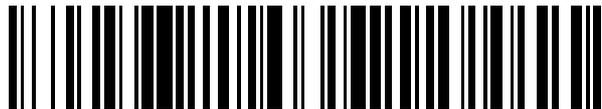


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 676**

51 Int. Cl.:

A61B 17/70 (2006.01)

A61B 17/92 (2006.01)

A61B 34/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2013 PCT/EP2013/002615**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14037093**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2013 E 13766887 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018 EP 2892452**

54 Título: **Sistema para una corrección global tridimensional de las curvaturas de la columna**

30 Prioridad:

04.09.2012 US 201261696656 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.01.2019

73 Titular/es:

**SANPERA TRIGUEROS, IGNACIO (33.3%)
Av. Joan Miró 149, 1° A
07015 Palma de Mallorca, Illes Balears, ES;
BURGOS FLORES, JESÚS (33.3%) y
HEVIA SIERRA, EDUARDO (33.3%)**

72 Inventor/es:

**SANPERA TRIGUEROS, IGNACIO;
BURGOS FLORES, JESÚS y
HEVIA SIERRA, EDUARDO**

74 Agente/Representante:

DIÉGUEZ GARBAYO, Pedro

ES 2 696 676 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 para una corrección global tridimensional de las curvaturas de la columna

Campo de la invención

5 La presente invención proporciona una corrección tridimensional de las curvaturas de la columna incluyendo la escoliosis pero no limitado a ella, usando un par de tornillos pediculares colocados en cada uno de las vértebras la porción de la columna a ser corregido, en combinación con la utilización de unos elementos extensores o prolongadores, fijados temporalmente por una porción proximal y asociados con el uso de barras correctoras colocadas sobre dichos extensores alineadores, corriendo a lo largo de un plano transversal, dichas barras correctoras constituyéndose en implantes.

10 La aplicación también propone un método para implementar el sistema

15 La columna es un sistema complejo de huesos y tejido conectivo que da soporte al cuerpo humano y protege a la medula espinal y a los nervios. La columna del adulto comprende 33 cuerpos vertebrales pero el sacro y cóccix están fusionados de manera que de hecho solo existen 24 cuerpos vertebrales, que se subdividen en tres áreas incluyendo; 7 cervicales, 12 vértebras torácicas y cinco lumbares. Entre cada cuerpo vertebral existe un disco intervertebral que actúa como cojín y amortigua las fuerzas transicionales y rotacionales que ocurren en la columna vertebral

20 Existen varios trastornos, enfermedades y tipos de lesiones que la columna puede sufrir a lo largo de la vida. Estos problemas incluyen, pero no están limitados a la escoliosis, cifosis, hiperlordosis, espondilolistesis, hernias discales y enfermedades degenerativas del disco, fracturas vertebrales y tumores. Las personas que sufren de cualquiera de las condiciones anteriores típicamente experimentan dolor extremo o debilitante y puede en ocasiones disminuir su capacidad nerviosa.

Antecedentes en la invención

25 Una de las soluciones más comunes a cualquiera de las condiciones señaladas más arriba consiste en una intervención quirúrgica conocida como fusión vertebral. Una fusión espinal implica fusionar dos o mas cuerpos vertebrales para eliminar el movimiento a nivel del disco intervertebral y las articulaciones. Para conseguirlo, fragmentos de hueso natural o sintético se colocan entre las diferentes vertebrales y frecuentemente se añade un material de instrumentación entre las diferentes vertebrales afectas para evitar el movimiento y de esta manera facilitar la fusión. De este modo se consigue que vertebrales patológicas estén conectadas a las vertebrales sanas adyacentes para estabilizar la columna hasta que el nuevo hueso crezca y la fusión aparezca.

30 El instrumental mecánico utilizado para inmovilizar la columna vertebral típicamente implica una serie de tornillos óseos y una barras o placas metálicas. Cuando la cirugía se realiza por vía posterior, la practica más común es colocar los tornillos óseos dentro de los cuerpos vertebrales y conectarlos mediante una barra metálica (normalmente de Titanio o cromo-cobalto o una aleación de acero) creando de esta manera una estructura rígida entre los cuerpos vertebrales adyacentes.

35 Los sistemas actuales realizan una corrección segmentaria de las curvaturas de la columna, inmovilizan un grupo de vertebral de la zona central deformada, independientemente del hecho, bien conocido, de que la deformidad escoliótica es una deformidad rotacional con máxima rotación vertebral en la zona central de la curva y que está deformidad disminuye progresivamente al dirigirnos a los extremos de la curva (periferia) de manera que la corrección requerida en cada vertebra en la zona de deformidad es diferente y las fuerzas correctivas necesarias a cada nivel son variadas.

40 Múltiples maneras han sido descritas en este campo que son seguidamente detalladas:

45 Un sistema de estabilización espinal diseñado para realizar cirugía de columna aparece expuesto en EP2366349, US 7563264 y US 7491218, donde un sistema de fijación al hueso con un collarín que permite angulación del sistema ensamblado al hueso en relación con el collarín, en un rango de movimiento cónico. US7914558 y US7691132 muestran un sistema similar para insertar un sistema de estabilización espinal en la columna humana.

US8147524 se refiere a un método para reducir la deformidad de columna donde un par de anclajes óseos se colocan en cada vertebra de la sección de la columna lesionada y estos anclajes se interconectados mediante un miembro de enlace al cual una barra de corrección metálica, como se ha explicado anteriormente, se une.

50 US2011/0319938 muestra un sistema de corrección de deformidad coplanar, que implica la unión de un grupo de elementos de anclajes óseos, incluyendo un elemento de anclaje óseo, un receptor montado sobre dichos anclajes

óseos y una zona de ensillado dentro del receptor, un espaciador dentro del receptor y una estructura de ensamblaje.

5 US 8221474 revela un método para colocar un sistema para corregir la alineación de la columna vertebral del paciente usando una manivela de derotación unida transversalmente entre el primer y el segundo elemento de anclaje del implante que está unido a la vertebra.

FR 2971698 muestra un sistema para la corrección de las deformidades de la columna que incluye un tornillo pedicular diseñado para ser conectado a una barra doblada implantable, las barras están diseñadas para ser colocadas a través de los diferentes elementos tubulares para alinear de la manera correspondiente a la corrección de la espalda, mediante traslación, rotación y balanceo de las vertebra.

10 US 8221426 muestra un sistema de alineación espinal que comprende una pluralidad de sistemas de unión de pedículos incluyendo unos postes pediculares y un adaptador para unir los postes pediculares y un mango para unir al adaptador.

El sistema de esta invención aplica la corrección mecánica que específicamente requiere cada vertebra.

15 EP 1774919 se refiere a un Sistema de anclaje óseo que muestra unos sistemas de anclaje para un sistema de alineación donde los movimientos de los elementos de anclaje antes de bloquearlos están limitados a un plano simple mediante el diseño de un encaje entre la cabeza y el elemento de anclaje determinado por la forma y un encaje a presión.

20 Un sistema de corrección tridimensional de las curvaturas de la espalda con las características definidas en el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido desde WO 2011/127065 A1. El sistema citado usa para la corrección de la deformidad espinal tornillos pediculares con elementos extensores, de esta manera aumenta el brazo de palanca para introducir fuerzas de corrección a ambos lados de la columna, pero todos los sistemas aplican la misma metodología a ambos lados de la columna y esto a pesar de que la convexidad y la concavidad de la columna tienen deformidades opuestas. La convexidad de la escoliosis tiene un perímetro posterior aumentado (la longitud entre los elementos posteriores está aumentada) y presenta una cifosis relativa, mientras que en el lado cóncavo el perímetro posterior esta acortado y además es lordótica. De todo ello, se deduce que las diferentes deformidades requerirán maniobras correctoras diferentes y este es el principio en que está basado el presente invento y que no ha sido aplicado con anterioridad,

25 De acuerdo con los inventores no existe actualmente ningún sistema que realice calculo preoperatorio de la corrección a obtener para cada uno de los pacientes afectos de escoliosis.

