo de vértebra 4 una pluralidad de aproximadamente 20 cuerpos de soporte 2 introducidos, que están dispuestos distribuidos al azar y en forma de nube en el interior del espacio interior óseo 4a. Para rellenar uniformemente el espacio interior óseo 4a, el dispositivo de presión 9 se pone después de una primera introducción de los cuerpos de soporte 2 preferentemente en el punto designado con 4c para introducir en este punto igualmente cuerpos de soporte 2.

El émbolo 9c puede presentar marcas 9e para supervisar la profundidad de penetración del émbolo 9c. La longitud del émbolo 9c puede ser seleccionada de forma que pueda introducirse su sección parcial frontal hasta el espacio interior óseo 4a, por ejemplo, hasta un centímetro. La punta del émbolo 9c puede estar configurada, según se representa en las figuras 18a y 18b, de forma plana o redondeada. Émbolos semejantes se designan también como émbolos de compactación. El dispositivo de suministro 5 comprende preferiblemente una pluralidad de émbolos 9c diferentemente configurados. Por ejemplo, el émbolo 9c podría presentar una punta que discurre inclinadamente, según se representa en la figura 18b. Ésta puede servir para orientar o desplazar cuerpos de soporte 2 ya dispuestos en el interior del cuerpo de vértebra 4. Un émbolo 9c semejante se designa también como émbolo de posicionamiento. La posición de los cuerpos de soporte 2 se puede hacer visible con la ayuda de una radiografía, de forma que un médico puede cambiar o corregir los cuerpos de soporte 2 con herramientas configuradas correspondientemente, como émbolos, ganchos o pinzas. La figura 18d muestra un émbolo 9c con una punta dispuesta móvil y controlable. La figura 18e muestra un émbolo 9c con una primera parte de guiado que sobresale y que, por ejemplo, puede engranar en la cavidad hueca 3 de un cuerpo hueco 2.

El dispositivo de presión 9 representado en la figura 19 comprende un dispositivo de medición de la fuerza 9f, con el que se mide la fuerza generada en la dirección de movimiento B y se visualiza preferentemente también directamente. El dispositivo de medición de la fuerza 9f podría comprender, por ejemplo, un resorte así como una pantalla para que el médico pueda medir directamente la fuerza ejercida sobre el cuerpo de soporte 2. El dispositivo de medición de la fuerza 9f podría estar configurado, por ejemplo, también como dispositivo electrónico que comprende, por ejemplo, un cristal piezoeléctrico, así como una pantalla o una salida acústica, pudiéndose suministrar la señal medida también a un dispositivo de supervisión 11. Preferiblemente se limita la fuerza máxima ejercida sobre el cuerpo de soporte 2. La medición de la fuerza da una indicación sobre el estado de llenado o bien el encastramiento de los cuerpos de soporte. El

dispositivo de presión 9 comprende preferentemente un asidero 9h.

El dispositivo de presión 9 comprende también un accionamiento 9g para provocar una fuerza vibrante sobre los cuerpos de soporte 2. En un paso ventajoso del procedimiento se suministran una pluralidad de cuerpos de soporte 2 al espacio interior óseo 4a, luego se ejerce una fuerza vibrante sobre los cuerpos de soporte 2 para compactar los cuerpos de soporte 2 situados en el espacio interior óseo 4a, y para generar por consiguiente una elevada densidad de empaquetamiento y para suministra por ello un elevado número de cuerpos de soporte 2 al espacio interior óseo 4a. La frecuencia de vibración se sitúa preferentemente en el rango entre 1 y 15000 Hz, en particular entre 5 y 50 Hz.

En una configuración ventajosa el dispositivo de accionamiento 9g genera una onda de choque elástica, que se transmite al émbolo 9c, lo que tiene como consecuencia que se varía la longitud del émbolo 9c, por ejemplo, en +/- 2 mm, con una frecuencia de preferentemente entre 1 y 50 Hz.

El dispositivo de accionamiento 9g podría estar unido también con el dispositivo de supervisión 11 y se podría supervisar la fuerza máxima y/o la frecuencia y/o la carrera.

