

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 578**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/88** (2006.01)

**A61B 17/80** (2006.01)

**A61B 17/84** (2006.01)

**A61B 17/34** (2006.01)

**A61B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2010 PCT/US2010/040596**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2011 WO11002882**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2010 E 10794703 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2448506**

54 Título: **Sistema de reparación ósea**

30 Prioridad:

**30.06.2009 US 221744 P**

**17.03.2010 US 314865 P**

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

**19.01.2017**

73 Titular/es:

**FELL, BARRY M. (50.0%)**

**7124 Red Top Road**

**Hummelstown, PA 17036, US y**

**THE PENN STATE RESEARCH FOUNDATION**

**(50.0%)**

72 Inventor/es:

**FELL, BARRY;**

**DILLON, PETER, W;**

**HALUCK, RANDY, S y**

**MACKAY, DONALD, R.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 597 578 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de reparación ósea

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema para la reparación de huesos fracturados o rotos, tales como las costillas.

10 Antecedentes

El tórax inestable es una afección que se produce cuando varias costillas adyacentes están rotas, separando un segmento de la pared torácica, de forma que se desprende del resto de la pared torácica y se mueve independientemente de esta. Este segmento desprendido se mueve en dirección opuesta al resto de la pared torácica, moviéndose hacia dentro mientras el resto de la pared torácica se mueve hacia fuera y viceversa, creando un "movimiento paradójico" que aumenta el esfuerzo y el dolor implicados en la respiración.

15

La mayoría de las fracturas de costilla se tratan de forma conservadora utilizando analgesia y/o técnicas de refuerzo. Las costillas fracturadas en un tórax inestable tratadas de tal forma pueden experimentar desplazamiento progresivo durante la fase de curación, dando lugar a deformaciones considerables, pérdida de volumen, atelectasia, y dolor crónico. Entre los problemas a largo plazo que padecen los pacientes con lesiones de tórax inestable tratados sin cirugía se incluyen la opresión en el pecho, el dolor de la caja torácica, y la disnea subjetivos.

20

Se han utilizado cuatro categorías de dispositivos de fijación para la fijación operativa de la pared torácica, concretamente placas, dispositivos intramedulares, puente vertical y alambrado. Los resultados de estas técnicas de reparación suelen ser menores que los deseados debido a la dificultad para localizar correctamente unos extremos rotos de otros extremos rotos de la costilla. Estabilizar fracturas de costilla representa un reto debido a que normalmente se necesitan practicar incisiones grandes para llevar a cabo la fijación, lo que deriva en un procedimiento más mórbido. Además, las costillas son estrechas y tienen una fina corteza que rodea la médula ósea, haciendo que la fijación fiable sea problemática en condiciones que incluyen por encima de 25.000 ciclos respiratorios al día, además de tos. A su vez, existe riesgo de dañar el haz neurovascular.

25

El documento US2007/0225715 desvela un sistema de fijación de fracturas óseas que comprende una placa ósea configurada para apoyarse contra una superficie proximal del hueso y una pluralidad de elementos de tensión alargados, cada uno dimensionado para pasar a través de una abertura en la placa ósea y a través del hueso desde la superficie proximal hasta la superficie distal del mismo. Cada elemento de tensión está anclado al hueso y se mantiene en tensión mediante un anclaje distal unido a dicho elemento de tensión y configurado para acoplarse a la superficie distal del hueso y un anclaje proximal acoplable entre la placa ósea y el elemento de tensión. Los elementos de tensión se mantienen en su sitio para fijar la fractura ósea en la posición correcta.

35

El documento US2009/0048575 desvela un aparato de cirugía que incluye un trocar y un obturador. El trocar tiene un cuerpo cilíndrico hueco con un mango en el extremo proximal del mismo. El obturador tiene un cuerpo cilíndrico sólido con un mango en el extremo proximal del mismo. Se proporciona un orificio pasante central que se extiende a través del cuerpo y se proporciona una ranura en la circunferencia del cuerpo, que se extiende paralela al orificio. Los alambres guía pueden extenderse selectivamente a través del orificio central o a lo largo de la ranura.

45

El documento US2007/0123883 desvela sistemas, incluyendo métodos, aparatos y equipos, para fijar huesos, tales como costillas, con placas óseas.

50

Actualmente, la cirugía implica un procedimiento significativamente operativo con la movilización de grandes colgajos de la pared torácica o toracotomía abierta. Entre los problemas y riesgos de un enfoque operativo se incluyen el traumatismo quirúrgico en sí mismo y el aflojamiento y migración de implantes. La cirugía implica una incisión mayor a través del músculo directamente hacia las costillas, lo que puede tener complicaciones tales como la pérdida de la función muscular, pérdida de sangre, y daño del tejido vascular y nervioso circundante. Las costillas que van a fijarse necesitan estar adecuadamente expuestas para obtener una buena colocación de las placas de fijación metálicas. Se lleva a cabo una incisión amplia, y puede que se necesite elevar colgajos miocutáneos para permitir la visualización de todos los segmentos. Las lesiones posteriores suelen representar un reto debido a la presencia y exposición requerida de fibras musculares grandes (por ejemplo, músculo dorsal ancho, trapecio, romboides, músculos paravertebrales). El procedimiento utilizado en la práctica actual es, por lo general, de al menos tres horas de duración con una hora adicional que se requiere para el cierre de la exposición quirúrgica.

55

La invención proporciona un dispositivo para su uso en un método mejorado de cirugía que es mínimamente invasivo.

60

65

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra en las figuras 1-19. Las figuras restantes ilustran ejemplos que son útiles para entender la invención.

- 5
- La FIGURA 1 es una vista en perspectiva de un trocar de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
- la FIGURA 2 es una representación esquemática del trocar, acoplado a la costilla de un paciente;
- 10
- la FIGURA 3 es una vista en planta superior de una placa ósea de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
- la FIGURA 4 es una vista en planta superior de una pieza de sujeción externa de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
- 15
- la FIGURA 5 es una vista en alzado lateral de un conjunto de sujeción de acuerdo con un aspecto de la presente invención con un cable que pasa a través del mismo;
- la FIGURA 6 es una vista en alzado lateral de una pieza de sujeción externa, un trocar y una herramienta de accionamiento de acuerdo con un aspecto de la presente invención con un cable que pasa a través de los mismos;
- 20
- la FIGURA 7 es una vista en alzado lateral de una placa ósea y una pieza de sujeción interna combinadas con los componentes de la FIG. 6;
- 25
- la FIGURA 8 es una representación esquemática de un conjunto de sujeción alternativo de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
- la FIGURA 9 es una vista en alzado lateral de un conjunto de sujeción y una herramienta de accionamiento de acuerdo con otro aspecto de la presente invención con una varilla flexible que pasa a través de los mismos;
- 30
- la FIGURA 10 es una vista en alzado lateral de la herramienta de accionamiento acoplada a la pieza de sujeción externa;
- 35
- la FIGURA 11 es una vista en alzado lateral de las piezas de sujeción interna y externa acopladas y con la varilla flexible y la herramienta de accionamiento retiradas;
- la FIGURA 12 es una representación esquemática de un trocar de acuerdo con la presente invención acoplado a la costilla del paciente;
- 40
- la FIGURA 13 es una representación esquemática de una guía de broca insertada en el trocar;
- la FIGURA 14 es una representación esquemática de varillas que pasan a través del trocar y de orificios nuevos creados en la costilla;
- 45
- la FIGURA 15 es una representación esquemática de una varilla que pasa a través de la costilla y que sale de la cavidad torácica;
- 50
- la FIGURA 16 es una representación esquemática de la herramienta de accionamiento insertada en el trocar y de la pieza de sujeción interna y la placa ósea pasando a través de los extremos opuestos de las varillas para acoplarse con la superficie interna de la costilla;
- la FIGURA 17 es una representación esquemática de la aseguración de la pieza de sujeción interna y la placa ósea en su posición en la costilla mediante el ajuste de la pieza de sujeción externa con la herramienta de accionamiento;
- 55
- la FIGURA 18 es una representación esquemática de la placa ósea asegurada en su posición en la superficie interna de la costilla;
- 60
- la FIGURA 19 es una vista en planta superior de un kit quirúrgico de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
- la FIGURA 20 es una vista en perspectiva de un componente deformable de la placa de acuerdo con un aspecto de la presente invención que se está insertando a través de la costilla en una configuración enrollada;
- 65

la FIGURA 21 es una vista en sección transversal lateral de un componente deformable de la placa insertado en la costilla a través y entre dos orificios adyacentes;

la FIGURA 22 es una vista en planta superior de un componente deformable de la placa en una configuración desplegada de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

la FIGURA 23 es una ilustración de un componente estructural de refuerzo compuesto o parche colocado a través de una pluralidad de costillas de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

la FIGURA 24 es una vista en alzado lateral de un parche acoplado a una costilla con ayuda de un dispositivo de aplicación de presión tal como un globo de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

las FIGURAS 25a y 25b son representaciones esquemáticas de una pieza de sujeción en una primera posición para su inserción y una segunda posición para su despliegue, respectivamente, de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

la FIGURA 26 ilustra una pieza de sujeción acoplado a un miembro de refuerzo de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

la FIGURA 27 ilustra otra pieza de sujeción acoplado a otro miembro de refuerzo de acuerdo con un aspecto de la presente invención; y

la FIGURA 28 representa una placa ósea con patillas para acoger la pieza de sujeción entre medias de la misma de acuerdo con otro aspecto de la presente invención.

#### Descripción detallada

Como se requiere, se desvelan en el presente documento las realizaciones detalladas de la presente invención; sin embargo, debe entenderse que las realizaciones desveladas son meros ejemplos de la invención que puede realizarse de maneras varias y alternativas. Las figuras no son a escala necesariamente; algunas características pueden exagerarse o minimizarse para mostrar detalles de componentes particulares. De esta forma, los detalles estructurales y funcionales específicos desvelados en el presente documento no deben interpretarse como limitantes, sino simplemente como una base representativa para enseñar a un experto en la técnica que emplee la presente invención de diversas maneras.

La presente invención se refiere a un sistema para la reparación de huesos fracturados o rotos, tales como costillas como se reivindica a continuación. Las realizaciones preferidas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes. Los métodos asociados también se describen en el presente documento para ayudar a entender la invención, pero no forman parte de la invención reivindicada.

La presente invención proporciona un sistema para reparar huesos fracturados o rotos, tales como costillas. El sistema de acuerdo con la presente invención permite que se lleve a cabo la reparación de los huesos de una forma mínimamente invasiva, disminuyendo así el tiempo de recuperación del paciente. A pesar de que en el presente documento se muestra y se describe el sistema aplicado para la reparación de costillas fracturadas, se entiende que su aplicación está totalmente contemplada para la reparación de otros huesos rotos. Por ejemplo, el sistema de acuerdo con la presente invención puede utilizarse, a su vez, para la reparación mínimamente invasiva de segmentos óseos, tales como una clavícula fracturada, una tibia fracturada, una pelvis fracturada, una columna vertebral fracturada, o una superficie articular fracturada donde hay fragmentos óseos desplazados y/o múltiples que de lo contrario requerirían una gran exposición quirúrgica abierta para su reparación.

En general, de acuerdo con un aspecto de la divulgación, la fijación de segmentos óseos tales como costillas fracturadas incluye la colocación de componentes de reparación inmovilizados a través de una incisión percutánea en la piel que llega hasta el hueso y la disposición de componentes de reparación en el espacio pleural. Puede proporcionarse asistencia mediante un videotoracoscopio, tecnologías de imagen, u otros métodos de observación mínimamente invasivos. Los componentes de reparación inmovilizados incluyen un miembro de refuerzo, tal como una placa ósea, y un conjunto de sujeción, tales como un tornillo y una tuerca u otro conjunto de sujeción compresor, en el que se estabiliza el segmento de costilla roto asegurando la placa ósea contra la costilla con el conjunto de sujeción. La placa ósea puede unirse a la costilla por su superficie interna, alineándose el lado de la costilla con el espacio pleural. El inmovilizador, tal como un cable o una varilla, sirve para facilitar el procedimiento guiando y proporcionando control entre los componentes de reparación, y para proporcionar seguridad y eficiencia al cirujano.