30 Resumen de la invención

35 La invención es definida en la reivindicación 1 mientras que las presentaciones preferidas están señaladas en las reivindicaciones dependientes. Los métodos asociados son descritos aquí también, para ayudar a entender el invento. Estos métodos no forman parte de las reivindicaciones del invento. El sistema que aquí se propone permite un cálculo sistemático de la corrección aplicar en cada uno de los lados de la columna deformada. Es decir, la corrección que se aplica a cada nivel de la deformidad espinal puede ser seleccionado preoperatoriamente y aplicado postoperatoriamente. Con este sistema la corrección será predecible, medible y calculada preoperatoriamente. De esta manera se acortan los tiempos quirúrgicos y se mejoran los resultados obtenidos con los beneficios obvios para el paciente.

40 El sistema de esta invención también usa tornillos pediculares diferentes en la convexidad y la concavidad de la curvatura de la columna, estos términos se usan con relación a la Fig. 1 de los diseños, por dos razones: para adaptarse a los requerimientos de las diferentes fuerzas correctoras en uno y otro lado de la espalda y para evitar ciertos estreses mecánicos que pueden ser peligrosos en cada uno de los lados. Así los tornillos de fijación ósea dan movimiento a los elementos extensores (conectados a la cabeza del tornillo) en un solo plano, permitiendo la corrección de la convexidad, esto es dando solo movimiento céfalo caudal (permitiendo movimientos en el eje sagital) y permite una corrección preferencial en el plano transversal ya que las fuerzas correctoras son aplicadas en el eje lateral siguiendo los tornillos la barra de reducción, ya que es el único grado de libertad posible. Además, este tipo de conexión de la cabeza del tornillo al elemento extensor es el más adecuado teniendo en cuenta que los estreses biomecánicos en la convexidad hacen menos posible el arrancamiento de los tornillos en comparación con la concavidad. Los tornillos utilizados en el lado cóncavo de la curvatura permiten también el movimiento de los elementos extensores (conectados a la cabeza del tornillo) en un solo plano, permitiendo movimiento latero-medial (eje transversal) y reducen los estreses tangenciales de la columna, que siguen el eje del tornillo y son perpendiculares a la columna, y que son peligrosos en este lado de la columna, aumentando la corrección de la

deformidad en lordosis, que es una prioridad a este nivel. De hecho, los estreses tangenciales son peligrosos en ambos lados de la columna, pero la naturaleza de la corrección aplicada, que es preferencialmente en el plano sagital en el lado cóncavo, aumenta la intensidad de dichas fuerzas. Al dar cifosis (corregir la lordosis) también alargamos la distancia entre los elementos posteriores, y los movimientos en el plano transversal en el lado convexo juntamente con el desplazamiento sagital en el lado sagital resultará necesariamente en un cambio en el plano axial y de esta manera obtendremos una corrección tridimensional. Una vez que se ha obtenido la corrección, la propia barra implantada bloquea los posibles movimientos de la cabeza del tornillo con respecto al tornillo pedicular. Es decir, al apretar la barra contra la cabeza, se bloquea el sistema de movimiento, y de esta manera se mantiene la corrección obtenida. Al corregir el plano transversal en la convexidad y el sagital en la concavidad resulta necesariamente en una modificación en el plano axial y de resulta en una corrección tridimensional de la columna.

Se pueden usar tornillos con una extensión de las pestañas para facilitar el anclaje de la barra reducción. Este tipo de tornillos han sido usados previamente para la corrección de la escoliosis pero nunca se han utilizado tornillo uniaxiales diferenciados (dando movimiento en un solo plano) en la convexidad y concavidad. Diferentes tipos de tornillos con pestañas cortas pueden también utilizarse.

El sistema presenta dos métodos y en consecuencia dos sistemas de corrección diferente dentro de la misma instrumentación, una para corregir la deformidad de la escoliosis que aparecen en el lado convexo, y que producen principalmente corrección en el plano transversal y lordosis, y otro para corregir la deformidad de la concavidad y que produce básicamente cifosis y que completa la derrotación que no se ha obtenido inicialmente en la zona de la convexidad. Los elementos extensores que se utilizan a cada lado de la columna son también diferentes a cada lado de la curva, ya que su acción biomecánica es distinta. Los elementos extensores de la convexidad están diseñados para moverse solo en un plano único sagital y corregir principalmente la deformidad vertebral en el plano transversal, las maniobras de corrección son hipocifóticas y tienden a alargar el perímetro posterior, pero no aplanan la espalda, ya que la barra de reducción esta moldada con cierta cifosis. Como quiera que la espalda en la convexidad estaba hipercifótica y estaba alargada (en relación a la concavidad), las maniobras de reducción que producen hipocifosis y acortamiento, resultaran en una corrección principalmente de la traslación vertebral y en una corrección parcial de la rotación vertebral. Estos elementos extensores presentan unas fundas de impactación coaxiales adicionales que empujan la barra de la convexidad que debe ser implantada por impactación, un gesto que es intrínsecamente lordosante, y que corregirá la hipercifosis existente (en relación con el lado cóncavo), además este mecanismo de descenso de la barra de reducción evita las fuerzas de arrancamiento que actúan sobre los tornillos durante estos gestos.

Los elementos extensores en la concavidad son pivotables en un plano transversal perpendicular al plano sagital, para permitir que la corrección de la concavidad de la espalda deformada ocurra principalmente en el plano sagital.

Se han diseñado unos espaciadores que se colocan sobre los extremos distales de los elementos extensores de la concavidad y cuya misión es mantener la cifosis mientras al mismo tiempo ayudan a evitar o al menos disminuir las fuerzas de arrancamiento de los tornillos de la concavidad. La barra a implantar se desciende lenta, progresiva y suavemente, mediante el deslizamiento de un sistema de par consistente en el roscado a los elementos extensores de un anillo coaxial, como se explica más tarde con más detalle, que provoca que se transmitan las fuerzas correctoras hacia los tornillos. El movimiento preferencial de los tornillos en el plano transversal también ayuda a proteger los tornillos contra las fuerzas de arrancamiento, que aumentan cuando la barra es progresivamente descendida. La corrección preferencial en el plano transversal en la convexidad y en el sagital en la concavidad resulta en la corrección de la rotación vertebral existente. La longitud de estos espaciadores cifosiantes se determina preoperatoriamente dependiendo de la magnitud total de la curva, la rotación y el grado de cifosis que se determina en la corrección preoperatoria. Estos espaciadores pueden variar en longitud, durante el descenso de la barra, mediante un mecanismo de telescopaje. Como estos espaciadores son determinados preoperatoriamente se adaptan perfectamente a la corrección requerida a cada nivel de la zona cóncava de la curva.

Una descripción básica de la invención se presenta a continuación complementada por una descripción acompañada con múltiples dibujos.

Este invento muestra un sistema para la corrección global tridimensional de las curvaturas de la columna, mediante la cuál en una pluralidad de vertebras de la sección de la columna a corregir, comprende:

Un primer elemento de fijación al hueso que va anclado a la vertebra; un segundo elemento de anclaje al hueso diseñado para ser fijado dentro de esta misma vertebra,

ambos primer y segundo elemento de anclaje óseo tiene una parte axial para inserción dentro de la vértebra y una cabeza.

ES 2 696 676 T3

esta cabeza de estos primer y segundo elemento de anclaje óseo, tienen conectada de una manera pivotante a ellos una parte receptora primera y una parte receptora segunda respectivamente, a la cuál un primer y un segundo elemento extensor respectivamente, se conectan temporalmente, a través de su porción proximal, extendiéndose a lo largo del eje longitudinal del elemento de anclaje óseo.