Las figuras 20a a 20c muestran cuerpos de soporte 2 diferentemente configurados con contorno exterior redondo o, por ejemplo, hexagonal en una sección longitudinal a lo largo del eje A. En la figura 20a los puntos de tope 2g están configurados como superficies de tope, presentando el punto de tope 2g dispuesto a la izquierda, en comparación al punto de tope 2g dispuesto a la derecha, una superficie de contacto reducida. El cuerpo de soporte 2 representado en la figura 20b presenta a la izquierda un punto de tope 2g circular que discurre completamente en la dirección circunferencial. En la dirección circunferencial también podrían estar dispuestos de forma distribuida una pluralidad de elementos individuales, por ejemplo, que sobresalen en forma de semiesfera, formando cada elemento un punto de tope 2g. Los cuerpos de soporte 2 representados en la figura 20c presentan puntos de tope 2g que están configurados como superficies en forma de cono truncado. Una ventaja de esta configuración es que los cuerpos de soporte 2 se autocentran mutuamente durante el empuje en la dirección del eje A. Los cuerpos de soporte 2 pueden presentar diferentes diámetros exteriores, según se representa en la figura 20c.

La figura 21 muestra en una vista exterior un desarrollo de los puntos de tope 2g entre los dos cuerpos de soporte 2. Estos puntos de tope 2g configurados en plano se engranan entre sí mutuamente, lo que impide una rotación mutua de los cuerpos de soporte 2 adyacentes durante la introducción. Los puntos de tope 2g podrían estar configurados en unión positiva.

La figura 22a muestra en una vista lateral tres cuerpos de soporte 2, dos cuerpos de soporte 2 en forma de U que encierran un cuerpo de soporte 2 cilíndrico. Estos tres cuerpos de soporte 2 se disponen en la cánula 6 de forma que se suministran, según se representa en una vista lateral en la figura 22b, a través de los puntos de tope 2g en la dirección del eje A al espacio interior óseo 4a, disponiéndose aleatoriamente los tres cuerpos de soporte 2 en el espacio interior óseo 4a, ya que éstos no están unidos mutuamente.

La superficie del cuerpo de soporte 2 situado en el interior de los dos cuerpos de soporte 2 en forma de U puede estar configurada a voluntad y, por ejemplo, puede presentar también bordes o dientes, también en sus superficies frontales. Los cuerpos de soporte 2 representados en las figuras 20a – 20c, así como 22a y 22b pueden estar configurados radialmente respecto al eje A, por ejemplo, circularmente o poligonalmente o también pueden presentar puntas, bordes, entalladuras o rupturas.

La superficie frontal del émbolo 9c puede estar configurada en un pluralidad de formas y, por ejemplo, puede presentar también los lados frontales representados en las figuras 20a a 20c.

La figura 23 muestra otro cuerpo de soporte 2 con superficies de junta 2g. Los brazos podrían estar configurados en una pluralidad de formas diferentes, pudiéndose garantizar que en el lado frontal, así como el lado posterior está presente cada vez una superficie de tope 2g o un punto de tope 2g.

También los cuerpos de soporte 2 representados en las figuras 8a a 8d podrían presentar puntos de tope 2g espaciados en la dirección de un eje A. Por ejemplo, el cuerpo de soporte 2 representado en la figura 8b podría presentar en la punta superior o inferior un punto de tope 2g que se autocentra, representado como en la figura 20c, de forma que una pluralidad de los cuerpos de soporte 2 semejantes, dispuestos unos tras otros en una cánula 6, que están en contacto con los puntos de tope 2g, pueden desplazarse en la dirección del eje A y pueden suministrarse por consiguiente al espacio interior óseo 4a.