De acuerdo con la divulgación, el uso de tales medios de fijación de costillas permite que el soporte físico de la pieza de sujeción pase a través de la parte central y más gruesa de la costilla, minimizando así el riesgo de daño accidental a la anatomía neurovascular periférica. Además, la costilla es un hueso muy pequeño que normalmente solo tiene una fina capa cortical o que, en algunos casos, comprende en gran parte material cartilaginosa. De esta forma, con una reparación tradicional utilizando los típicos tornillos para hueso habría una posibilidad significativa de que se produjera el aflojamiento de dichos tornillos y así, con el paso del tiempo, la placa quedaría suelta.

La reparación de una fractura de costilla puede realizarse de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación utilizando una o más incisiones percutáneas pequeñas (por ejemplo, <15 mm). Puede utilizarse una primera incisión para localizar y perforar los orificios de forma percutánea para pasar las piezas de sujeción, lo que permite la sujeción y acoplamiento simultáneos con las partes interna y externa de la costilla y el enclavamiento mecánico con el miembro de refuerzo. Una segunda incisión permite la inserción percutánea de piezas de sujeción y de miembros de refuerzo para colocarlos contra la costilla a través del espacio pleural. Puede utilizarse una tercera incisión para permitir la visualización toracoscópica del lugar de la fractura. En los dibujos que se proporcionan en el presente documento, aunque no se muestra, se entiende que la piel del paciente está superpuesta a las costillas R y que las incisiones descritas anteriormente se realizan a través de esta.

En relación con las FIGS. 1 y 2, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, puede insertarse de forma percutánea un trocar 10 mediante una incisión en la piel (es decir, la primera incisión descrita anteriormente; no se muestra) y colocarse en contacto con la costilla R. La inserción del trocar 10 ayuda a localizar la costilla R y se usa para facilitar la perforación de un orificio a través de la costilla R para fijar el miembro de refuerzo a la costilla R. El trocar 10 puede tener, generalmente, forma tubular o cualquier otra configuración hueca, y tener una longitud capaz de alcanzar el lugar de la fractura afectado y acoplarse al hueso de manera controlada. El trocar 10 puede incluir dos picos o salientes 12 separados en el extremo 14 del acoplamiento del mismo para ayudar a orientar el trocar 10 respecto al hueso afectado. Los salientes 12 pueden orientar el trocar 10 de forma central sobre una anchura de la costilla R o de una manera que el cirujano pueda identificar positivamente esa otra localización específica en el hueso y la orientación larga del hueso. Además, los salientes 12 pueden acoplarse de forma activa al hueso de tal manera que se cree un bloqueo positivo al hueso, manteniendo así la posición del trocar 10 relativo al hueso y al lugar de la fractura durante la cirugía. En una realización, los salientes 12 pueden estar diametralmente separados en el extremo 14 del acoplamiento del trocar.

Durante la reparación quirúrgica, los salientes 12 pueden posicionarse a lo largo de los lados de la costilla R como se ilustra en la FIG. 2, centrando así generalmente el trocar 10 sobre la costilla R. De acuerdo con esto, el trocar 10 localizará una guía de broca insertada posteriormente generalmente de forma central sobre la anchura de la costilla R de forma que el orificio perforado para recibir el conjunto de sujeción se localizará generalmente en el centro de la costilla R tras medirla de lado a lado. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, puede emplearse un trocar guiado.

En relación con la FIG. 3, se representa un miembro de refuerzo de ejemplo, una placa ósea 16, que puede estar construida de un material adecuado tal como, aunque sin limitación, titanio, acero inoxidable, polímero, cerámico o un material biorreabsorbible o combinaciones de los mismos. La placa ósea 16 incluye al menos dos aberturas para albergar un conjunto de sujeción que permite a la placa ósea 16 fijarse de forma segura en su posición. En una realización, la placa ósea 16 incluye un orificio 18 en un extremo y al menos una ranura 20 alargada en el otro extremo. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el orificio 18 puede ser cuadrado o tener otro diseño no redondo. La placa ósea 16 puede estar fabricada con cualquier combinación de orificios 18 y ranuras 20 alargadas para conseguir la estabilidad deseada. En relación con la FIG. 18, un ejemplo no limitante incluye un único orificio 18 y tres ranuras 20 alargadas. Proporcionar una placa ósea 16 con una o más ranuras 20 alargadas permite que las localizaciones del orificio en el hueso sean más flexibles a lo largo de cada ranura 20 para la colocación de la placa ósea, así, se requiere menor precisión. Esto es especialmente beneficioso cuando se posiciona una placa ósea 16 a lo largo de los elementos más curvados de las costillas.

Para el tipo de reparación que se describe en el presente documento, de acuerdo con un aspecto no limitante de la presente invención, la placa ósea 16 puede ser de aproximadamente 2-20 mm de anchura o, más particularmente, de 8-12 mm de anchura. La longitud de la placa ósea 16 es como se necesite, pero según un aspecto no limitante de la presente invención puede estar en un intervalo de 40-400 mm. El grosor de la placa ósea 16 puede ser uniforme o variable, tal como para proporcionar mayor grosor cerca de la mitad de la placa ósea 16 para aumentar la rigidez o para conseguir rigidez hasta un nivel específico, tal como para coincidir con la sección particular del hueso de la costilla. De acuerdo con un aspecto no limitante de la presente invención, el grosor de la placa ósea puede estar en un intervalo de 0,25-4 mm. La placa ósea 16 puede ser lineal generalmente o puede incluir partes angulares (FIG. 19). Por su puesto, se entiende que las placas óseas 16 descritas en el presente documento pueden tener cualquier diseño y no están limitadas a ninguna de las dimensiones anteriores, y en su lugar pueden aparecer como cables, varillas, u otros diseños.

La placa ósea 16 puede ser generalmente plana, o en su lugar puede ser curva (FIG. 19). La placa ósea 16 puede ser curva de una manera plana o torcida de una manera no plana y curvilínea para ajustarse a los diseños más difíciles de ciertas costillas, tales como aquellas que se encuentran en la partes más anteriores y posteriores de la caja torácica. La curvatura deseada de la placa ósea 16 puede basarse en un TAC o cualquier otra técnica de diagnóstico por imagen no invasiva, o mediante la medición física de la caja torácica en el momento de la cirugía. La curvatura de la placa ósea 16 puede establecerse en el momento de la fabricación, proporcionando así una colección de diseños adecuada al(os) diseño(s) aproximado(s) de la(s) costilla(s) que va(n) a repararse, o, en el momento de la cirugía, la placa ósea 16 podría doblarse a medida en la sala de operaciones.

Puede realizarse un TAC de la caja torácica del paciente antes de la cirugía. Los datos del TAC pueden introducirse después en un programa de *software* analítico especialmente diseñado, en el que el diseño ideal de la placa ósea 16 puede determinarse basándose en el diseño de las partes sanas existentes de la caja torácica del paciente y en atlas anatómicos. Puede tomarse una decisión, con una combinación de estas aportaciones analíticas del *software* y del cirujano, para establecer el diseño ideal de la placa ósea 16 requerida para reparar el lugar de la fractura. Puede utilizarse una máquina curvadora o de plantillas controlada por ordenador para moldear o diseñar una placa ósea 16 con una dimensión genérica ya existente y convertirla en una placa que coincida con un paciente específico, antes o en el momento de la cirugía, minimizando así el tiempo requerido para completar la reparación quirúrgica.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la placa ósea 16 puede estar recubierta de una sustancia que ayude a reducir la inflamación. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, puede aplicarse un adhesivo a la placa ósea 16 para adherirla permanente o temporalmente a la costilla.

En relación con las FIGS. 4 y 5, se muestran la primera pieza de sujeción 22, o externa, y la segunda pieza de sujeción 24, o interna, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, en el que las piezas de sujeción 22, 24 externa e interna incluyen un canal longitudinal (no se muestra) para acoger un inmovilizador, tal como un cable o una varilla, a través de estas. Las piezas de sujeción 22, 24 externa e interna se acoplan para formar un conjunto de sujeción que asegura la placa ósea 16 a la costilla. En una realización, la pieza de sujeción 22 externa puede ser un tornillo con rosca y la pieza de sujeción 24 interna puede ser una tuerca, a pesar de que se entiende que se contemplan a su vez otras piezas de sujeción. Por ejemplo, pueden utilizarse piezas de sujeción tales como tornillos con roscas métricas, roscas cónicas, remaches, incorporados con adhesivo, y otros tipos de piezas de sujeción de acoplamiento.

La pieza de sujeción 24 interna, que reside en el espacio pleural, puede tener una parte, como un resalto 26, diseñado para facilitar el acoplamiento con y evitar la rotación del conjunto de sujeción cuando se acoplen los orificios 18 o las ranuras 20 de la placa ósea 16. En una realización, puede usarse un resalto 26 cuadrado o con otro diseño no redondo. Tal configuración es beneficiosa puesto que puede que el cirujano no tenga acceso físico directo a la pieza de sujeción 24 interna para sostener la pieza de sujeción 24 interna de forma segura mientras que se ajusta la pieza de sujeción 22 externa como se describe a continuación. La pieza de sujeción 24 interna puede a su vez acoplarse de forma mecánica a la placa ósea 16 antes de su inserción. La pieza de sujeción 22 externa puede incluir un punto de acoplamiento 28 para el acoplamiento mediante una herramienta de accionamiento 30 (FIG. 6) para llevar a cabo el ajuste del conjunto de sujeción acoplado. Por supuesto, se contempla a su vez que podría configurarse una herramienta de accionamiento para insertarse en el espacio pleural y acoplarse con y ajustar la pieza de sujeción 24 interna, o que la pieza de sujeción 22 externa podría incluir un resalto como se ha descrito anteriormente.

Como se muestra en las FIGS. 5-7, cada pieza de sujeción 22, 24 del conjunto, el trocar 10, la herramienta de accionamiento 30, y la placa ósea 16 están configurados para tener un miembro inmovilizador o guía, tal como un cable 32, que pasa a través de estos, en el que el cable 32 también pasa a través de un orificio perforado en el hueso para localizar y guiar la placa ósea 16 y las piezas de sujeción 22, 24. En una realización, cada cable 32 u otro inmovilizador puede tener color u otra característica identificativa, y puede incluir un pasacables 34 firme en sus extremos 33, 35 proximal y distal para mantener el control de la localización de los componentes de reparación.

En lugar de un cable 32, una varilla 36 flexible, tal como una fabricada de plástico o metal, puede usarse como se ilustra en las FIGS. 9-11. La varilla 36 puede usarse para pasarse a través de las piezas de sujeción 22, 24 externa e interna, y la herramienta de accionamiento 30 como se muestra en la FIG. 9, además de pasarla a través de los otros componentes y el hueso perforado, realizando una función de guía para los componentes de reparación, como con el cable 32 descrito anteriormente. La varilla 36 incluye un extremo proximal 37 y un extremo distal 39, en la que el extremo distal 39 de la varilla 36 puede ser de rosca o utilizar otros medios mecánicos para asegurar la pieza de sujeción 24 interna en la misma. Por supuesto, se entiende que los pasacables 34 podrían usarse en su lugar con las varillas 36, y que el extremo 35 distal del cable podría ser, en su lugar, de rosca. A lo largo de la varilla 36 flexible, la herramienta de accionamiento 30 acopla la pieza de sujeción 22 externa (FIG. 10) y la ajusta a la pieza de sujeción 24 interna (FIG. 11). Si se desea seguridad adicional, la varilla 36 también puede estar fabricada de forma hueca para albergar un alambre o cable localizado centralmente en caso de que la varilla 36 falle. El uso de una varilla 36 flexible de diámetro mayor, en comparación con un cable 32, puede permitir al cirujano ejercer más fuerza de tracción en la placa ósea 16 y en el conjunto de sujeción 22, 24 sin riesgo indebido de rotura. Una parte de la varilla 36 puede usarse a su vez como una parte integral del conjunto de sujeción final.