5 cada parte receptora define un receptáculo:

10 el mencionado primer elemento extensor unido a el primer elemento de anclaje óseo, incluye una primera hendidura transversal que permite la inserción a través de ella, para cada uno de los primeros elementos extensores de una pluralidad de vértebras, de una sección de la columna que se va a corregir, de una primera barra correctora, dicha primera hendidura longitudinal conecta con este primer receptáculo y permite el desplazamiento de la mencionada primera barra de corrección desde la parte más alta de la hendidura hasta el fondo, donde alcanza el receptáculo de la parte receptora mencionada, para ser implantada allí y reducir la deformidad de la columna.

15 el mencionado segundo elemento extensor unido a el segundo elemento de anclaje óseo, incluye una segunda hendidura transversal que permite la inserción a través de ella, para cada uno de los primeros elementos extensores de una pluralidad de vértebras, de una sección de la columna que se va a corregir, de una segunda barra correctora, dicha segunda hendidura longitudinal que conecta con este segundo receptáculo y que permite el desplazamiento de la mencionada primera barra de corrección desde la parte más alta de la hendidura hasta el fondo, hasta alcanzar el receptáculo de la parte receptora mencionada, para ser implantada allí y reducir la deformidad de la columna.

20 Caracterizada por:

Esta primera parte receptora conectada a la mencionada cabeza del primer elemento de anclaje óseo pivota solo en un único plano sagital, por medio del encaje de esta primera barra correctora en este receptáculo de la parte receptora:

25 Esta segunda parte receptora conectada a la mencionada cabeza del segundo elemento de anclaje óseo pivota solo en un único plano transversal perpendicular al mencionado plano sagital, para permitir que la corrección de la concavidad, en esta porción de la espalda deformada, ocurra principalmente en el plano sagital ya que el elemento de anclaje óseo sigue dicha barra correctora segunda, y el mencionado elemento extensor es retirado una vez las barras de corrección han sido implantadas.

30 De manera que ocurre un cambio en la rotación vertebral, produciéndose una corrección de la deformidad axial vertebral y consecuentemente una corrección tridimensional de la deformidad de la columna

La parte receptora comprende un par de pestañas largas o cortas que están enfrentadas una a la otra definiendo entre ello un receptáculo. En un montaje alternativo los elementos extensores son sustituidos por elongación de las pestañas que delimitan el receptáculo.

35 De acuerdo con este montaje, los elementos extensores unidos al mencionado primer elemento de anclaje óseo incluyen, cerca de su extremo distal, un elemento de retención con un pasaje para la inserción, a través de él de una barra de recentrado, que se extiende a través del plano transversal que comprende los extremos distales de dichos elementos extensores, para mantener de manera temporal la alineación de estos elementos en relación al primer plano transversal, y que se coloca previo a la inserción de la primera barra de reducción. La barra de recentrado se retira al final, una vez la primera barra de reducción ha sido implantada en la cabeza del tornillo.

40 Los elementos extensores son elementos tubulares de alineación con una hendidura transversal con una porción de dicho elemento tubular definiendo la hendidura, están articulados pivotando de manera que un extremo de la parte más baja del elemento tubular, sea móvil y de esta manera que pueda engarzarse a las pestañas planas de la parte receptora mediante un enlace temporal entre ambos extremos.

45 En este montaje los extremos proximales de estos elementos tubulares de alineación tienen una lengüeta interna y dichas pestañas planas tiene una apertura para recibir la inserción de dicha lengüeta, obteniéndose de esta manera el anclaje.

En el caso de los elementos extensores unidos al mencionado primer elemento de anclaje óseo (para corrección de la convexidad), lleva una funda tubular con una fisura longitudinal que rodea al elemento extensor y actúa como un elemento de impactación para el desplazamiento de la denominada primera barra correctora hacia su posición de

implante definitivo dentro del mencionado receptáculo, adyacente a la denominada cabeza del primer elemento de anclaje óseo.

5 Por otro lado los elementos extensores unidos a los denominados segundos elementos de anclaje óseo (zona de concavidad) son tubulares y tiene una superficie externa roscada y un anillo coaxial con rosca en su parte interna que va unido a estos elementos extensores dispuesto para empujar y desplazar la denominada segunda barra correctora, mediante el roscado sobre dicho elemento tubular hasta conseguir el contacto de la barra con la cabeza de este segundo elemento de anclaje óseo, donde permanecerá anclada.

10 Además, espaciadores que se alargan telescópicamente se unen a los extremos distales de estos elementos extensores unidos a los segundos elementos de anclaje óseo (concavidad), cooperando en la alineación de estos elementos extensores durante el desplazamiento de la mencionada segunda barra correctora.

Una característica de esta invención es que la primera y segunda barra correctora son manufacturadas con una curvatura predeterminada, en base a los estudios radiológicos preoperatorios, de manera que obtengamos una corrección final de acuerdo con la corrección planificada previamente.

15 En relación a los elementos de anclaje óseo tienen una parte axial para inserción dentro de la vertebra y una mencionada cabeza que tiene dos secciones, enfrentadas la una a la otra y que son esféricas en su superficie exterior y entre estas superficies esféricas opuestas de la cabeza, comprende dos superficies que se enfrentan la una a la otra y dentro de ellas la mencionada parte recipiente que contiene un receptáculo con dos superficies cóncavas esféricas opuestas la una a la otra y dos superficies de forma opuesta, de manera que dependiendo de la posición de la cabeza del elemento de anclaje óseo un movimiento de pivote en un único plano entre el elemento de recepción y la cabeza es posible, este plano único seleccionado es en un plano sagital para el primer elemento de anclaje óseo y en un plano transversal para el segundo elemento de anclaje óseo. El resto de las superficies de la mencionada cabeza son planas de manera que evitan el movimiento en otras direcciones.

20 En uno de los métodos de la invención estas dos superficies de forma directamente opuesta en la cabeza del primer y segundo elemento de anclaje óseo tienen forma cilíndrica, con el eje del cilindro siendo perpendicular al eje longitudinal de la mencionada parte axial del elemento de anclaje al hueso y se extiende a través del centro de la cabeza y donde dicho receptáculo de dicha parte recipiente tiene dos partes cilíndricas opuestas.

25 Como se ha indicado anteriormente espaciadores que se alargan telescópicamente, se unen al extremo distal de los denominados elementos extensores que van unidos a los segundos elementos de anclaje óseo, cooperando en la alineación de los mencionados elementos tubulares durante el deslizamiento de la segunda barra correctora. De esta manera el enroscado del denominado anillo de rosca interna que tiene cada estructura tubular temporal unida al denominado segundo elemento de anclaje óseo, permite la fijación del elemento de fijación en la cabeza del denominado segundo elemento de anclaje óseo, previamente al descenso de este segundo elemento de reducción los elementos extensores que van unidos al denominado primer elemento de anclaje óseo son retirados.

30 De esta manera, en la corrección de la concavidad, las fuerzas de arrancamiento en tracción que se aplican a los tornillos pediculares durante el descenso de la segunda barra de corrección que se va a implantar son mucho más pequeñas, por dos mecanismos, como las fuerzas de arrancamiento de los tornillos son tangenciales a la columna (siguen el eje del tornillo), al iniciar el descenso de la barra desde la zona medial, lejos de la dirección de las fuerzas de arrancamiento hace el movimiento más seguro. Además, la colocación de los espaciadores al final de los elementos extensores produce una divergencia de los extensores que se alejan del plano de las fuerzas tangenciales que debilitan el montaje. Los espaciadores están diseñados para abrirse o cerrarse progresivamente (este es el motivo de su diseño telescópico) conforme la barra desciende, evitando que se creen fuerzas divergentes excesivas. Así de esta manera la barra se consigue descender hasta su posición final evitando estas fuerzas peligrosas.