REIVINDICACIONES

- 1.- Medio de relleno (1) fluente en seco para la formación de una estructura de soporte en un espacio interior óseo (4a), que comprende una pluralidad de cuerpos de soporte (2) biocompatibles que son resistentes contra la deformación o ruptura bajo las cargas fisiológicas que aparecen habitualmente en el espacio interior óseo (4a), en el que los cuerpos de soporte (2) presentan un tamaño entre 2 mm y 10 mm, y en el que los cuerpos de soporte (2) presentan un eje (A), así como dos puntos de tope (2g) opuestos, espaciados en la dirección del eje (A), **caracterizado porque** los puntos de tope (2g) discurren perpendicularmente al eje (A), porque entre los puntos de tope (2g), el cuerpo de soporte (2) presenta un contorno exterior poligonal, que discurre en la dirección circunferencial respecto al eje (A), con superficies (2f) planas y porque las superficies (2f) planas están delimitadas por bordes (2d) que discurren en paralelo al eje (A).
- 2.- Medio de relleno según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) presenta un contorno exterior de 3 a 10 ángulos.
- 3.- Medio de relleno según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) presenta un contorno exterior de 4, 5 ó 6 ángulos.
- 4.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el punto de tope (2g) presenta una entalladura (2c).
- 5.- Medio de relleno según la reivindicación 4, **caracterizado porque** los cuerpos de soporte (2) presentan un contorno exterior formado de manera que el contorno exterior de un cuerpo de soporte (2) introducido en el espacio interior óseo (4a) puede penetrar en la entalladura (2c) de un cuerpo de soporte (2) dispuesto adyacentemente.
- 6.- Medio de relleno según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el contorno exterior, así como la entalladura (2c) de los cuerpos de soporte (2) están formados adaptados mutuamente, de manera que aparece un encastramiento mutuo entre los contornos exteriores que penetran en las entalladuras (2c) y la entalladura (2c).
- 7.- Medio de relleno según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el encastramiento se realiza de forma que en el interior de la cavidad ósea (4a) se forma una estructura de soporte autoestable y coherente.
- 8.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** la entalladura (2c) discurre de forma concéntrica al eje (A).
- 9.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) presenta una cavidad interior (3) que desemboca en las entalladuras (2c) opuestas.
- 10.- Medio de relleno según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la cavidad interior (3) está configurado de forma cilíndrica y discurre en la dirección del eje (A).
- 11.- Medio de relleno según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado porque** cada cuerpo de soporte (2) ocupa un volumen total que comprende el volumen del material del cuerpo de soporte (2), así como su cavidad interior (3), siendo el volumen de la cavidad interior (3) mayor del 30% del volumen total.
- 12.- Medio de relleno según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el volumen de la cavidad interior (3) es mayor del 50% del volumen total.
- 13.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** todos los cuerpos de soporte (2) están configurados de forma idéntica con respecto al tamaño y forma.
- 14.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones 4 a 13, **caracterizado porque** la entalladura (2c) presenta puntos de bloqueo (2h) como muescas.
- 15.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los bordes (2d) presentan puntos de bloqueo (2h) como muescas.
- 16.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) presenta un diámetro exterior (D) y, ortogonalmente a ello una altura (H) en la dirección del eje (A), y porque el diámetro exterior (D) es al menos 1,5 veces la altura (H).
- 17.- Medio de relleno según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) presenta una forma similar a una tuerca de tornillo, con dos puntos de tope (2g) que discurren perpendicularmente al eje (A), y con un contorno exterior poligonal con bordes que discurren en paralelo al eje (A).

- 18.- Medio de relleno según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) presenta una cavidad interior (3) esencialmente cilíndrica, que discurre en la dirección del eje (A) y que desemboca a ambos lados en los puntos de tope (2g).