En otra realización, puede usarse un inmovilizador curvo que pueda dar vueltas o acoplar de otra forma el miembro de refuerzo 16 para facilitar la localización del miembro de refuerzo 16 contra la costilla. Dicho inmovilizador curvo puede a su vez actuar como una pieza de sujeción y un mecanismo de guía, de manera que se contempla la posible eliminación de la pieza de sujeción 24 interna. Además, el extremo distal del inmovilizador puede acoplarse mecánicamente al miembro de refuerzo 16 para atraer el miembro de refuerzo 16 hacia el cuerpo y asegurarlo a un inmovilizador, tal como ocurre con la instalación de una bayoneta.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, una alternativa al conjunto de sujeción de rosca es el uso de una pieza de sujeción interna que comprende un miembro con ranuras 38, insertado a través del hueso desde el interior como se ilustra en la FIG. 8. Mientras que está en la localización y bajo el control de tracción del cable 32 o varilla 36, una pieza de sujeción externa que comprende una tuerca 40 de trinquete de conexión rápida puede empujarse hacia abajo sobre el miembro con ranuras 38. En esta realización, el movimiento de la tuerca es solo vertical relativo a la placa ósea 16, así es innecesario tomar medidas para prevenir la rotación más rápida. La parte inferior de la tuerca 40 puede tener un diseño cóncavo de manera que se ajusta más estrechamente con la superficie externa de la costilla y puede distribuir las cargas de compresión de la tuerca 40 a la costilla de forma más uniforme.

En una variación adicional, puede utilizarse un conjunto de sujeción que está pegado entre sí de forma adhesiva mientras que se encuentra bajo las cargas de compresión que se aplican desde una herramienta capaz de atraer la pieza de sujeción 24 interna y la placa ósea 16 junto con la pieza de sujeción 22 externa. Mientras que sostiene el conjunto mediante las cargas de compresión, asegurando así la placa ósea 16 a la costilla, puede aplicarse un adhesivo a lo largo del cable 32 o desde dentro de un núcleo hueco de la varilla 36. Una vez se ha aplicado el adhesivo, el cable 32 o la varilla 36 pueden retirarse, siempre que estén recubiertos con un revestimiento de liberación o antiadherente. Si no se proporciona dicho revestimiento, el cable 32 o varilla 36 pueden cortarse, tal como cerca de la parte superior de la pieza de sujeción 22 externa.

De forma simultánea con el enfoque adhesivo, o en combinación con todos los enfoques mecánicos del conjunto de sujeción, la varilla 36 hueca o el conjunto de sujeción 22, 24 podrían usarse para suministrar cemento óseo al lugar de la fractura mientras que la fractura se encuentra en estado reducido. El conjunto de sujeción podría retirarse tras aplicar el cemento óseo o dejarse en su sitio. Si el conjunto de sujeción está fabricado de materiales biorreabsorbibles, el conjunto de sujeción podría dejarse en su sitio para que se reabsorbiera con el paso del tiempo, sin finalmente dejar rastro de la reparación original de la fractura.

En relación ahora con las FIGS. 12-18, se describirá en el presente documento un método para reparar una fractura F ósea de acuerdo con la divulgación, en la que un primer segmento óseo 1 se fija a un segundo segmento óseo 2. El lugar de la fractura que debe repararse puede identificarse inicialmente mediante radiografía o mediante ultrasonido y, en el momento de la cirugía, mediante visualización asistida por vídeo con un toracoscopio (no se muestra). El lugar puede palparse externamente y confirmarse internamente para identificar el tamaño y la localización de la fractura y cualquier desplazamiento de los segmentos de la costilla. Puede practicarse una incisión percutánea (por ejemplo, la primera incisión descrita anteriormente) directamente sobre una parte intacta y estable de la costilla seguida de una disección roma del tejido hasta el propio hueso. Como se muestra en la FIG. 12, de acuerdo con un aspecto de la divulgación, el trocar 10 puede usarse para localizar la costilla R pasando el trocar 10 a través del tejido blando hasta el hueso. El trocar 10 generalmente puede situarse de forma central sobre la costilla asegurando que los salientes 12 están situados a lo largo de los lados de la costilla R. El trocar 10 puede a su vez acoplarse activamente al hueso de tal forma que cree un bloqueo positivo en el hueso, manteniendo así la posición del trocar relativa al hueso y el lugar de la fractura durante la cirugía.

En relación con la FIG. 13, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, puede colocarse una guía de broca 42 dentro del trocar 10 y usarse para facilitar la perforación de un orificio a través del hueso, en el que el orificio acogerá el conjunto de sujeción 22, 24. En una realización, una broca, tal como una broca canulada de alambre, puede usarse para facilitar el paso del cable 32 o de la varilla 36 flexible a través de la costilla R hasta el otro lado del hueso fracturado. En algunas situaciones, la varilla 36 o cable 32 pueden pasarse solos a través del orificio perforado después retirar la broca. La perforación puede producirse mediante visualización directa utilizando un toracoscopio. Además, la utilización de fluoroscopia o cualquier método de imágenes en tiempo real pueden ayudar al cirujano a localizar, reubicar y fijar en su sitio los segmentos de costilla desplazados.

Como se muestra en la FIG. 14, de acuerdo con un aspecto de la divulgación, la varilla 36 (o cable 32, u otro inmovilizador) pasa a través de la guía de broca 42, y a través del orificio creado en la costilla R y en el interior del espacio pleural. Se representan una primera varilla 36 y una segunda varilla 36'. La entrada al espacio pleural puede visualizarse con un videotoracoscopio. Se coge el extremo 35, 39 distal del cable o la varilla, tal como con un instrumento de agarre (no se muestra), y se extrae a través de la segunda incisión mencionada anteriormente y fuera de la cavidad torácica (FIG. 15). Como alternativa, la varilla o el cable con rosca pueden guiarse externamente de manera que su colocación y trayectoria a través del espacio pleural pueden ser guiados en su totalidad por el cirujano sin necesidad de que los instrumentos toracoscópicos tengan que cogerlos desde dentro, similar a la forma en la que se manipula el endoscopio. Este conjunto de varilla o cable guiado externamente puede tener instalado a su vez una guía de vídeo, eliminando así cualquier necesidad de realizar un punto de incisión para el toracoscopio (es decir, la tercera incisión mencionada anteriormente). En este momento de la cirugía, tanto los extremos 33, 37 proximales como los extremos 35, 39 distales del cable 32 o varilla 36 son visibles desde el exterior del cuerpo del paciente.

Una vez se han insertado a través de la costilla, tanto el cable 32 como la varilla roscada 36 pueden usarse a su vez para reducir la fractura mediante la manipulación mecánica de los extremos del hueso. El cirujano es capaz de atraer directamente el hueso desplazado desde fuera de la cavidad torácica sin necesidad de una exposición más

amplia mientras que simultáneamente alinea la placa ósea 16 y las piezas de sujeción 22, 24 en su posición final. Mientras que se aplica dicha fuerza de corrección, el cirujano es capaz de ajustar o sujetar de otra forma la placa ósea 16 en su posición correctiva final. Ya que el método de acuerdo con la divulgación permite el acceso simultáneo a ambos lados de la costilla, en ciertas circunstancias puede ser también deseable pasar un  
 5 inmovilizador, tal como un cable, desde un orificio perforado de la costilla hasta otro para unir los huesos. En este ejemplo, puede colocarse un pasacables u otro mecanismo de bloqueo en el extremo proximal o distal del inmovilizador para impedir que el inmovilizador salga a través de los orificios cuando se aplica fuerza en el extremo del inmovilizador opuesto al mecanismo de bloqueo.

La FIG. 16 ilustra la colocación de la placa ósea 16 y una primera y segunda piezas de sujeción 24, 24' en la primera y segunda varillas flexibles 36, 36', respectivamente, de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Cuando se usa un cable 32, una vez que se tira del cable 32 a través de la pared abdominal, la placa ósea 16 puede pasarse primero por el extremo 35 distal del cable seguido de la pieza de sujeción 24 interna. Un pasacables 34 (o un tapón de alambre o similares) pueden usarse para asegurar el extremo 35 distal, en el que el pasacables 34 debería ser lo  
 10 suficientemente grande como para evitar que la placa ósea 16 y la pieza de sujeción 24 interna se desacoplen del cable 32. Cuando se usa una varilla 36, una vez que se tira de la varilla 36 a través de la pared abdominal, la placa ósea 16 puede pasarse primero por el extremo distal 39 de la varilla. La pieza de sujeción 24 interna puede entonces enroscarse o asegurarse de otra forma al extremo distal 39 para tener el control positivo de la placa ósea 16 y del conjunto de sujeción. Una vez que los componentes de reparación se han asegurado al cable 32 o varilla 36, los  
 15 componentes están listos para devolverlos a la cavidad torácica y colocarlos contra el segmento de costilla deseado atraído y guiado por el cable 32/varilla 36.

El procedimiento puede repetirse para los posteriores orificios perforados, normalmente en el otro lado de la fractura F ósea, en la que un cable 32 o varilla 36 diferentemente identificables (por ejemplo, con un color u otros medios de  
 25 identificación) pueden usarse para identificar a través de la costilla R la localización específica. Como se ha descrito anteriormente, la placa ósea 16 puede incluir una o más ranuras 20 alargadas por las que se pueden pasar cables 32/varillas 36 adicionales. Puede realizarse una medición inicial de los puntos de incisión externos (por ejemplo, del primero) para medir la distancia entre los puntos perforados del hueso. Dicha distancia puede confirmarse a su vez mediante el uso de un instrumento de medición toracoscópico desplegado, de forma que puede conocerse la  
 30 distancia interna entre los orificios. Esta medición proporciona información sobre la configuración curvilínea y/o recta de la caja torácica, y proporciona al cirujano una evaluación precisa de la posición relativa de los orificios perforados una vez se ha reducido el lugar de la fractura de forma apropiada. El uso de una combinación de orificios 18 y ranuras 20 en la placa ósea 16 reduce la necesidad de que el cirujano tenga que colocar los orificios de forma exacta en la costilla, ya que la posición final de las piezas de sujeción 22, 24 en la placa ósea 16 es ajustable debido  
 35 al uso de las ranuras 20. Esta configuración adapta el orificio perforado impreciso y la colocación de la pieza de sujeción a través de la costilla.

Una vez se han extraído el número deseado de cables 32/varillas 36 a través de la vía de acceso instrumental (por ejemplo, una segunda incisión), la placa ósea 16 puede introducirse en los cables 32/varillas 36 en la orientación  
 40 correcta. En una realización, el extremo de la placa ósea 16 donde se localiza el único orificio 18 cuadrado puede utilizarse contra la parte de costilla estable. La placa ósea 16 y la pieza de sujeción 24 interna pueden entonces dirigirse hacia la cavidad torácica y el espacio pleural y, con posible asistencia de vídeo y toracoscopia, la placa ósea 16 puede posicionarse cerca del lugar de la fractura de costilla que debe repararse mientras se tira lentamente de los cables 32/varillas 36 a través de los orificios perforados en la costilla R como se ilustra en la FIG. 17. El uso  
 45 de dos o más conjuntos de cables o varillas al mismo tiempo asegurará la orientación correcta de la placa y de los conjuntos de sujeción una vez que se han atraído hacia y contra la superficie interna de la cavidad torácica.