35 La forma final de las barras que van a ser implantadas para corregir la convexidad y la concavidad es calculado preoperatoriamente usando una metodología diseñada por los inventores y que se explicará más adelante.

40 La primera barra de corrección, para corrección de la convexidad es la que se introduce primero (acercándola a la cabeza de los tornillos pediculares de la zona convexa) y, una vez situada en su posición final, los tapones de bloqueo se colocan sin apretar en la cabeza de los tornillos, excepto los dos mas cefálicos (para evitar la rotación de la barra). El racional de dicha maniobra es la de permitir cierto movimiento de los tornillos a través de la primera barra de reducción (primer elemento de reducción), y de esta manera que las vértebras sean capaces de rotar a través de esta barra, cuando realizamos las fuerzas de corrección en la concavidad. Si no, la corrección de la concavidad (la hipocifosis y acortamiento) serían imposibles ya que la barra de la convexidad se resistiría a cualquier movimiento adicional.

50

La barra de corrección de la deformación de la concavidad está moldeada para permitir la corrección de la lordosis y la rotación remanente en ese nivel. Como la segunda barra está moldeada en hipercifosis, la cifosis de la barra será mayor en la zona de mayor rotación, de manera que cuando mayor sea la rotación, más lejos estará la barra de la cabeza del tornillo, y mayor será la derrotación aplicada a ese nivel al descender la segunda barra de reducción.

- 5 El sistema propuesto de cálculo preoperatorio de la forma de las barras de corrección (primer y segundo elementos de corrección) que se van a implantar, permite que podamos elegir entre una corrección parcial o completa de la deformidad escoliótica, de una manera predeterminada y predecible, cosa que los sistemas actuales no permiten. Este es el primer sistema que establece una metódica ordenada de corrección de escoliosis, considerando de una manera independiente la convexidad y la concavidad y aplicando una metódica específica para cada nivel de instrumentación de manera que los resultados planificados preoperatoriamente por el cirujano puedan ser alcanzados.

El sistema de esta intervención permite realizar de manera realista la cirugía mínimamente invasiva para escoliosis, permitiendo la corrección sin necesidad de moldeo "in situ" de las barras de corrección.

- 15 Esta aplicación también estandariza un método para la corrección tridimensional de las curvaturas de la columna, por el qué por cada una de una pluralidad de vértebras de una sección de la columna que se ha de corregir, comprende:

Anclado a una vertebra de la sección de la columna que se ha de corregir un primer y un segundo elemento de anclaje que poseen una parte axial de anclaje para introducción en la vertebra y una cabeza con una parte recipiente que esta conectada a manera de un pivote, esta parte recipiente conforma un receptáculo;

- 20 a esta parte receptora del denominado primer elemento de anclaje se le coloca un elemento extensor que incluye una hendidura longitudinal transversal conectando con el receptáculo;

- 25 Se inserta una barra de reducción o recentrado, a través del pasaje del miembro de retención que se halla en la parte distal de los denominados elementos extensores, esta barra de recentrado que se dirige en el plano transversal incluye los extremos distales de estos elementos extensores y mantiene de manera temporal estas partes distales en alineación con respecto al primer eje transversal

Se inserta la primera barra de reducción a través de la hendidura transversal longitudinal en una pluralidad de estos denominados elementos extensores y se desciende la denominada primera barra de reducción desde la parte más alta de estos elementos extensores, hacia el receptáculo de los elementos de anclaje, para quedar implantada y reducir la deformidad de la columna;

- 30 Se retira la denominada barra de recentrado y se coloca al denominado segundo elemento de anclaje, un elemento extensor que incluye una hendidura longitudinal transversal que conecta con el receptáculo;

- 35 Se inserta una segunda barra de corrección a través de dicha hendidura longitudinal transversal, en una pluralidad de elementos extensores y se desciende la segunda barra de corrección desde la parte más alta del extensor, hacia el receptáculo del elemento de anclaje, para ser implantada allí y reducir la deformidad espinal, y se retiran los elementos extensores una vez las barras de corrección han sido implantadas

- 40 Donde la parte receptora conectada a la denominada cabeza del denominado primer elemento de anclaje óseo es pivotante en un único plano sagital que permite la corrección principalmente en el plano transversal de la convexidad de la columna, mediante la colocación de la primera barra correctora dentro de los denominados receptáculos y donde la parte receptora conectada a la denominada cabeza del denominado segundo elemento de anclaje óseo es pivotante en un único plano transversal al denominado plano sagital, permitiendo la corrección principalmente en el plano sagital ya que los elementos de anclaje óseo siguen la mencionada segunda barra correctora. La corrección de la translación en el plano transversal y sagital resulta además en la corrección de la deformidad rotacional de la columna.

Breve descripción de los dibujos.

- 45 **Figura 1:** Es una imagen correspondiente a la radiografía en una visión frontal de un paciente con escoliosis en la que se han indicado la concavidad y convexidad de la columna vertebral deformada.
Figura 2: Es la radiografía del mismo paciente en proyección lateral.
Figura 3: Es una vista axial esquemática de una vértebra normal.
Figura 4: Es una vista axial esquemática de una vértebra afectada por escoliosis en la que se han indicado la convexidad y concavidad.

Figura 5: Se ilustra el anclaje a la vértebra de los tornillos pediculares de la vertebra representada en la Figura 4. Los tornillos de la convexidad se presentan con dos pestañas de recepción de la barra conectora y estas extensiones son móviles solo en el plano sagital, mientras que las prolongaciones de los tornillos de la concavidad solo son móviles en el plano transversal, perpendicular al plano sagital anterior. Estos tornillos pediculares, situados en el lado izquierdo del dibujo, permiten la corrección de la parte cóncava de la deformidad vertebral.

La **figura 6** se presenta un paso adicional para ensamblar los elementos extensores del sistema que se propone, mostrando un elemento extensor o elemento de alineación construido de acuerdo con la invención, unido a la parte receptora conectada de manera pivotante a la cabeza del tornillo pedicular para la corrección de la convexidad. En esta figura también se visualizan la barra de de recentrado insertada en el pasaje de retención de dicho extensor y la primera barra correctora, barra de reducción, colocada en la ranura de longitud transversal.

La **figura 7** es equivalente a la figura anterior, pero con la funda bajada y con la primera barra correctora cerca de la cabeza del tornillo del pedículo, pero aún sin unir a ella y con la barra de recentrado extraída.

En la **figura 8** se muestra colocado un elemento extensor del tornillo pedicular de la concavidad en sección transversal, que es de una estructura diferente al de la convexidad, que se conecta de forma pivotante a la cabeza de un tornillo pedicular para corregir la concavidad.

Figura 9: Ilustra la bajada de un anillo que empuja la segunda barra correctora a su posición final para fijarla a la cabeza del segundo tornillo pedicular, como se detalla anteriormente.

Figura 10: Muestra en una vista esquemática la corrección final de la deformidad de la columna vertebral con las dos barras de la convexidad y concavidad unidas a los tornillos pediculares de ambos lados. La compresión de la barra contra el mecanismo pivotante bloquea el sistema evitando cualquier movimiento adicional de la cabeza en relación con el tornillo pedicular.

La **figura 11** es un dibujo que presenta todos los tornillos pediculares de la convexidad con las pestañas de los tornillos, destinados a la corrección del lado de la convexidad de la curvatura de la columna vertebral.

Figura. 11a: Es una sección frontal de un tornillo pedicular de la convexidad presentados en la Fig. 11, que muestra la ausencia de movilidad de estos tornillos de la convexidad en el plano transversal de la parte receptora de la barra, que esta conectada de manera pivotante a la cabeza del tornillo pedicular.