- 5 19.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) se compone de:
- materiales cerámicos, en particular fosfatos de calcio / hidroxilapatita, óxido de aluminio, óxido de circonio, cerámica ATZ (óxido de aluminio y de circonio), vidrios bioactivos, vitrocerámicas, porcelana o una combinación de ellos, o
 - 10 - materiales metálicos, en particular titanio, tántalo, acero inoxidable, aleaciones de acero como aleaciones de cobalto – cromo, aleaciones de titanio como aleaciones de titanio – níquel o aleación de titanio – aluminio – niobio / vanadio, o una combinación de ellos, o
 - polímeros, en particular polimetacrilato de metilo (PMMA), polietereetercetona (PEEK), polietileno (PE), polietileno tereftalato (PET) o una combinación de ellos, o
 - polímeros biodegradables como poliacetato.
- 15 20.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones 4 a 19, **caracterizado porque** la entalladura (2c) o la cavidad interior (3) está rellena con al menos una sustancia osteoinductiva y/o osteoconductiva, en particular una proteína que favorece el crecimiento óseo, sulfato de calcio o una combinación de ellos.
- 21.- Medio de relleno según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (2) está compuesto de varios cuerpos parciales.
- 20 22.- Dispositivo de suministro (5) para la introducción de un medio de relleno (1) fluente en seco según una de las reivindicaciones precedentes en un espacio interior óseo (4a), en el que el dispositivo de suministro (5) comprende una cánula (6), con una sección transversal interior adaptada al tamaño de los cuerpos de soporte (2), de forma que los cuerpos de soporte (2) pueden suministrarse al espacio interior óseo (4a) sucesivamente y orientados en la dirección del eje (A) dentro de la cánula (6), y comprendiendo el dispositivo de suministro (5) un dispositivo de presión (9), con un
- 25 émbolo (9c) desplazable en la cánula (6), con el que se puede ejercer una fuerza en la dirección de transporte sobre los cuerpos de soporte (2) situados en la cánula (6) a fin de suministrar los cuerpos de soporte (2) bajo presión al espacio interior óseo (4a), comprendiendo el dispositivo de presión (9) un dispositivo de accionamiento (9g) que acciona el émbolo (9c) en la dirección de transporte, y ejerciendo el dispositivo de accionamiento (9g) una fuerza vibrante sobre el émbolo (9c).
- 30 23.- Dispositivo de suministro según la reivindicación 22, en el que el dispositivo de presión (9) comprende un dispositivo de medición de la fuerza (9d), para la medición de la fuerza de empuje que actúa sobre los cuerpos de soporte (2) en la dirección de transporte.
- 24.- Dispositivo de suministro según una de las reivindicaciones 22 a 23, en el que el émbolo (9c) presenta una longitud tal que su sección parcial frontal puede introducirse hasta en el espacio interior óseo (4a).
- 35 25.- Dispositivo de suministro según la reivindicación 24, que comprende un émbolo (9c) con una punta formada de tal manera o móvil de tal manera que ésta puede actuar en un medio de relleno (1) situado dentro del espacio interior óseo (4a), y puede cambiar su longitud, en particular transversalmente a la dirección de transporte.
- 26.- Dispositivo de suministro según la reivindicación 22, **caracterizado porque** el dispositivo de accionamiento (9g) genera una onda de choque elástica que puede transmitirse en el émbolo (9c).
- 40 27.- Sistema para la fijación y nuevo alargamiento de un cuerpo de vértebra parcialmente fracturado, que comprende
- una pluralidad de medios de relleno según las reivindicaciones 1 a 21, y
 - un dispositivo de suministro (5) que comprende una cánula (6) con una sección transversal interior adaptada al tamaño de los cuerpos de soporte (2), de forma que los cuerpos de soporte (2) pueden suministrarse al espacio interior óseo (4a) en la dirección del eje (A) sucesivamente, con la misma posición alineada y en contacto mutuo con los puntos de tope (2g) en el interior de la cánula (6), así como que comprende un émbolo (9c) desplazable en la cánula (6), con el que puede ejercerse una fuerza en la dirección de transporte (A) sobre los últimos cuerpos de soporte (2) situados en la cánula (6).
- 45