De acuerdo con un aspecto de la divulgación, una vez que la guía de broca 42 se ha retirado del trocar 10, la pieza de sujeción 22 externa puede moverse a su posición a lo largo del cable 32/varilla 36 a través del orificio perforado  
 50 en el hueso, para acoplarla con la pieza de sujeción 24 interna, y asegurada en la misma con la herramienta de accionamiento 30 (FIG. 18). El conjunto de sujeción 22, 24 insertado a través del orificio 18 de la placa ósea 16 puede ajustarse primero, seguido de la inserción del conjunto de sujeción 22, 24 a través de la ranura 20 ya que se requiere menor alineación entre el orificio de la costilla y la abertura de la placa ósea con la configuración de ranura. Puede aplicarse tensión al cable 32/varilla 36 por parte del cirujano, tirando así de la pieza de sujeción 24 interna  
 55 hacia su posición en el hueso. Una vez que la pieza de sujeción 24 interna se ha acoplado a la placa ósea 16, puede ajustarse la pieza de sujeción 22 externa con la herramienta de accionamiento 30 hasta que se consiga el nivel de torsión y ajuste adecuado. La herramienta de accionamiento 30 puede acoplarse al punto de acoplamiento 28 de la pieza de sujeción 22 externa para rotar la pieza de sujeción 22 externa y asegurarla en la pieza de sujeción 24 interna. Puede evitarse la rotación de la pieza de sujeción 24 interna acoplando su resalto 26 cuadrado en un orificio  
 60 18 cuadrado de la placa ósea 16. Por supuesto, se contemplan totalmente otros métodos de aseguración de la pieza de sujeción 22 externa junto con la pieza de sujeción 24 interna.

En una realización, se puede usar una arandela (no se muestra) debajo de la pieza de sujeción 22 externa para que ayude a distribuir la carga entre la pieza de sujeción 22 externa y el hueso. La arandela puede tener un diseño  
 65 cóncavo (en la superficie de contacto con el hueso), orientada para ajustarse como una silla de montar sobre la



costilla, para intentar reducir más los puntos de presión localizados en el hueso. La arandela puede reforzarse a su vez con un componente deformable que reduzca aún más los puntos de presión localizados del hueso.

Si se requiere la reorientación del segmento de la costilla para reducir la fractura, puede usarse entonces un dispositivo, tal como una barrena, para facilitar la recolocación del segmento roto mientras que se ajustan las piezas de sujeción 22, 24. El cable 32 o varilla 36 pueden además actuar para facilitar el alineamiento de los segmentos del hueso para la reducir el lugar de la fractura, ya que el segmento del hueso puede atraerse con el cable 32 o varilla 36 y relocalizarse como se requiera una vez que la pieza de sujeción 24 interna y la placa ósea 16 se han acoplado en el lado interno del hueso. Además del uso del cable 32 o varilla 36 para facilitar la reducción del lugar de la fractura, puede usarse un dispositivo de aplicación de presión, tal como un globo, como parte del conjunto toracoscópico o junto con él para aplicar presión contra la pleura, y así contra las costillas, y situarlas en un diseño adecuado. Esto ayudará si es necesario a reducir las costillas fracturadas, y a mantener las costillas en esa posición hasta que se ajusten las piezas de sujeción 22, 24.

Una vez que todos los conjuntos de sujeción 22, 24 se han ajustado y el cirujano está conforme con la localización, ajuste, estabilidad y otros parámetros tales como la posición reducida de los huesos, la varilla 36 puede desatornillarse o desconectarse de otra forma de la pieza de sujeción 24 interna y retirarse, completando así la reparación. En el caso del cable 32, el pasacables 34 de cada extremo 33, 35 puede cortarse y se puede extraer el cable 32 de la cavidad torácica. Para completar los pasos de la cirugía, puede usarse el cierre habitual de la capa utilizando suturas reabsorbibles seguido de un bloqueo local de la costilla (por ejemplo, con Marcaine). La retroalimentación visual y táctil de la reparación debería considerarse suficiente, y después puede repetirse el procedimiento para otras localizaciones perforadas.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la placa ósea 16 puede ser parte de un sistema que incluye componentes que son flexibles o deformables, de tal forma que los componentes puedan aplicarse o desplegarse en el cuerpo o en la localización de trabajo en una primera configuración, y después cambiar de configuración, de forma activa o pasiva, hasta una segunda configuración, una vez se han insertado en el espacio pleural. Estos componentes pueden incluir, por ejemplo placas, arandelas, cables, alambres, piezas de sujeción, o partes de estos componentes. Un componente de la placa deformable puede estar enrollado, enroscado o comprimido longitudinalmente cuando está preparado para su aplicación y después se despliega o manipula total o parcialmente mientras que se encuentra dentro del espacio pleural. Los componentes pueden desplegarse parcialmente, de forma que parte del componente pueda adoptar una función mientras que otra parte pueda cumplir otra función. Los componentes deformables pueden estar orientados, guiados o dirigidos hacia un diseño, localización o configuración como parte del sistema de fijación de acuerdo con la presente invención.

Como se describe en el presente documento, puede insertarse un componente deformable de la placa 16 en una primera configuración, tal como un diseño enrollado, en el interior de un orificio perforado de la costilla (FIG. 29), en el interior del espacio pleural y después introducirse de vuelta, a través del área de la fractura F, y fuera del espacio pleural a través de otro orificio perforado de la costilla (FIG. 21). Entonces, el área de la placa ósea 16 que se encuentra entre los orificios del lado pleural puede estar al menos desplegada parcialmente en una segunda configuración, tal como un diseño no redondo (FIG. 22). Los extremos 17, 19 finales de la placa 16 deformable que pasan a través de la costilla pueden seguir manteniéndose en su diseño redondo original y asegurarse en su sitio mientras que se encuentran en tensión gracias a una pieza de sujeción 22 adecuada, tal como un retén de presión unidireccional. Los extremos 17, 19 de la placa 16 deformable pueden entonces recortarse a la longitud adecuada.

Las placas óseas 16 pueden ser adicionales para afectar a su longitud. Por ejemplo, la placa ósea 16 puede ser una parte individual y más pequeña de un sistema de módulos que engancha o enclava placas óseas que, una vez insertadas y colocadas en su posición general, pueden retenerse en una posición final mediante el ajuste de piezas de sujeción 22 y 24. Los extremos de una placa pueden acoplarse con la siguiente placa de la fila, tal como de una manera dentada solapada, permitiendo así el diseño de la placa mientras que ya se encuentra en el espacio pleural y proporcionando un posicionamiento final más preciso por parte del cirujano.

La placa ósea 16 puede estar fabricada de una malla o tejido de fibras de refuerzo y combinada con una matriz de resina para formar un componente estructural de refuerzo compuesto o parche 44 como se ilustra en la FIG. 23. Este parche 44 puede aplicarse al área general de la fractura F, extendiéndose más allá del área de la fractura hacia áreas no fracturadas. Además, como se muestra, el parche 44 puede aplicarse simultáneamente de una misma vez a lo largo de numerosas costillas R separadas, permitiendo así un único miembro de refuerzo para un lugar de fractura de costilla múltiple. El parche 44 compuesto puede unirse de forma adhesiva al lado pleural de la reparación a lo largo de toda la superficie, puede unirse mecánicamente a las costillas, o una combinación de ambos métodos de unión. El parche 44 puede aplicarse al espacio pleural, mientras esté en un estado no fraguado o cualquier otro estado flexible, en un diseño para su acoplamiento inicial al segmento óseo, y después aplicarse y situarse en su posición final, fraguada, pegada, o sujeta de otra forma a la parte inferior pleural de las costillas.

Como un ejemplo de lo anteriormente mencionado, un parche 44 deformable puede estar enrollado, enroscado o comprimido cuando está preparado para su aplicación y después se despliega o manipula total o parcialmente mientras que se encuentra dentro del espacio pleural. Antes de fraguar o pegarse a la pleura, el parche puede

además estar orientado, guiado o dirigido hacia un diseño, localización o configuración como parte del sistema de fijación de acuerdo con la invención. El parche puede posicionarse en una situación correcta mediante manipulación externa con los cables 32 o varillas 36 anteriormente mencionados, o de forma completa mediante una colocación únicamente asistida por toracoscopio y directa. En el ejemplo colocación únicamente asistida por toracoscopio y directa, un dispositivo 46 de aplicación de presión, tal como un globo, puede usarse como parte del conjunto toracoscópico o junto con él. Como se muestra en la FIG. 24, el dispositivo 46 de aplicación de presión puede usarse para desplegar el parche 44 contra la pleura, posicionarlo en un diseño que adecuado, reducir las costillas fracturadas si es necesario, y sostener el parche 44 en dicha posición hasta que el parche 44 se haya fraguado. En este sentido, el parche 44 puede pegarse de forma adhesiva al revestimiento pleural y, si es necesario, unirse adicionalmente a las costillas de forma mecánica mediante las piezas de sujeción y los métodos de sujeción anteriormente mencionados. El dispositivo 46 de aplicación de presión y el toracoscopio (no se muestra) pueden entonces retirarse y la reparación se habrá completado.

Como un medio principal de fijación o si se desean aplicar piezas de sujeción adicionales, estas pueden añadirse mediante los medios anteriormente mencionados. Alternativamente, si la placa ósea 16 está en la posición correcta y asegurada al menos parcialmente en su sitio, pueden colocarse piezas de sujeción adicionales en la placa ósea 16 a través del interior de la cavidad torácica utilizando un instrumento de perforación desplegado internamente que pasa una broca, cable, varilla u otro método de inmovilización a través de la parte externa de la caja torácica. Las piezas de sujeción usadas mediante dicho método invertido pueden ser similares a aquellas piezas de sujeción descritas previamente. Alternativamente, las piezas de sujeción pueden ser de tipo ciego, de forma que una vez que la broca, cable o varilla 36 se pasa a través de la costilla hacia el exterior con la pieza de sujeción 48 alojada en la misma para su inserción (FIG. 25a), la pieza de sujeción 48 puede empujarse externamente, atraerse internamente, o desplegarse de otra forma (FIG. 25b) a través de la costilla, a través de la placa ósea 16 y mediante la aplicación de tensión exterior, y puede acoplarse la placa 16 mediante el despliegue de alas, ganchos, brazos o cualquier otro medio de acoplamiento positivo a la placa ósea 16 (FIGS. 26 y 27) y se asegura en su sitio aplicando un mecanismo de bloqueo contrarrotatorio, tal como una tuerca de presión o una tuerca con rosca contra la parte externa del hueso de la costilla (no se muestra). La FIG. 26 representa una pieza de sujeción 48 que se acopla a un cable o varilla de tipo de miembro de refuerzo 16, mientras que la FIG. 27 representa una pieza de sujeción 48 que se acopla a una placa ósea 16 que incluye áreas 50 para acoger las piezas de sujeción 48. En otra realización ilustrada en la FIG. 28, la placa ósea 16 puede tener patillas 52 y la pieza de sujeción 48 puede acogerse y enclavarse entre las patillas 52, en la que las patillas 52 pueden tener a su vez pestañas para el anclaje del hueso.

Cualquiera o todos los componentes descritos en el presente documento para completar la reparación del hueso de acuerdo con un aspecto de la presente invención pueden montarse para usarlos fácilmente como un kit quirúrgico como se muestra en la FIG. 19. Puede proporcionarse una bandeja donde los componentes se posicionarán de forma conveniente y segura para acceder fácilmente a ellos y usarlos durante una cirugía.