Figura 11b: Ilustra la posibilidad de movimiento solo plano sagital, cráneo-caudal, de la parte receptora de la barra de este tornillo pedicular de la convexidad.

La **Figura 12** es un dibujo que presenta colocados los tornillos pediculares con sus partes receptoras de las barras, destinadas a la corrección del lado de la concavidad de la curvatura de la columna vertebral.

La **Figura 12a** ilustra la posibilidad de movimiento de la parte receptora de la barra de estos tornillos pediculares exclusivamente en el plano medial-lateral para corregir la concavidad.

La **Figura 12b** es una sección lateral de un tornillo pedicular de la concavidad que muestra la imposibilidad de movimiento céfalo-caudal de la parte receptora de la barra.

Figura 13: Ilustra la columna vertebral con curvatura escoliótica con todos los tornillos pediculares de la convexidad y concavidad situados, previo a la corrección de la curvatura de la columna.

Las **Figuras 14 y la 15** presentan una columna vertebral con escoliosis que tiene los tornillos pediculares con sus elementos extensores (figura 14), y con la barra de recentrado para la corrección del lado convexo de la columna vertebral. **Figura 16:** Se expone la colocación de la primera barra correctora, que será implantada finalmente en el paciente, colocada a través de la ranura de los elementos extensores parcialmente alineados por la barra de recentrado.

La **Figura 17a** es una vista lateral que ilustra la situación de los tornillos implantados en la columna con sus extensores antes de colocar la barra de centrado. Se hace evidente la cifosis de la columna. La **Figura 17b** se evidencia la situación después de la colocación de la barra de recentrado que produce un aplanamiento de la cifosis y un acortamiento de la longitud de la columna respecto a la que tenía inicialmente.

Las **Figuras 18a y 18b** presentan las maniobras de corrección de la escoliosis que siguen a la expuesta en las figuras 17. Muestran la colocación de la primera barra correctora en una primera posición (figura 18a) y en la segunda posición que es la final (figura 18b) produciéndose un aplanamiento de la cifosis y un importante acortamiento de la longitud de la columna vertebral respecto a la longitud que tenía antes de corregir la deformidad.

La **Figura 19** ilustra la columna vertebral escoliótica, con todos los tornillos pediculares de la concavidad con sus correspondientes elementos extensores para comenzar las maniobras correctoras de la deformidad vertebral.

Figura 20: Se constata en este dibujo la colocación de la barra correctora, que será implantada finalmente en el paciente, y que se coloca a través de la ranura de los elementos extensores de los tornillos para la corrección del lado cóncavo de la columna vertebral.

Figura 21a: En vista lateral se presenta la barra de reducción colocada dentro de los elementos extensores o prolongadores a distancia de su posición final en los tornillos pediculares, evidenciando el aplanamiento y la pérdida de cifosis de este segmento vertebral. **Figura 21b:** En este dibujo se expone la columna vertebral después de la colocación de espaciadores en los extremos de los elementos extensores, que aumentan el perímetro exterior con la barra de reducción aún separada de su posición final.

La **Figura 22** es equivalente a la Figura 21b pero con la finalización de la colocación de los espaciadores en los extremos distales de los extensores, obteniendo un aumento de la cifosis y alargamiento del perímetro posterior vertebral.

Las **Figuras 23a y 23b** ilustran en una vista lateral la colocación de la segunda barra correctora. En la Figura 23a la barra es empujada hacia abajo, y la posición final se expone en la Figura 23b, donde la barra esta fijada a los tornillos y se han extraído los elementos extensores.

En las **Figuras 24a y 24b** se compara en visión lateral la situación de este segmento vertebral antes de la colocación de los espaciadores en la porción distal de los elementos extensores y de la barra de reducción de la concavidad (equivalente a la Fig. 21a), y la situación final con recuperación de la cifosis y el consecuente aumento de la longitud de la parte posterior de la columna.

5 De la **Figura 25a a la 25c** se muestran en una vista frontal y de manera esquemática la orientación de las vértebras durante la implantación de esta invención para la corrección global tridimensional de la curvatura de la columna vertebral. La situación final en la Figura 25c muestra las dos barras correctoras implantadas en el paciente. La barra del lado izquierdo, la de la convexidad (lado izquierdo de la Fig. 25c), es la última en fijarse a los tornillos pediculares correspondientes.

10 **Figura 26:** En una imagen lateral que muestra la estructura de un elemento extensor o prolongador utilizado para la corrección de la convexidad.

La **Figura 27** es una vista en planta desde arriba del elemento tubular de la Figura 26.

La **Figura 28** permite visualizar con detalle la conexión entre el extremo proximal del elemento tubular o extensor de la figura 26 y la parte receptora conectada de manera pivotante a la cabeza del tornillo de cierre.

15 **Figura 29:** Es una sección transversal que ilustra la colocación del manguito o funda destinado a colocar, por impacto, la primera barra para la corrección de la convexidad.

Las **Figuras 30a y 30c** presentan vistas laterales de la funda. La **Figura 30b** es una sección transversal de este manguito.

20 La **Figura 31** es una visión frontal que ilustra la colocación de la funda de impactación sobre el elemento extensor de la figura 26.

Las **Figuras 32a y 32c** permite ver el elemento de extensión o prolongador asociado a la parte receptora del tornillo pedicular para la corrección de la hipocifosis de la concavidad.

En la **Figura 32b** se ilustra una parte del elemento tubular conectado por una articulación que debe separarse para atrapar una sección de dicha parte receptora que se presenta en la **Figura 32c**.

25 La **Figura 32d** permite observar la colocación de un anillo que se rosca sobre la parte externa del elemento tubular para empujar la barra de reducción a su lugar final.

Figura 33: Muestra la articulación de parte del miembro extensor de las Figs. 32a a la 32c.

Las **Figuras 34a y 34b** permiten visualizar los detalles del elemento extensor de las Figuras 32a a 32c y del anillo roscado sobre dicho elemento extensor tubular de los tornillos pediculares.

30 **Figuras 35a y 35b** son otras vistas del elemento extensor tubular con su anillo para el desplazamiento de la barra de reducción.

Las **Figuras de la 36a a la 36d** ilustran una visión de los espaciadores utilizados sobre los extremos distales de los elementos extensores tubulares para la corrección de la concavidad, como se mostro en las Figuras 21b, 22 y 23a.

35 Las **Figuras. 37 y 38** permiten conocer el procedimiento preoperatorio para moldear la barra según la corrección calculada, para conseguir la corrección de la deformidad en cifosis y lordosis del paciente.

Las **Figuras 39 y 40** presentan el procedimiento preoperatorio para calcular la curvatura de la barra a implantar para corregir la escoliosis;

Las **Figuras 41 y 42** muestran algunos procedimientos de calculo para medir las correcciones necesarias durante la operación.

40 Las **Figuras 43a y 43b** permite visualizar los elementos extensores utilizados para la corrección de la convexidad y la situación de la tuerca roscada entre las pestañas enfrentadas entre sí que permita el descenso de la primera barra correctora.

Las **Figuras 44a y 44b** ilustra los elementos extensores utilizados para la corrección de la concavidad y las pestañas enfrentadas entre sí permiten el alojamiento entre ellas de la segunda barra correctora.

45 La **Figura 45** presenta un elemento extensor utilizado para corregir la concavidad de la escoliosis con la segunda barra correctora y medios para empujarla hacia la implantación.