Fig.1

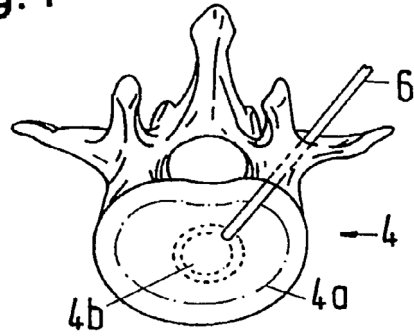


Fig.2

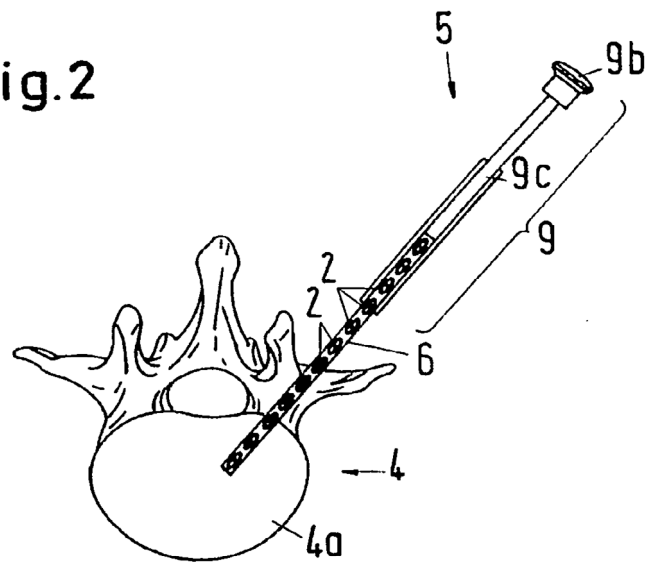


Fig.3

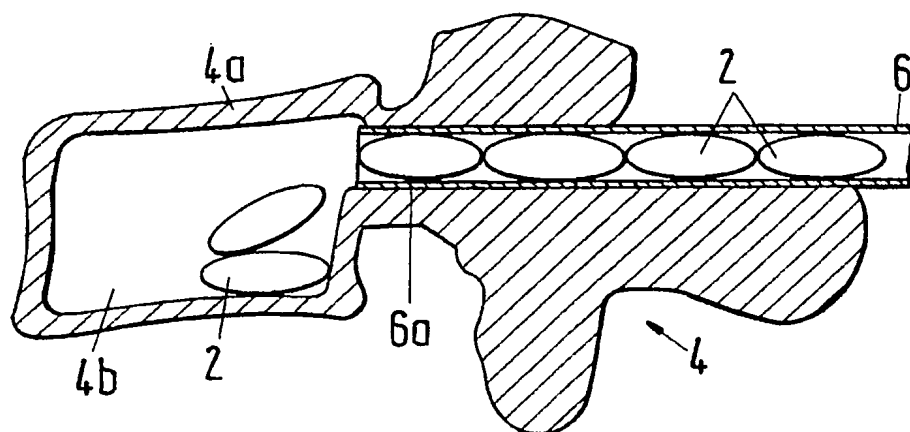


Fig.4

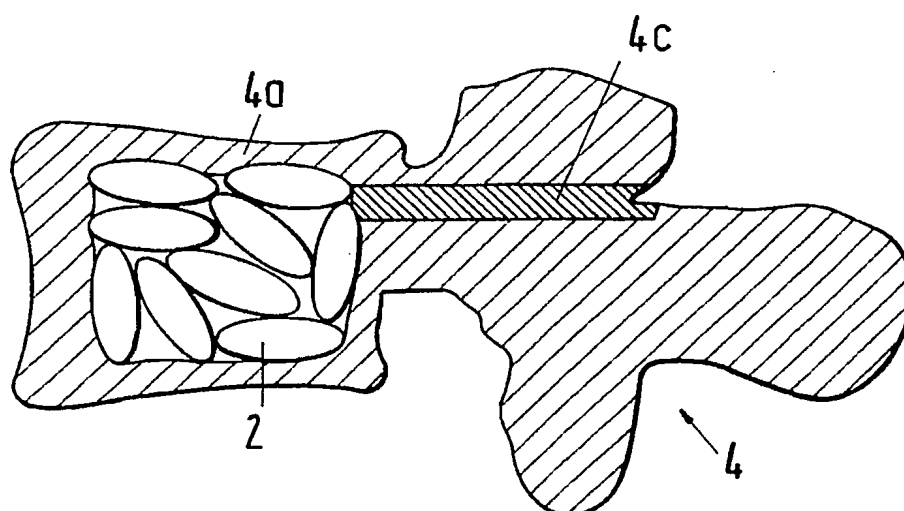


Fig.5a

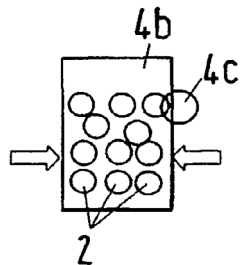


Fig.5b

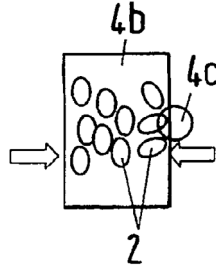


Fig.5c

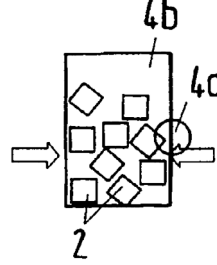


Fig.5d

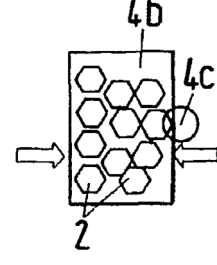


Fig.5e

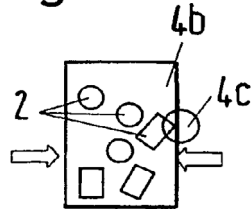


Fig.6d

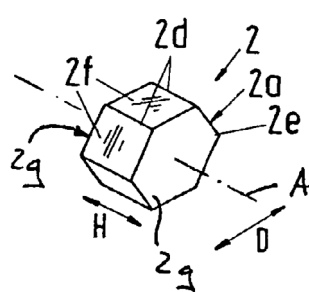


Fig.7d