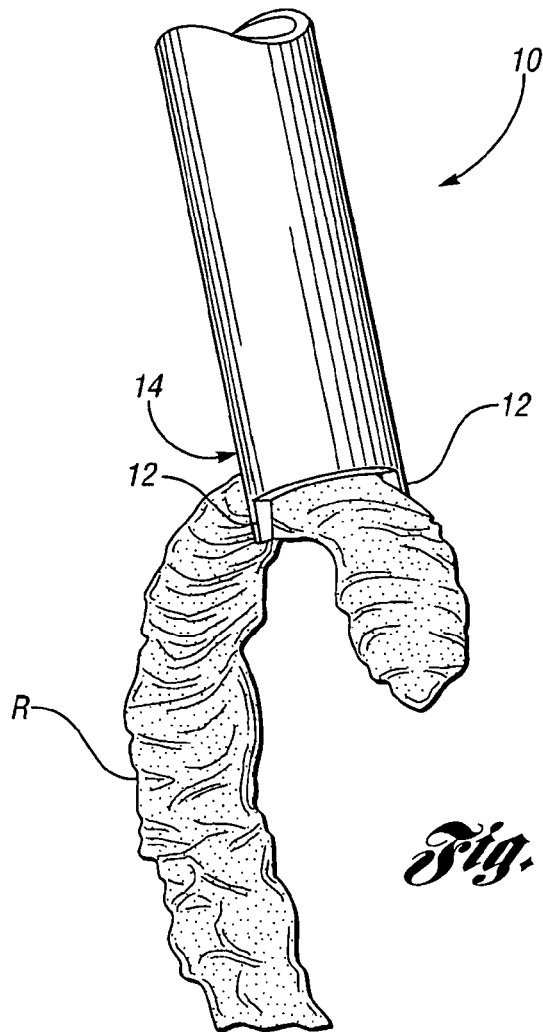
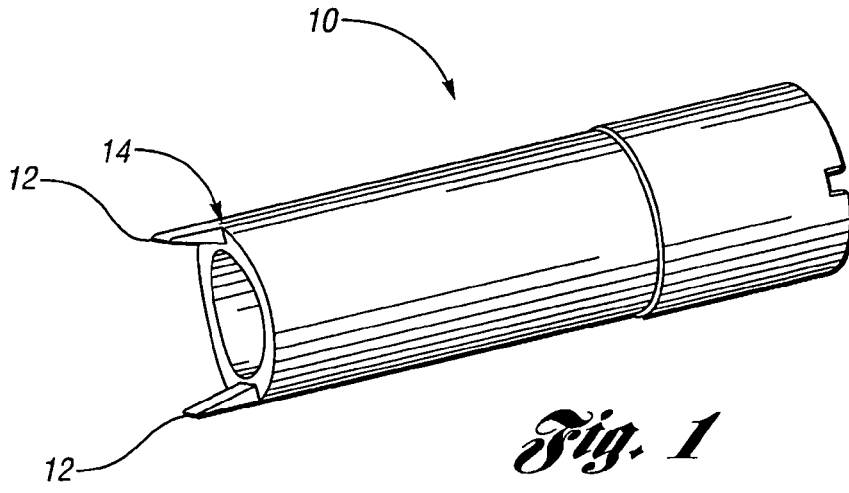
El sistema y método descritos en el presente documento permite la fijación rápida de segmentos de costilla rotos con una pérdida mínima de sangre (por ejemplo, una reducción del 80-90 %), del tiempo de cirugía requerido (por ejemplo, una reducción del 50-75 %), y una disminución del dolor y del malestar del paciente postoperatorios. Se reduce significativamente la ruptura de la musculatura, tejido blando, cartílago, periostio y estructuras neurales circundantes cuando comparamos la técnica con las técnicas quirúrgicas tradicionales. Una vez que comienza la cirugía, cada reparación durará normalmente menos de 10 minutos. Esto difiere significativamente de las técnicas actuales, que son más lentas, utilizan una exposición amplia, requieren la disección de músculos grandes y normalmente presentan una recuperación complicada. La satisfacción del paciente respecto a la reparación debería ser de un alto grado debido a la ausencia de material aparatoso, al tiempo mínimo de recuperación postoperatorio y a la naturaleza mínima de las incisiones.

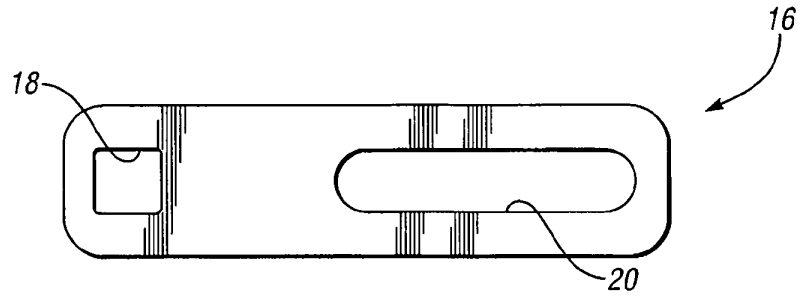
Aunque anteriormente se han descrito realizaciones de ejemplo, no se pretende que estas realizaciones describan todas las formas posibles de la invención. En lugar de eso, las palabras que se usan en la memoria descriptiva son palabras de descripción más que de limitación, y se entiende que pueden realizarse diversos cambios sin alejarse del alcance de la invención. Adicionalmente, las características de las diferentes realizaciones aplicadas pueden combinarse para crear realizaciones adicionales de la invención.

**REIVINDICACIONES**

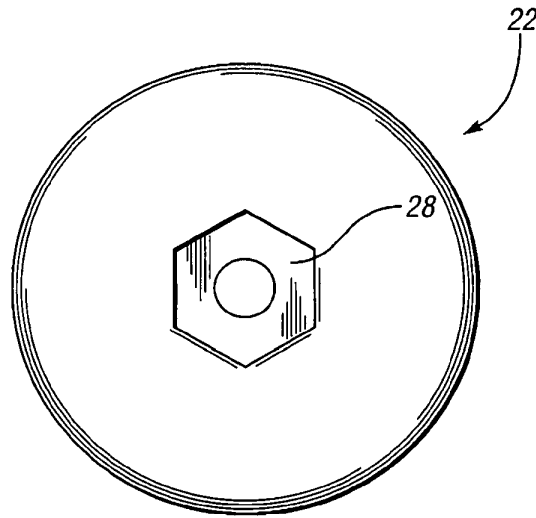
- 5 1. Un sistema para la reparación percutánea del primer (1) y segundo (2) segmentos óseos de un hueso fracturado en un paciente, teniendo el primer (1) y segundo (2) segmentos óseos una superficie interna y una superficie externa opuesta, comprendiendo el sistema:
- 10 al menos un primer (36) y un segundo (36') inmovilizadores, teniendo cada uno un extremo proximal (37) y un extremo distal (39);  
 un miembro de refuerzo (16) que tiene una primera abertura (18) en un extremo y al menos una segunda  
 10 abertura (20) en otro extremo, en el que el extremo distal (39) del primer inmovilizador (36) puede hacerse pasar a través de la primera abertura (18) y el extremo distal (39) del segundo inmovilizador (36') puede hacerse pasar a través de la segunda abertura (20);  
 al menos una primera y segunda piezas de sujeción (22) externas configuradas para disponerse en la superficie  
 15 externa del primer (1) y segundo (2) segmentos óseos, teniendo cada pieza de sujeción (22) externa un canal longitudinal para que pasen los extremos proximales (37) del primer (36) y segundo (36') inmovilizadores a través de este, respectivamente; y  
 al menos una primera y segunda piezas de sujeción (24) internas configuradas para disponerse en la superficie  
 20 interna del primer (1) y segundo (2) segmentos óseos y capaces de asegurarse en los extremos distales (39) del primer (36) y segundo (36') inmovilizadores, respectivamente, para retener el miembro de refuerzo (16) en el primer inmovilizador (36) y en el segundo inmovilizador (36') y acoplar el miembro de refuerzo (16) contra la superficie interna del primer (1) y segundo (2) segmentos óseos;
- 25 en el que el primer (36) y segundo (36') inmovilizadores pueden recibirse mediante orificios en el primer (1) y segundo (2) segmentos óseos, respectivamente, para atraer el miembro de refuerzo (16) hacia el acoplamiento con el primer (1) y el segundo (2) segmentos óseos, en los que las primeras piezas de sujeción (22, 24) externa  
 e interna están configuradas para apoyarse simultáneamente en las superficies externa e interna,  
 30 respectivamente, y asegurarse la una a la otra mediante la primera abertura (18) del miembro de refuerzo, y las segundas piezas de sujeción (22, 24) externa e interna están configuradas para apoyarse simultáneamente en las superficies externa e interna, respectivamente, y asegurarse la una a la otra mediante la segunda abertura (20) del miembro de refuerzo, para asegurar el miembro de refuerzo (16) al primer (1) y segundo (2) segmentos  
 30 óseos, en los que el primer inmovilizador (36) y el segundo inmovilizador (36') pueden retirarse una vez que las piezas de sujeción externas (22) e internas (24) se han asegurado entre sí.
- 35 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un pasacables (34) que puede ser recibido en cada extremo distal (39) del inmovilizador posterior al miembro de refuerzo (16).
- 40 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer y segundo extremos distales (39) están roscados para recibir la primera y segunda piezas de sujeción (24) internas en ellos, respectivamente.
- 45 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el miembro de refuerzo (16) comprende una placa ósea.
- 50 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las piezas de sujeción (24) internas incluyen cada una una parte (26) conformada para evitar la rotación de las mismas cuando se acoplan a la primera abertura (18) y a la segunda abertura (20) del miembro de refuerzo.
- 55 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer (1) y segundo (2) segmentos óseos comprenden segmentos óseos de costilla.
- 60 7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las piezas de sujeción externa (22) e interna (24) se acoplan para formar un conjunto de sujeción.
8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el primer (36) y segundo (36') inmovilizadores tienen diferentes características identificativas.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende a su vez al menos dos pasacables (34) para  
 55 colocarlos en el extremo distal (39) de cada inmovilizador para retener el miembro de refuerzo (16) y las piezas de sujeción (24) internas en los inmovilizadores (36, 36').
- 60 10. Un kit para la reparación quirúrgica de un hueso fracturado que implica un primer segmento óseo (1) y un segundo segmento óseo (2) que comprende el sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, y que comprende a su vez:
- 65 un trocar (10) hueco para acoplarse al primer (1) y segundo (2) segmentos óseos;  
 una guía de broca (42) dispuesta para ser recibida a través del trocar (10) para facilitar la perforación de un primer orificio en el primer segmento óseo (1) y un segundo agujero en el segundo segmento óseo (2).

11. El kit de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una herramienta de accionamiento (30) que puede ser recibida a través del trocar (10) para asegurar las piezas de sujeción (22) externas a las piezas de sujeción (24) internas.
- 5 12. El kit de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el trocar (10) incluye salientes (12) para acoplarse al segmento óseo (1, 2) de tal forma que los orificios perforados están generalmente centrados sobre una anchura del segmento óseo (1, 2).