Descripción detallada de los dibujos

50 La Figura 5 ilustra el principio de esta invención, es decir, el uso de tornillos pediculares (Figuras 10 y 11). Como se detalla mejor en las Figuras 11a y 11b, la parte receptora (Figura 12), unida al tornillo pedicular (Figura 10) pivota en un solo plano sagital para permitir una corrección que se produce principalmente en el plano transversal. Este movimiento de giro difiere del movimiento de giro del tornillo pedicular de la concavidad (ver Figuras 12a y 12b) donde la parte receptora es pivotante en un plano transversal perpendicular al plano sagital de los tornillos de la convexidad, para permitir una corrección de la concavidad de la parte del la columna deformada, dicha corrección se produce principalmente en un plano sagital.

60 Los tornillos pediculares de la Figura 5 comprenden un eje roscado (Figuras 10 y 11) y una cabeza (Figuras 10a y 11a). Como puede verse en las Figuras 5 a 10, dicha cabeza 10a y 11a tiene dos secciones que están situadas una frente a la otra y que tienen una superficie esférica más externa y se enfrentan a dichas dos superficies esféricas opuestas de la cabeza. Asi se definen dos superficies conformadas directamente opuestas. La parte de recepción 12 tiene un receptáculo 12a con dos partes cóncavas esféricas opuestas y dos partes de forma opuesta, de modo que, dependiendo de la posición de la cabeza del elemento de anclaje óseo, un movimiento de giro en un solo plano del miembro receptor 12 sobre la cabeza 10a y 11a, permite seleccionar el plano de movimiento. Los elementos de anclaje óseo, con movimientos en un solo plano permiten la corrección en un plano transversal y sagital, y de esta manera la corrección de la deformidad según se ha descrito.

Mientras que los tornillos pediculares 10, 11 de la Fig. 5, con 10a, 11a, y la parte de recepción 12, 50 conectados de manera pivotante, permitiendo el giro en un solo plano son ya conocidos en el estado de conocimiento, las descripciones anteriores nunca han descrito, la utilización de estos dos tipos como propone esta invención, en asociación con elementos extensores de una estructura diferente para corregir, ambas partes de la curvatura de la columna vertebral; convexidad y concavidad, (refiriéndose a la Fig. 1 y las Figs. 11a, 11b y 12a, 12b para entender las diferentes áreas citadas).

La parte de recepción 12 tiene de preferencia, pero no limitada a un par de pestañas planas alargadas 12a y 12b enfrentadas entre sí, donde la porción proximal de los elementos extensores se afianza. La parte de recepción también incluye una parte 12c que presiona en la cabeza 11 para frenarla. Las pestañas 12a y 12b pueden ser alternativamente más cortas. La figura 6 muestra el elemento extensor tubular 13 para la corrección de la convexidad unida por una porción terminal proximal a las pestañas 12a, 12b de la parte receptora 12 conectada de manera pivotante al tornillo 10 para la corrección de la convexidad. El elemento extensor 13 tiene una ranura longitudinal 14 que permite la inserción de la primera barra correctora 15 que quedará implantada en el paciente. El elemento extensor tubular 13 también incluye cerca de su miembro un pasaje de retención en su zona distal 16, que incluye una zona de paso 16a para la inserción a través de él de barra de recentrado 17. Una funda coaxial 18 destinado a empujar (martilleando) la primera barra correctora 15 en su posición final (Ver Fig. 7) dentro del receptáculo de la parte de recepción 12 también aparece en la Fig. 6.

Los extensores tubulares 13 se moverán solo en un plano debido al hecho de que están unidos a los tornillos 10. Están formados por dos tubos ranurados. El primer tubo corto o miembro de retención 16, permite la introducción de una barra de recentrado 17 para realinear las vértebras en un mismo eje. La segunda ranura 14 del elemento extensor 13 está reservada para la primera barra correctora 15 que se introduce premoldeada, y se desciende por impacto hacia el receptáculo provisto por la parte de recepción 12, para evitar las fuerzas de arrancamiento. Esta maniobra resulta principalmente en la realineación del plano transversal.

La Fig. 7 muestra la primera barra correctora 15 colocada cerca de la cabeza 10a del tornillo pedicular 10, después de que la funda coaxial 18 se halla bajado, por impacto, por ejemplo, con un martillo o un miembro similar. Téngase en cuenta que la barra de recentrado 17 se ha retirado una vez que la primera barra correctiva 15 se introdujo en el receptáculo de la cabeza del tornillo. Sin embargo, la primera barra correctora 15 todavía no está fijada a dicha cabeza para permitir la corrección de la concavidad.

La Fig. 8 ilustra además la colocación de un elemento tubular-extensor 19 para la corrección de la concavidad sujeta a las pestañas planas 50a y 50b de la parte receptora 50 conectada de manera pivotante a la cabeza 11a del tornillo pedicular 11. Este elemento extensor también está provisto de una ranura longitudinal 20 para la segunda barra correctora 21. El extensor tiene una parte roscada externa 22 y un anillo 23 con una parte roscada interior 23a que va acoplada al elemento extensor tubular 19, para empujar progresivamente la segunda barra correctora 21, bajándola a su posición final (ver Fig. 9).

La Fig. 10 ilustra la posición final de las barras correctoras 15, 21 que permanecen implantadas en el paciente después de retirar los elementos extensores y la fijación de dichas barras correctoras 15 y 21 a las cabezas correspondientes 11 y 11a de los correspondientes tornillos pediculares 10 y 10a.

La Fig. 11 ilustra la colocación de los tornillos 10 en diferentes vértebras de la curva que debe corregirse, y la Fig. 11a ilustra una sección transversal que indica la limitación del movimiento de las pestañas 12a, 12b en un plano sagital único que permite la inserción de las barras 15 y 17 (vea las flechas en la Fig. 11b) de modo que se permita la corrección en un plano transversal cuando la primera barra correctora 15 se unida a las pestañas 12a, 12b, se mueve en dicho plano transversal, empujando la vertebra y el tornillo 10 a seguir dicho movimiento, ya que no puede pivotar en dicha dirección (ver Figs. 5, 6 y 11a)

La Figura 12 ilustra la colocación de los tornillos 11 en diferentes vértebras de la escoliosis a corregir, y la Figura 12b ilustra una sección transversal que indica la limitación del movimiento de las pestañas 50a, 50b en un plano único transversal que permite la inserción de la barra 21 (vea las flechas en la Fig. 12a) para que la corrección en el plano sagital se produzca a medida que el elemento extensor 19 se traslada en dicho plano transversal y el tornillo 11 sigue dicho movimiento, ya que no puede girar en otra dirección (ver Fig. 11a).

Finalmente, en la Fig. 13, ambos tornillos 10 y 11 se colocan en las vértebras necesarias para corregir la curva de la columna vertebral con los elementos extensores.

La Fig. 14 muestra la colocación de los elementos extensores 13 provistos como elementos auxiliares en la corrección mostrada en la radiografía de la columna vertebral de un paciente y la Fig. 15 es una figura equivalente que muestra los elementos extensores y la barra de recentrado 17 colocada a través de la ranura del pasaje de retención 16 de dichos elementos extensores 13. La Fig. 16 muestra en una visión en perspectiva la barra de recentrado 17 y la primera barra correctora 15 y su relación con los elementos extensores 13 donde pasan por las hendiduras de los canales 14 y hendidura 16a.