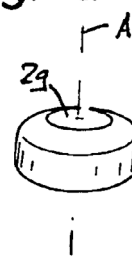


Fig.6e

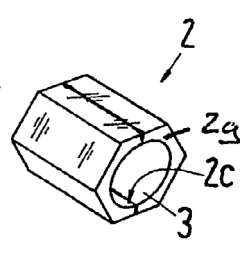


Fig.6a

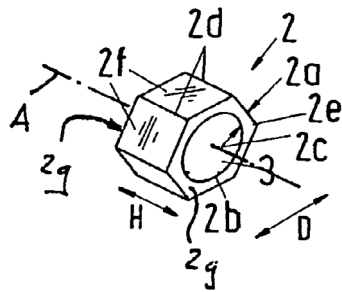


Fig.6b

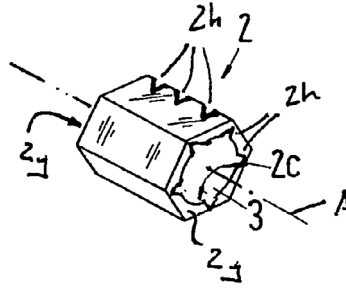


Fig.6c

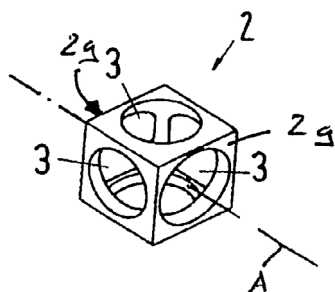


Fig.7a

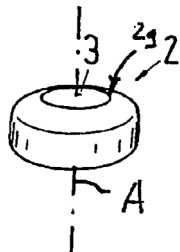


Fig.7b

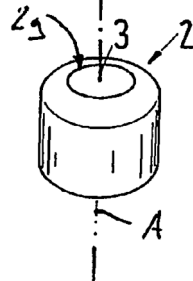


Fig.7c

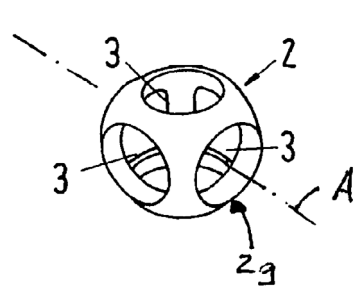


Fig.8a

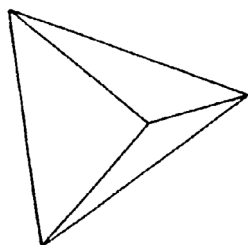


Fig.8b

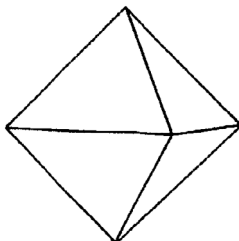


Fig.8c

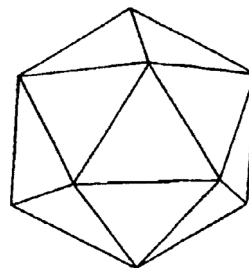