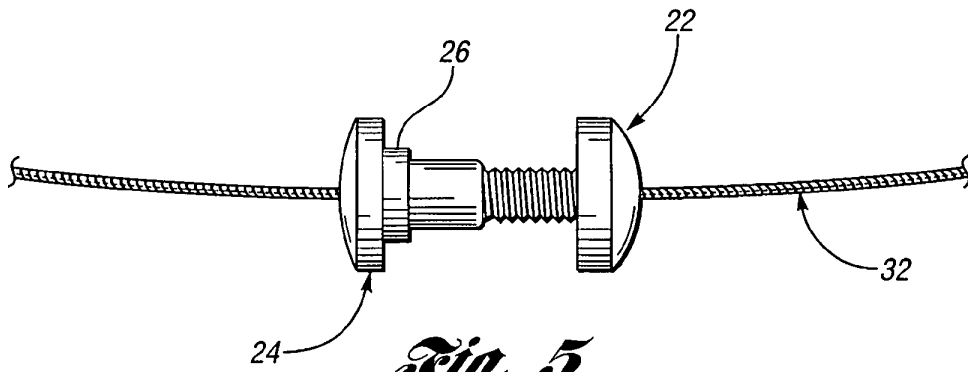




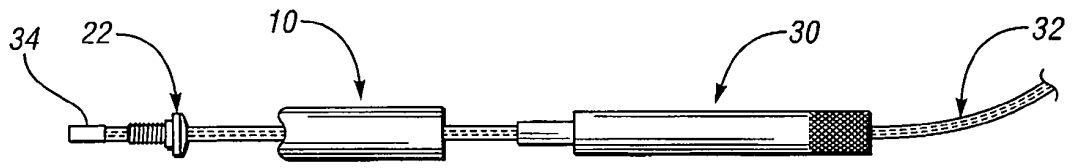
*Fig. 3*



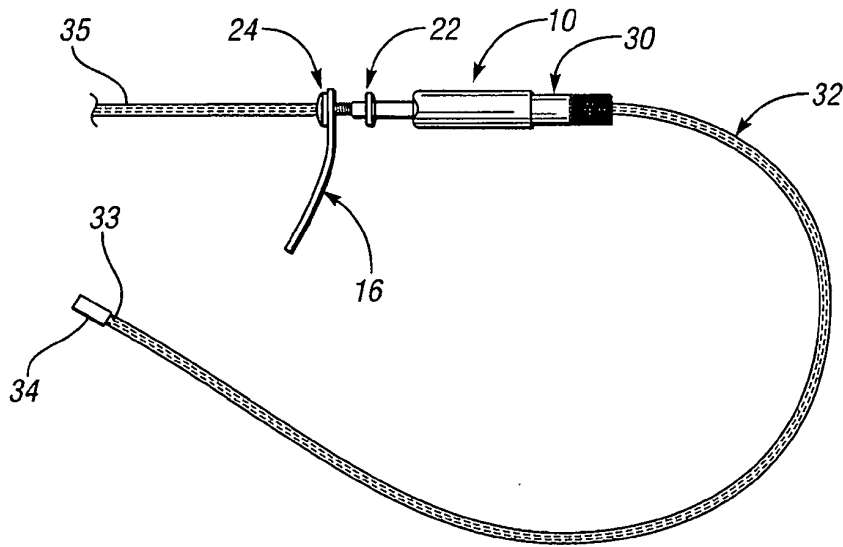
*Fig. 4*



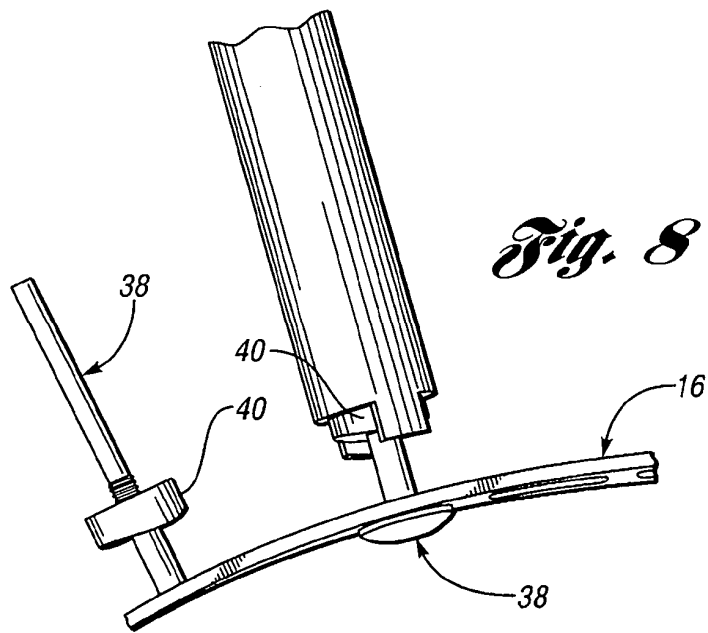
*Fig. 5*



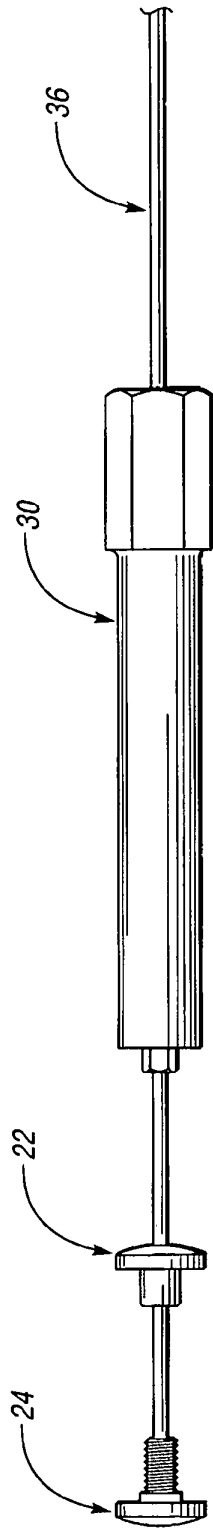
*Fig. 6*



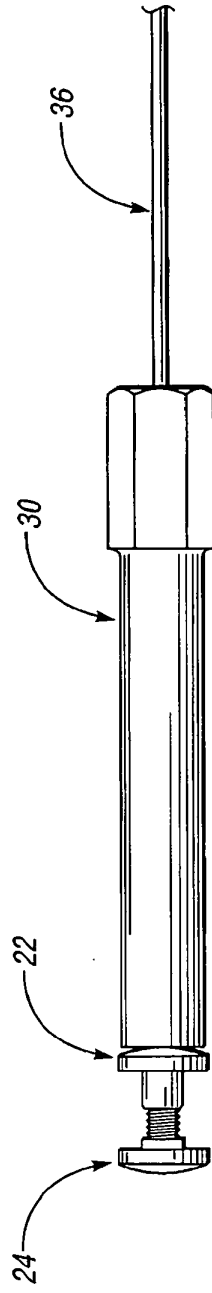
*Fig. 7*



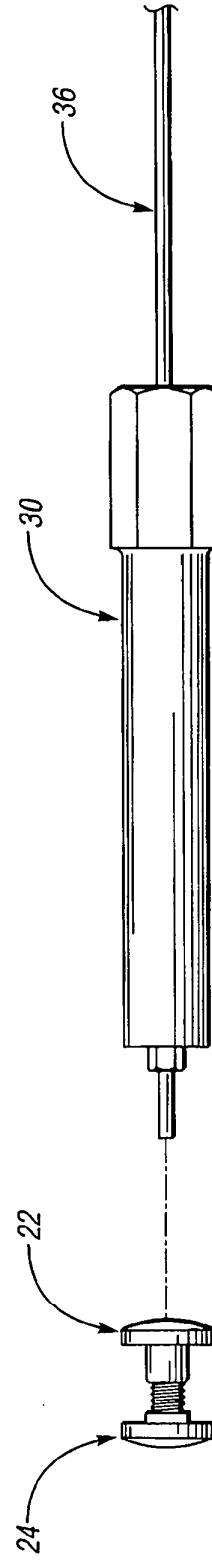