- Figuras 17a y 17b muestran la colocación de la barra de recentrado 17 asociada a los elementos extensores 13 para la corrección de la convexidad. La Fig. 17a evidencia la cifosis del grupo de vértebras en la convexidad y la Fig. 17b muestra el aplanamiento de la cifosis y el acortamiento del espacio perimetral posterior de dichos extensores que se produce una vez que la barra de recentrado 17 se une a los extensores 13.
- Las figuras 18a y 18b son una continuación de dos figuras anteriores y representan además la colocación de la primera barra correctora 15 a una distancia de las vértebras V y cerca de la cabeza de los tornillos 10, pero aún no están aseguradas para permitir la corrección de la convexidad como se muestra a continuación. Observe el aplanamiento y el acortamiento progresivos del perímetro posterior.
- Fig. 19 muestran la colocación de los elementos extensores 19 para la corrección de la concavidad unida a los tornillos 11 en las vértebras del lado de la concavidad representado en una radiografía de un paciente.
- La Fig. 20 muestran con gran detalle los elementos extensores 19 y la segunda barra correctora 21 (para la corrección de la cifosis), así como el anillo roscado 23, destinado a la corrección del lado cóncavo (siempre con referencia a la Fig. 1 de los dibujos).
- La Fig. 21a explica en una vista lateral la colocación de la segunda barra correctora 21 a través de la ranura longitudinal de los elementos extensores 19 en una posición inicial con aplanamiento y pérdida de cifosis.
- La Fig. 21b, muestre en una vista lateral el movimiento de la segunda barra correctora 21, bajándola mediante el anillo o tuerca 23 sobre el elemento extensor tubular 19 que tiene una superficie roscada externa. En esta figura también se ilustran algunos espaciadores 24 situados en el extremo distal de los extensores 19 para corregir la concavidad diseñados para prevenir o al menos disminuir las fuerzas de "arrancamiento " de los tornillos de la concavidad 11. Además, la colocación de los espaciadores de la cifosis 24 produce un aumento del perímetro externo.
- La Fig. 22 muestra en una vista lateral un grupo completo de los mencionados espaciadores 24 que conectan los extremos distales de los extensores 19, aumentando la cifosis y alargando el perímetro posterior y la Fig. 23a detalla la colocación de la segunda barra correctora 21, dentro de la cabeza 11a de los tornillos pediculares 10a de la concavidad, al roscar los extensores 19 con los anillos roscados, manteniéndose los espaciadores aún acoplados a los extremos distales de los elementos extensores 19, con movimientos telescópicos de ellos durante el descenso final de la barra 21.
- La Fig. 23b muestra en una vista lateral cómo se introducen los tapones de bloqueo a través del elemento extensor para bloquear la barra a la cabeza del tornillo. La segunda barra correctora 21 en su posición final asegurada firmemente contra las cabezas 11a de los tornillos pediculares 11 para la corrección del lado cóncavo, con la extracción de los extensores 19.
- Las figuras 24a y 24b muestran, en una vista lateral, la posición final de la segunda barra correctora 21, mientras se evidencia la recuperación de la cifosis y el aumento de la longitud de la columna posterior.
- Las figuras 25a, 25b y 25c ilustran esquemáticamente, en una vista coronal, la situación inicial de la columna vertebral curvada, las vértebras de dicha columna provistas de tornillos pediculares 10, 11 y el resultado final con las barras correctoras 15 y 21 firmemente sujetas a las cabezas 10a y 11a de los tornillos pediculares 10, 11 situados en la columna vertebral corregida del paciente.
- La Fig. 26 es una vista en alzado lateral del elemento extensor 13 con la ranura longitudinal 14 para la recepción de la primera barra correctora 15, Este extensor tiene una porción superior tubular 16 que proporciona un miembro de retención para el pasaje de la barra de recentrado 17 que pasa a través de las ranuras 16a.
- La figura 27 muestra en una vista superior los elementos extensores 13 y el elemento de pasaje 16 conectados a través del puente 25.
- La Fig. 28 muestra la conexión del extremo del elemento extensor 13 a las pestañas de recepción planas 12a y 12b que se articulan por un mecanismo de pivote a la cabeza 10a del tornillo 10 para corrección de la convexidad. Se utiliza el mismo sistema para unir el elemento extensor 19 a las pestañas planas 50a, 50b de la sección de recepción articulada de manera pivotante a la cabeza 11a del tornillo pedicular 11. A este extremo, dichas pestañas planas 12a, 12b o 50a, 50b, incluyen una abertura 26 (ver Fig. 32b) donde un alma interna 27 proporciona la fijación.
- La Fig. 29 es equivalente a la Fig. 27, pero con la funda o manguito 18, con su hendidura longitudinal 29 periférica, colocada sobre el elemento extensor 13, al que rodea coaxialmente.
- Las Figuras 30a, 30b y 30c ilustran el manguito o funda 18 con una ranura longitudinal 29 y una abertura longitudinal central 30. Téngase en cuenta que la parte superior y el extremo del manguito están construidos en polietileno de

alta densidad para permitir el impacto del manguito (martilleo) y el contacto con la primera barra de reducción sin producir residuos metálicos.

La Fig. 31 representa el manguito o funda 18 colocado en el elemento extensor 13 para empujar hacia abajo la primera barra correctora 15 como ya se muestra en las Figs. 6 y 7.

5 Las Figs. 32a a 32d se refiere a una variante del elemento extensor r 19 (también aplicable al extensor13) que consiste en que una porción 19a de dicho elemento tubular19 está unida a una región más alta del mismo tubo extensor, de manera que el extremo 19b de la parte proximal del extensor 19 pueda separarse (vea la Fig. 32b) para atrapar una sección de las mencionadas pestañas planas 50a, 50b del miembro receptor 50 (en el ejemplo no alargado), para unir temporalmente tanto dichos extremos proximales 19b, 19c como las pestañas planas 50a, 50b.
10 Esta construcción particular asegura los extensores 19 (o 13) y permite su retirada una vez que las barras correctoras 15 y 21 se ubican en su posición definitiva.

15 La figura 33 es un detalle de la articulación 31 situada en la parte media de una de las dos alas 19a del extensor 19 con un tope 31a, limitante del movimiento lateral (la misma estructura es aplicable al extensor 13).

La figura 34a es una construcción detallada del extensor 19, con la parte roscada externa 22 donde se coloca un anillo o tuerca 23 para empujar la segunda barra de reducción hacia abajo hasta su posición final, mediante enroscado de dicho anillo 23, como se describió anteriormente.

20 La Fig. 34b es un detalle ampliado del anillo 23 con una rosca interna. Téngase en cuenta que el extremo terminal del anillo es un émbolo de giro libre fabricado polietileno de alta densidad (para evitar la fricción del metal y los residuos metálicos) para empujar la segunda barra de reducción hacia la cabeza del tornillo.

25 Las figuras 35a y 35b representan la asociación del extensor 19 con el anillo o la tuerca 23 como se describió anteriormente en dos vistas laterales.

Las figuras 36a a 36c muestran una variante del espaciador 24, telescópicamente extensible destinado para colocar en los extremos distales de los elementos extensores 19, como se muestra claramente en las Figuras 21b, 22 y 23 anteriormente detalladas.

30 Se explica a continuación el cálculo en el moldeo preoperatorio de las barras y la determinación de la medida de los espaciadores en la concavidad, que es una singularidad adicional de esta invención, lo que permite sistematizar el tratamiento quirúrgico de la deformidad vertebral.

35 Ninguno de los sistemas actuales realiza un cálculo preoperatorio de la corrección individual que se aplicará en cada paciente escoliótico. El método presentado aquí proporciona un cálculo sistemático preoperatorio de la corrección a aplicar, lo que implica que la corrección a aplicar a cada nivel de la deformidad de la columna se puede seleccionar y ser aplicada de manera intraoperatoria. Con este sistema, la corrección de la escoliosis deja de ser artesanal, convirtiéndose en predecible, medible y puede ser preoperatoriamente calculada. Los resultados quirúrgicos mejorarán produciendo beneficios obvios para los pacientes.

40 El método para calcular la corrección que se desea obtener en la cirugía se realiza sobre las radiografías preoperatorias antero-posteriores y laterales que se utilizan rutinariamente en los pacientes que van a someterse a cirugía. En estas radiografías, las deformidades precisas de la convexidad y la concavidad se pueden calcular para determinar como aplicarlas para lograr la corrección de la escoliosis.