Fig.8d

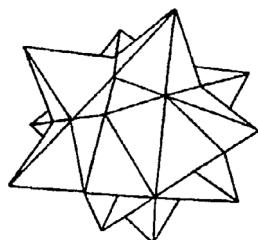


Fig.9

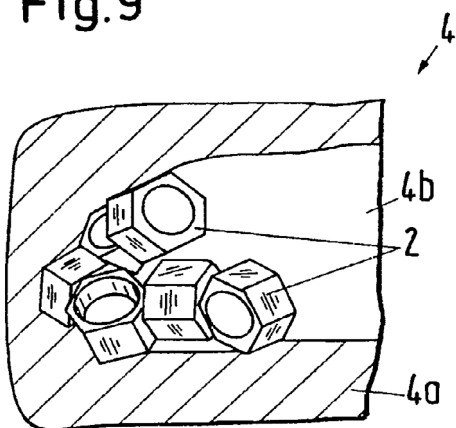


Fig.14

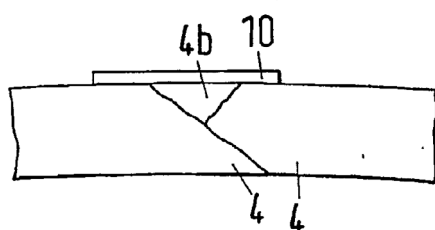


Fig.10

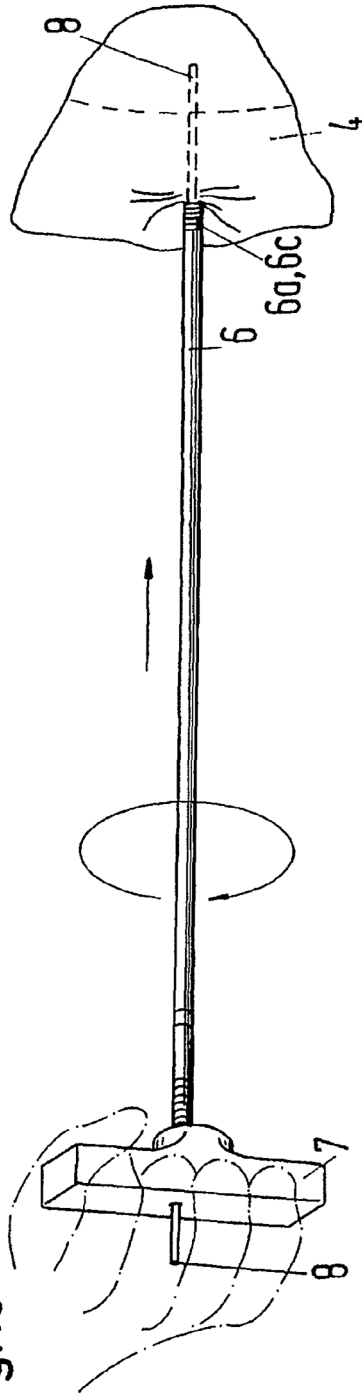


Fig.11

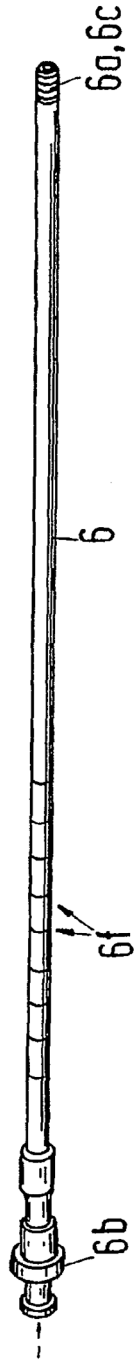


Fig.12

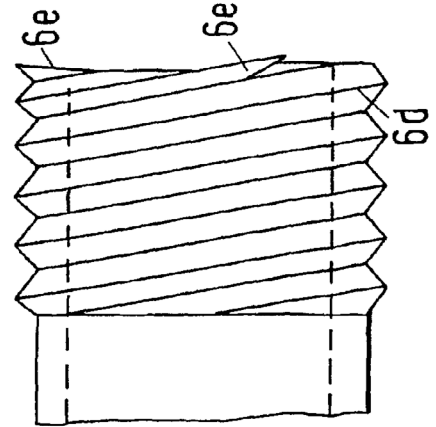


Fig.13

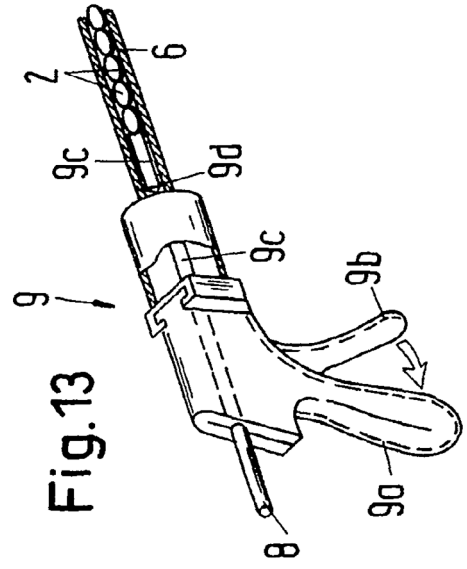


Fig.15

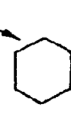


Fig.16



Fig. 17

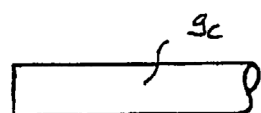
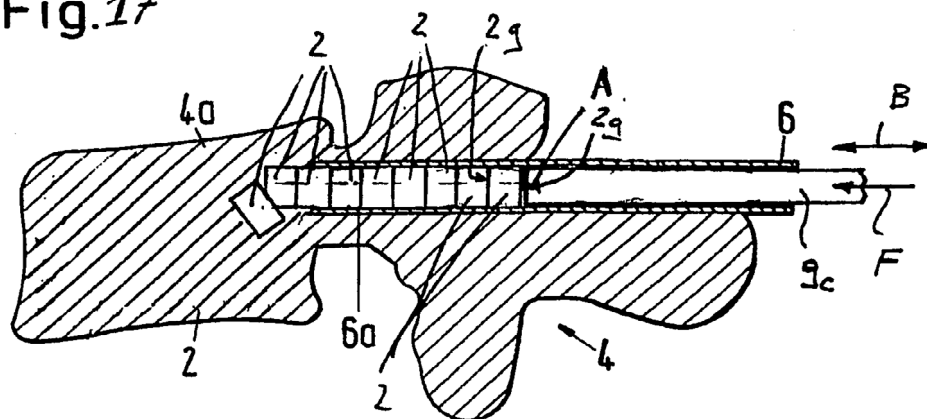