*Fig. 8*



*Fig. 9*

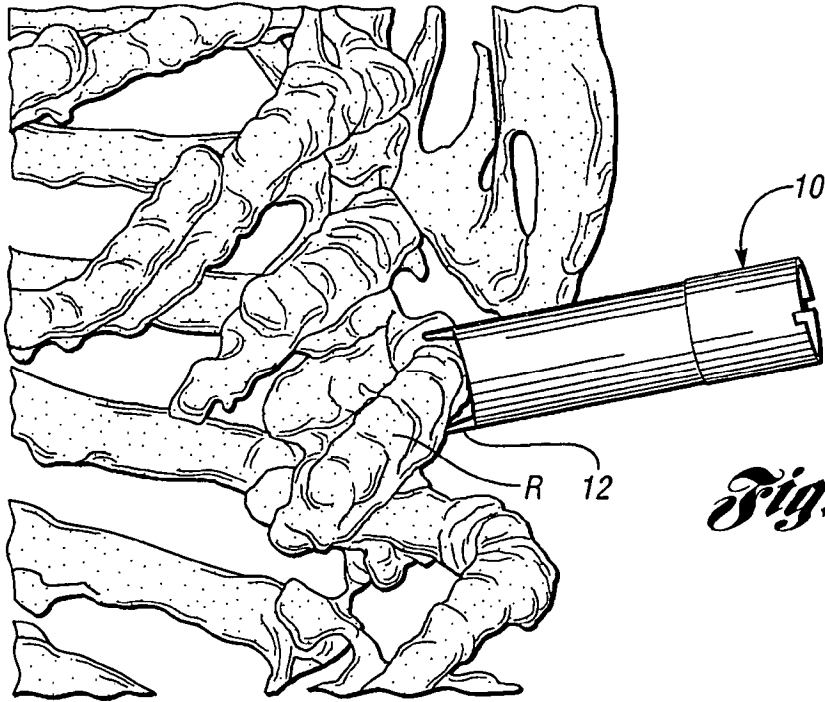


*Fig. 10*

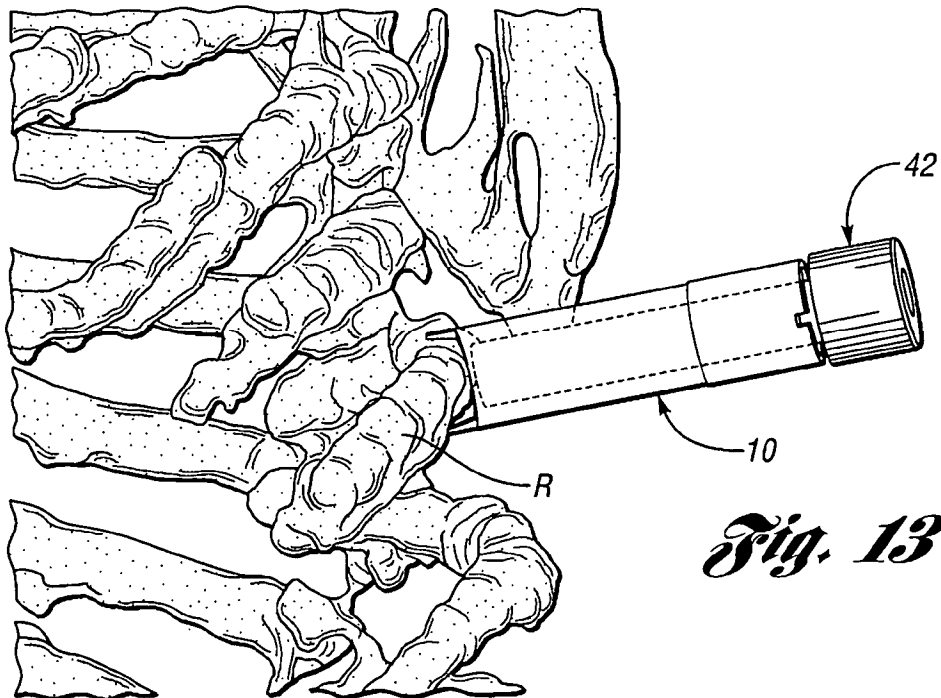


*Fig. 11*

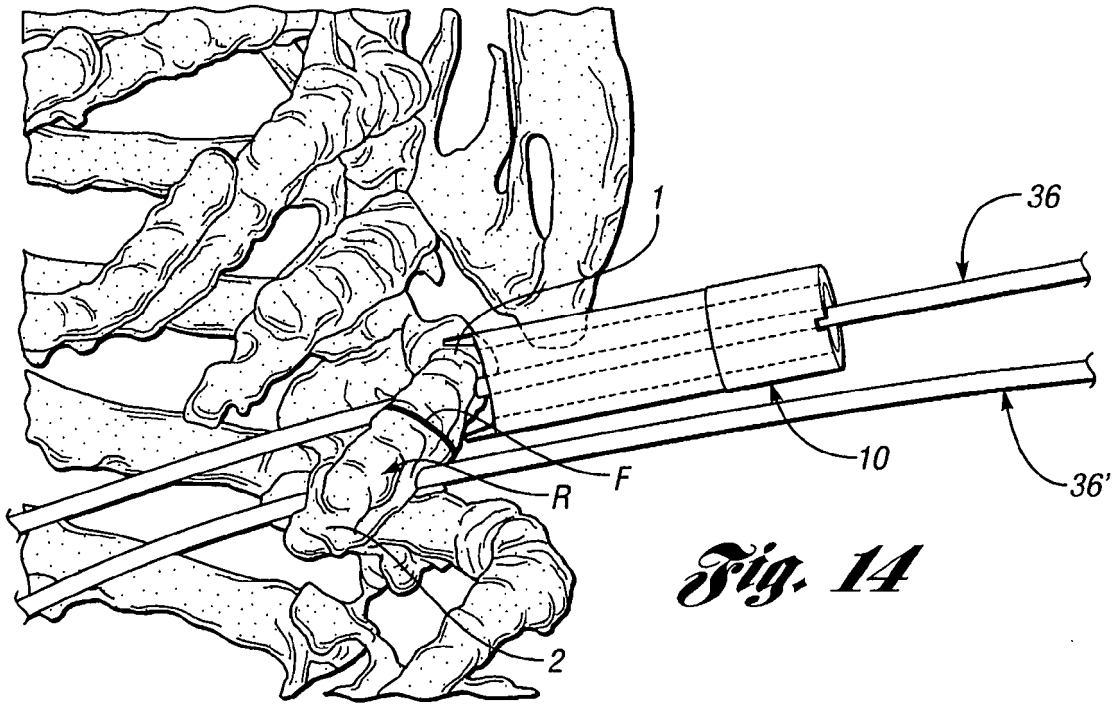




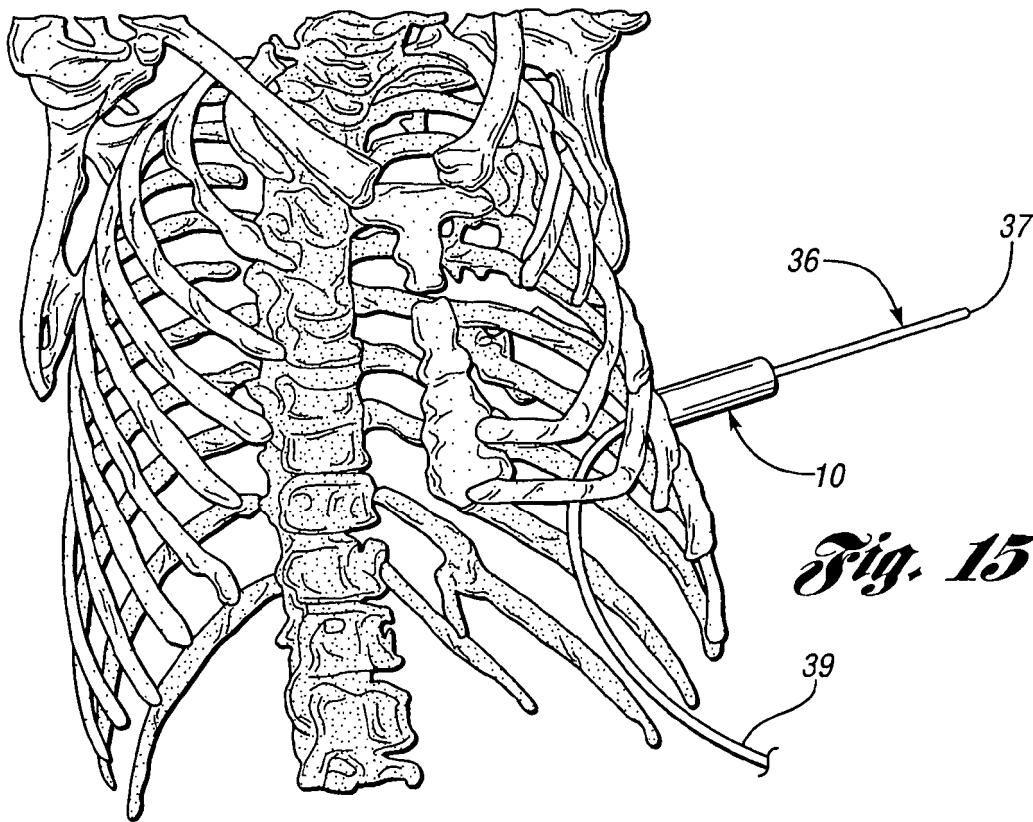
*Fig. 12*



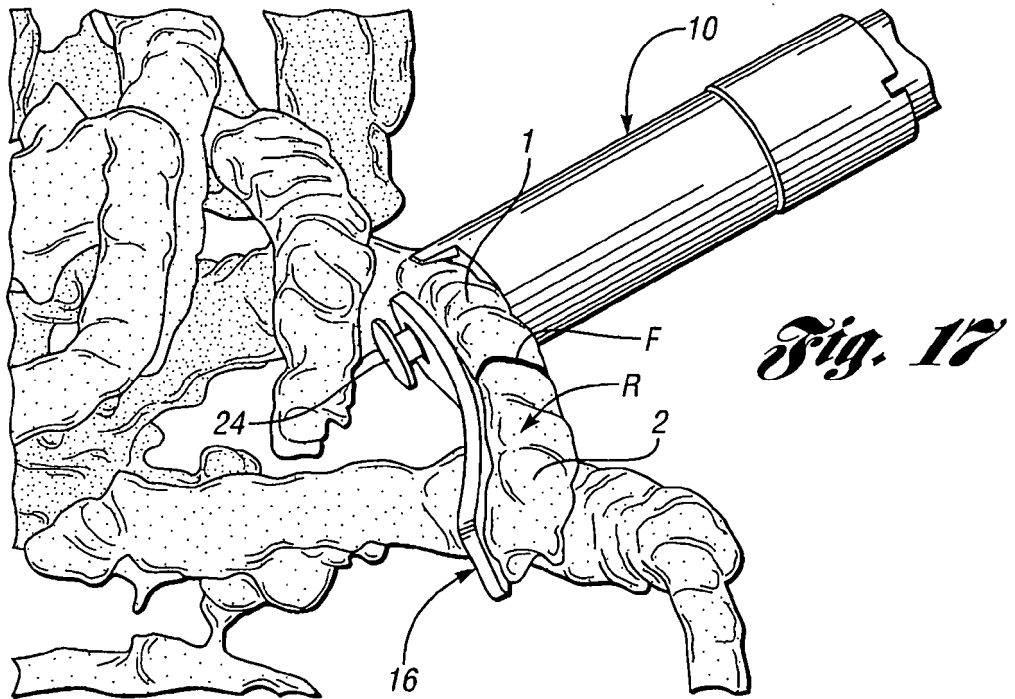
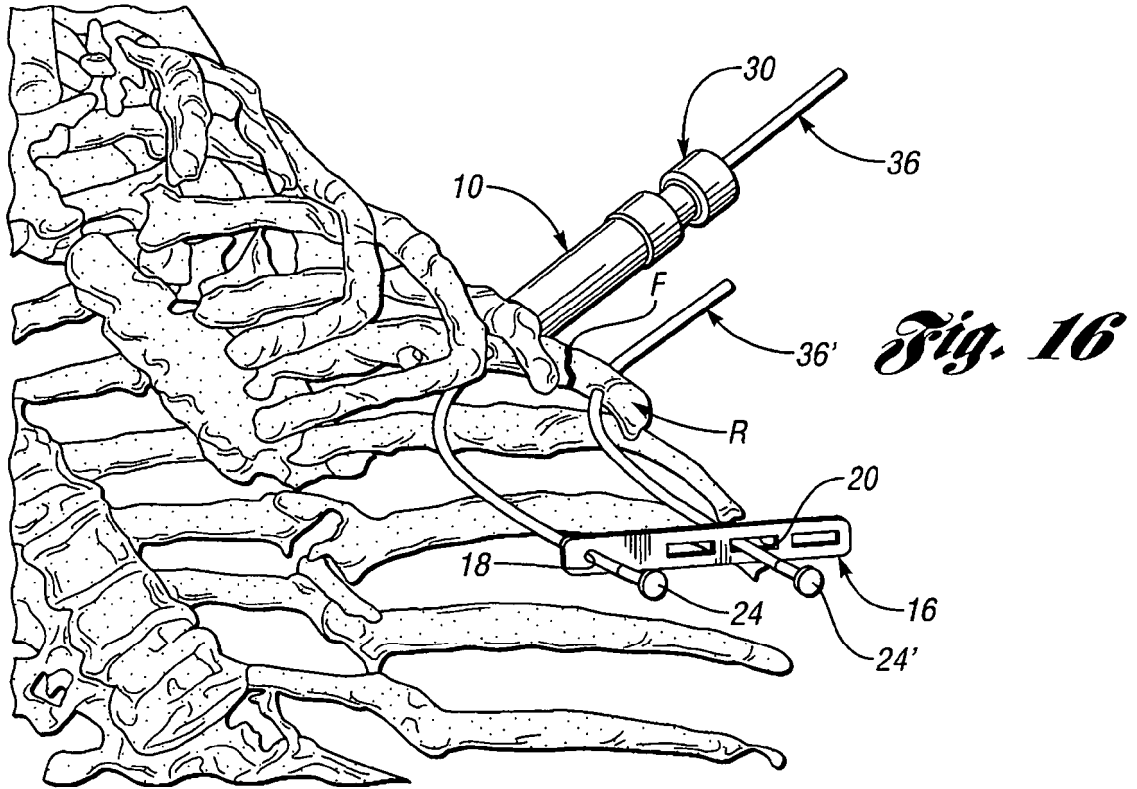
*Fig. 13*