Fig. 18a

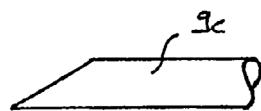


Fig. 18b

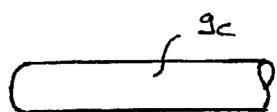


Fig. 18c



Fig. 18d

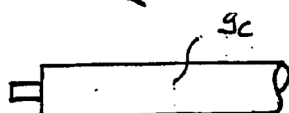


Fig. 18e

Fig. 1g

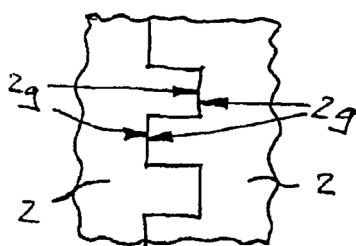
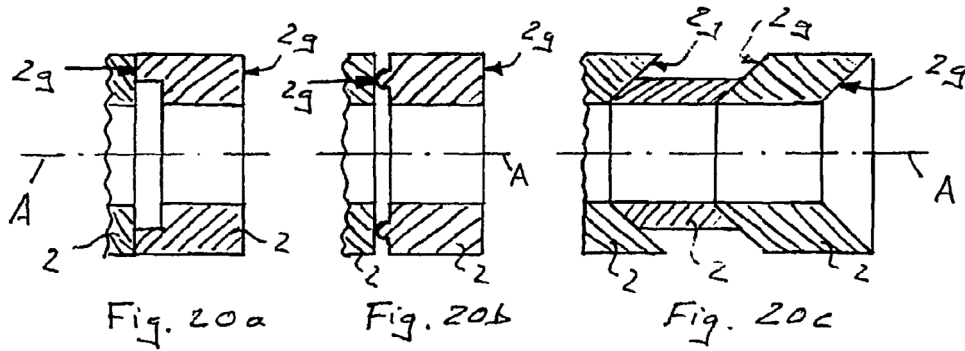
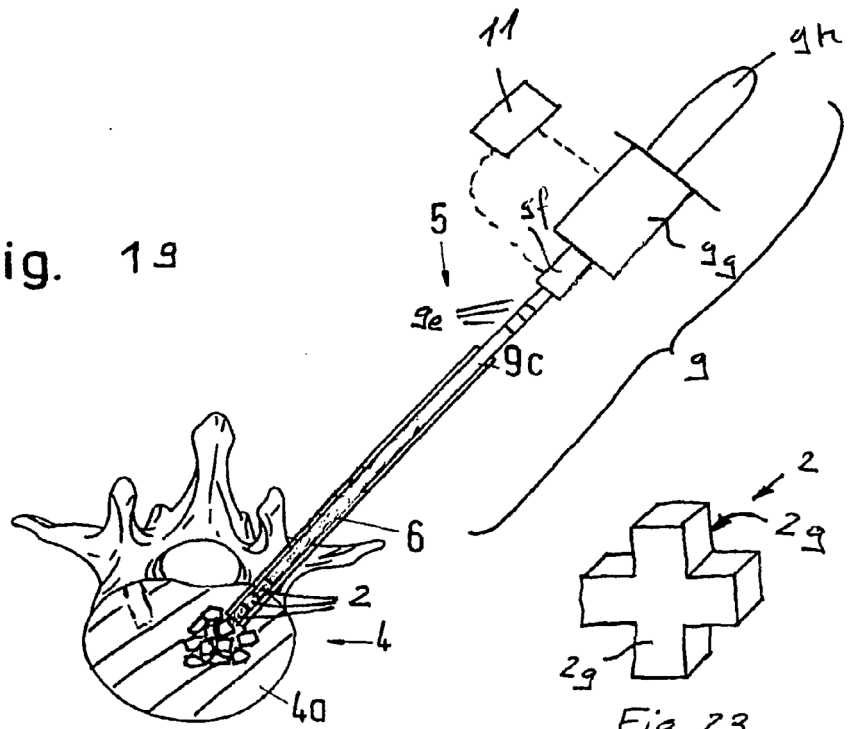


Fig. 21

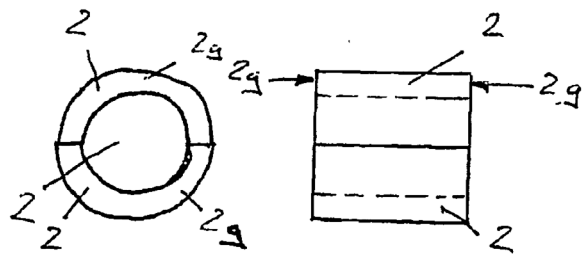


Fig. 22a

Fig. 22b