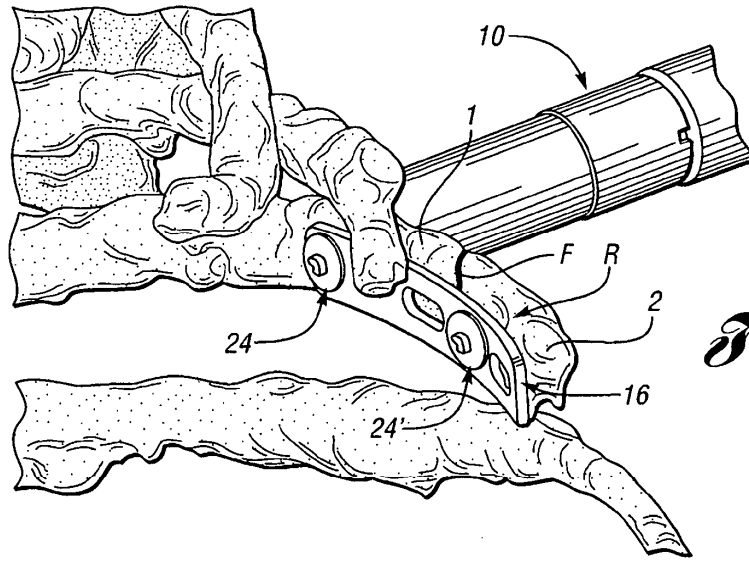


*Fig. 14*

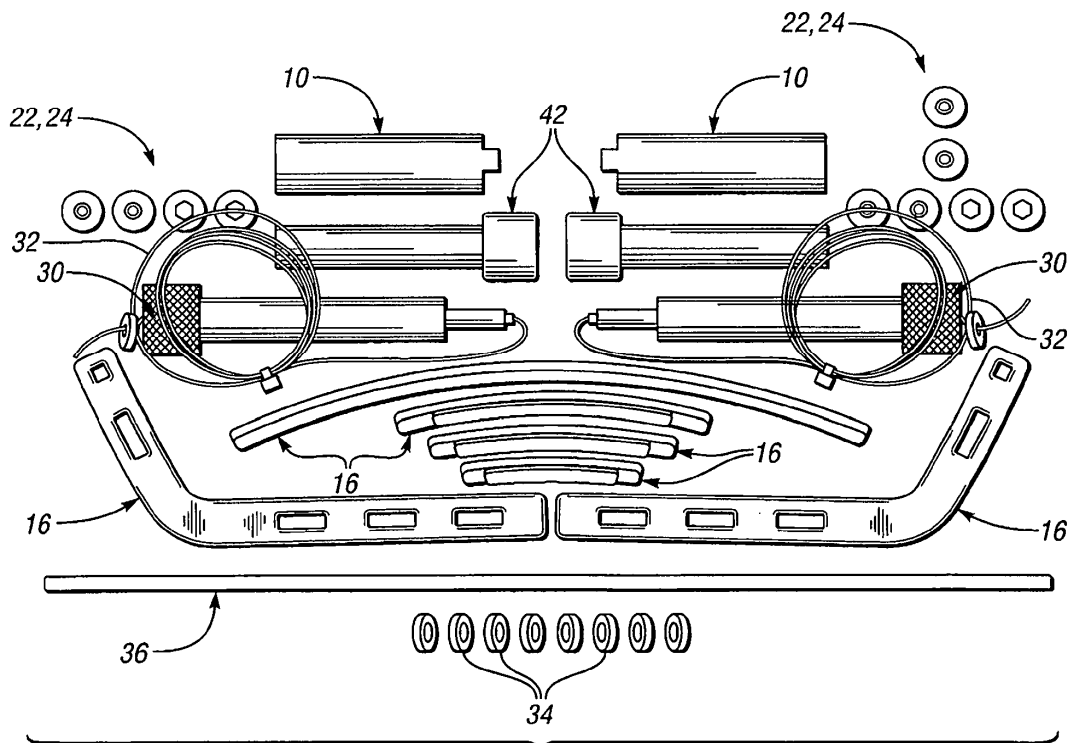


*Fig. 15*

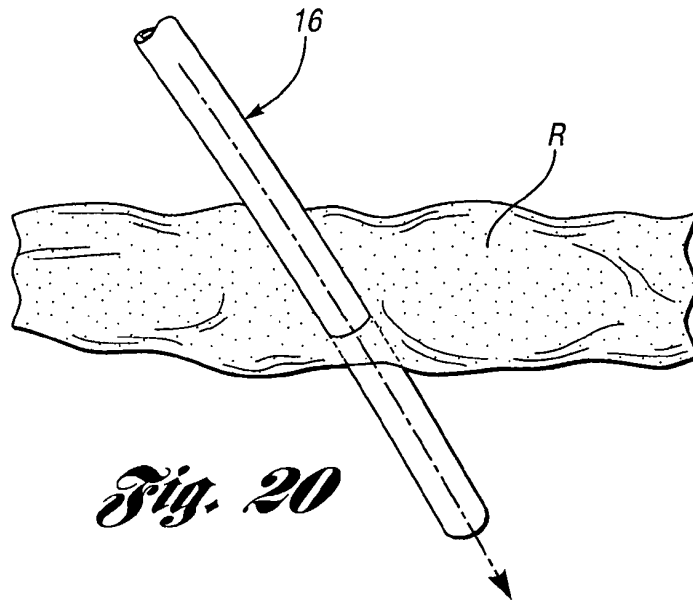




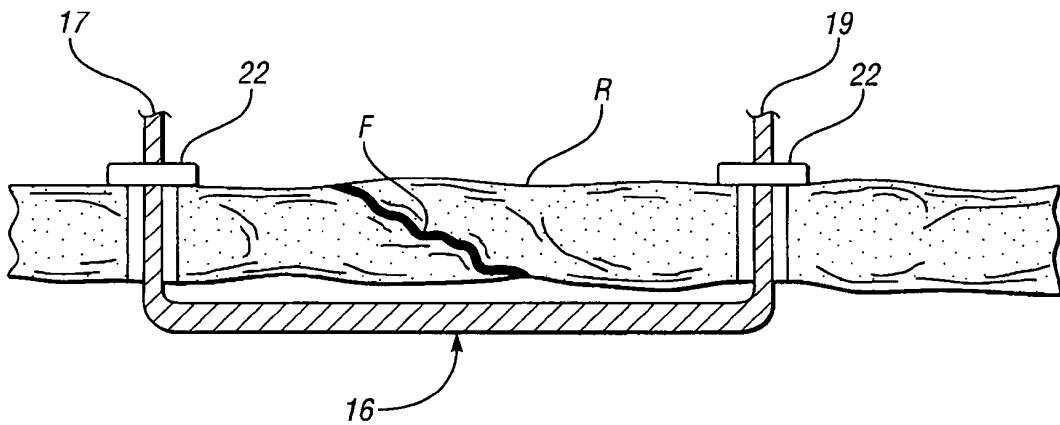
*Fig. 18*



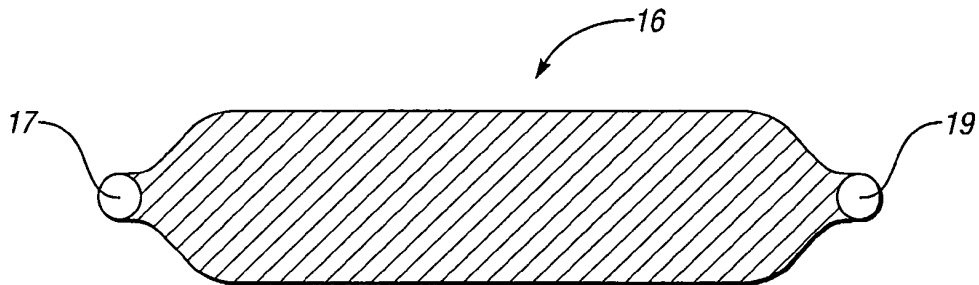
*Fig. 19*



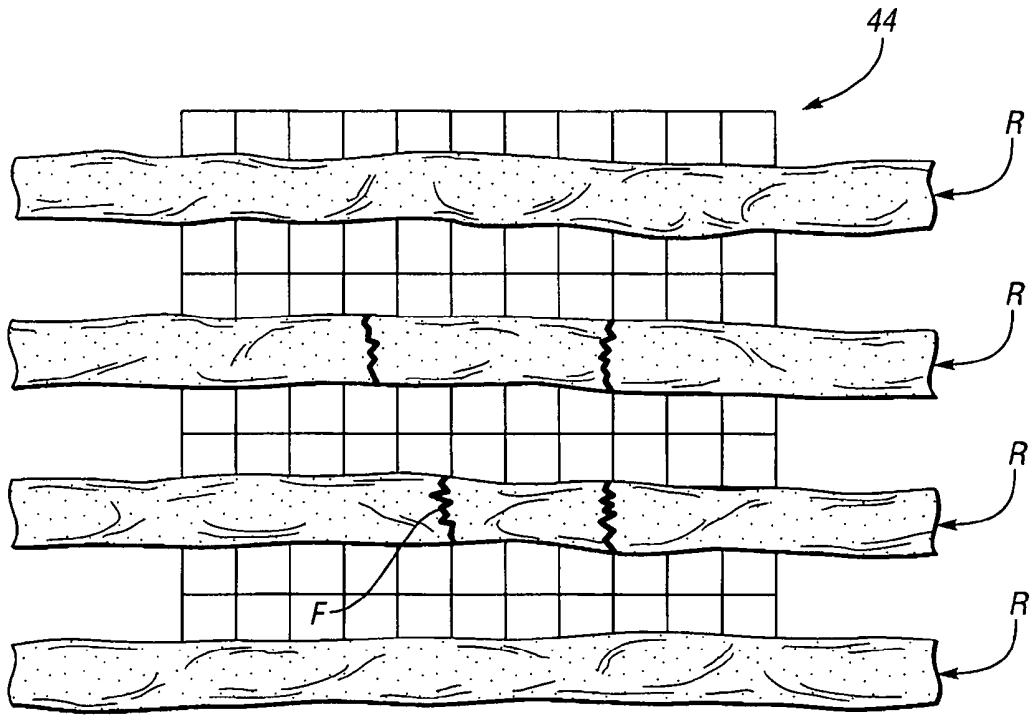
*Fig. 20*



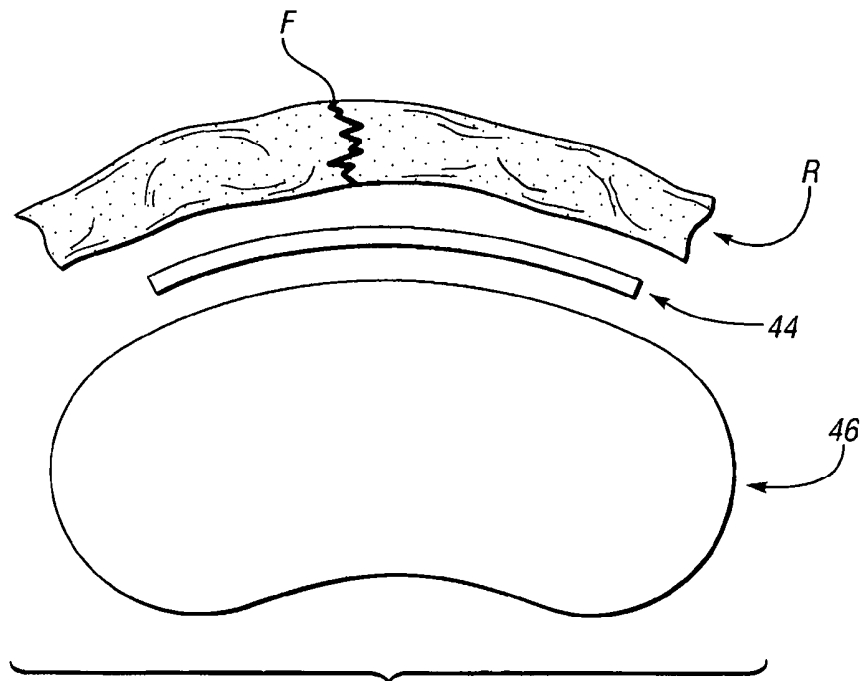
*Fig. 21*



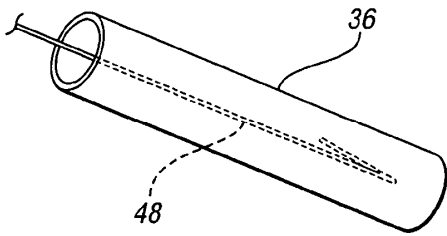
*Fig. 22*



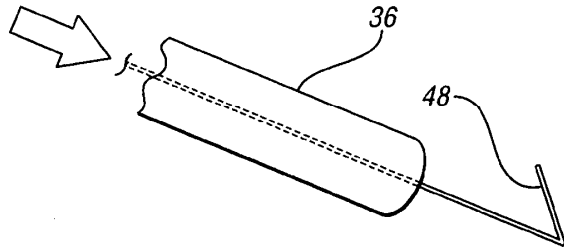
*Fig. 23*



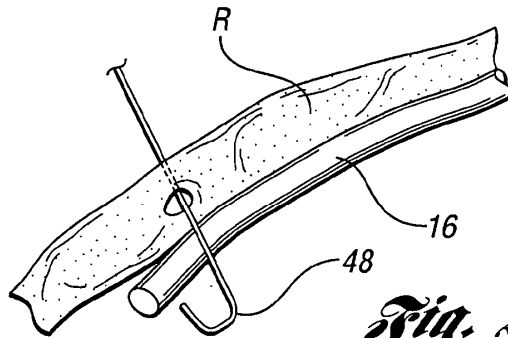
*Fig. 24*



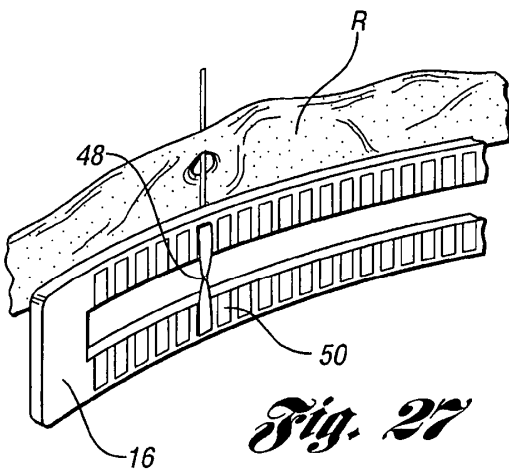
*Fig. 25a*



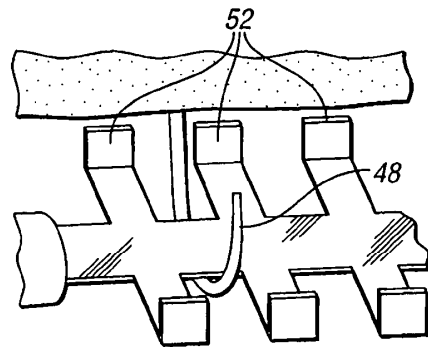
*Fig. 25b*



*Fig. 26*



*Fig. 27*



*Fig. 28*