45 El cálculo para moldear la deformidad de la barra de la convexidad (Fig. 37 y 38) se realiza en la radiografía lateral utilizando el siguiente método: se moldeará con 20° la cifosis torácica, que es el valor fisiológico mas bajo, con el ápex T6. Para calcular la desviación necesaria en T6 en la radiografía lateral, la altura vertical a la línea que conecta el centro de la parte trasera de los pedículos de T1 y T12 hasta el punto donde se cruzan dos líneas, dejando los vértices de los ángulos anterior superior T1 y T12, formando un ángulo de 10° y esto produce el 20° de cifosis torácica.
50

En contraste, el cálculo del moldeo de la barra y la deformidad en el vértice de la curva de la barra correctora para la concavidad (Figura 39) se realiza en la radiografía antero-posterior midiendo la altura vertical desde el punto medio del pedículo de la concavidad de la vértebra apical de la escoliosis hasta el punto de contacto con la línea que une los pedículos cóncavos de las vértebras que se deben fusionar.

55 La medición de la desviación de la barra correctora para la convexidad y la concavidad requiere el uso de un dispositivo de medición que consiste en dos reglas se cruza entre sí con posibilidad de deslizamiento (Figura 40). Estos cálculos pueden implementarse en un programa de computadora que permita la fabricación de las barras correctoras de la concavidad y convexidad en su forma final (para ser implantadas) con las dimensiones reales del

paciente, para que el cirujano pueda moldear fácilmente las barras definitivas para implantarlas al paciente, logrando así la corrección planificada por el cirujano. Estas barras correctoras preformadas preoperatorias podrían ser modificadas por el cirujano en cualquier momento si fuera necesario durante la operación.

5 El cálculo de la longitud de los espaciadores para cada nivel se realizará en la radiografía antero-posterior (Fig. 5). Estos espaciadores son críticos porque disminuyen las tensiones durante la colocación de la segunda barra de reducción o barra definitiva de la concavidad, completando la corrección de la rotación y la lordosis de la concavidad, las tensiones aplicadas en estos tornillos se transformarán, gracias a estos espaciadores 24 en fuerzas prioritariamente de arrancamiento en fuerzas céfalo-caudales de mucho menor riesgo para el paciente.

10 Para realizar este calculo (Fig. 42), se marca el centro de cada pedículo de la convexidad y se dibuja una línea dirigida hacia la convexidad de una altura igual a la cabeza del tornillo más la longitud del elemento extensor y esto se repite en cada nivel a fusionar. El tamaño total de los espaciadores 24 es la suma de todas las distancias entre dos espaciadores contiguos menos el ancho de todos los espaciadores ubicados en el centro, restando uno. Los espaciadores adecuados se colocarán a cada nivel y se compensarán con otros niveles.

15 Estas medidas también se pueden implementar con la ayuda de un programa de gráficos informatizado.

En la Fig. 41 se expone un método alternativo: las líneas gruesas internas y externas tienen el mismo centro de circunferencia pero diferentes radios. El radio de la línea interna es r , que se calcula a partir de la deflexión. La línea externa es R , igual a la altura de r + elemento extensor + cabeza del tornillo. La distancia (segmento del perímetro circunferencial, menos la suma del diámetro de todos los tubos) se divide por el número de espacios discales y , de esta manera obtener la suma de la distancia de los espaciadores. Se deberá tener en cuenta el colocar los espaciadores mayores en el centro y en los extremos, asegurándose de que los espaciadores de los extremos ayudan a completar el diámetro de la línea externa.

20

Esto significa que el ángulo de la barra correctora, su deformidad, debe realizarse (o estar preformado) teniendo en cuenta en su diseño el valor de los espaciadores 24.

25 Las figs. 43a y 43b ilustran otra variante de los extensores 13, con la ranura longitudinal 14 que permite la inserción de la primera barra correctora (ver Fig. 43b), y que incluye el miembro de retención 16 con un pasaje 16a para la inserción a través de él de la barra de recentrado 17. En este caso los extensores están directamente conectados a la cabeza 10a, es decir, a las pestañas 12, 12a que se extienden longitudinalmente y forman el elemento extensor 13. Un alma interna 62 y el tapón de barra 60 han sido diseñados para mantener las características tubulares del elemento extensor 13. El alma 62 que se saca al final se coloca manualmente dentro del elemento extensor juntamente con un tapón de barra 60 cargado en él, ayudando a dar consistencia a la construcción tubular y una vez la barra esta situada dentro de la cabeza del tornillo, el tapón 60 se desplaza con el destornillador 61 bloqueando dicho tapón dentro de la cabeza del tornillo y de esta manera consigue fijar la barra al tornillo.

30

35 Las Figs. 44a, 44b y 45 muestra una variante del elemento extensor 19, construido como en el caso del extensor 13 en la forma detallada en la variante anterior mediante el uso de pestañas elongadas 50a, 50b (ver Fig. 10) que proporciona elementos opuestos entre los cuales se coloca un tapón de barra 60 y conectado en su extremo a un alma interna 63.

40

45

50

REIVINDICACIONES

- 5
1. Sistema para una corrección global tridimensional de las curvaturas de la columna, en el que en una pluralidad de vertebras de una sección de la columna a ser corregida, comprendiendo:
- 10 un primer elemento de anclaje óseo (10) configurado para ser anclado a la vertebra;
un segundo elemento de anclaje óseo (11) configurado para ser anclado en la misma mencionada vertebra;
ambos mencionados primer y segundo elementos de anclaje óseo (10,11) poseen una parte axial para inserción dentro de la vertebra y una cabeza:
Dicha cabeza de estos mencionados primer y segundo elementos de anclaje óseo tiene conectada una primera parte receptora y una segunda parte receptora (12,50) respectivamente, a las cuales un primer elemento extensor y un segundo elemento extensor (13,19) que se extienden a lo largo de sus respectivos ejes longitudinales son temporalmente unidos por una porción proximal respectiva, de manera que cada parte recipiente (12,50) define un receptáculo.
- 15 dicho elemento extensor (13) unido a este mencionado primer elemento de anclaje óseo (10) incluye una hendidura longitudinal transversal (14) que permite la inserción a través de cada uno de una pluralidad de vertebras de la sección de la columna a ser corregida, de una primera barra correctora (15), esta hendidura longitudinal (14) que conecta con el receptáculo permite que esta primera barra correctora (15) se desplace desde la porción mas alta de la hendidura transversal (14) a el fondo, hasta llegar a alcanzar el mencionado receptáculo de la parte recipiente (12) para quedar allí implantado y reducir la deformidad espinal
- 20 dicho elemento extensor (19) que se une al mencionado segundo elemento de anclaje óseo (11) incluye una ranura o hendidura longitudinal transversal (20) que permite la inserción a través de ella para cada uno de estos miembros alongados de una pluralidad de vertebras de la sección de la columna a corregir, de una segunda barra correctora (21), esta ranura longitudinal (20) conectada con los receptáculos mencionados permite que dicha segunda barra de corrección (21) se pueda desplazar desde la porción más superior de la ranura transversal (20) hacia el fondo hasta alcanzar el mencionado receptáculo de dicha parte recipiente (50) para quedar allí implantada y reducir la deformidad espinal
- 25
- 30 **caracterizándose por:**
- Dicha parte recipiente (12) conectada a la mencionada cabeza del mencionado primer elemento de anclaje óseo (10) es capaz de pivotar solo en un plano único sagital, a través de la colocación de la mencionada primera barra correctiva (15) en dicho receptáculo de la parte receptora (12).
la mencionada parte receptora (50) conectada dicha cabeza del mencionado segundo elemento de anclaje óseo (11) pivota solo un plano transversal perpendicular al plano sagital mencionado, para permitir que la corrección de la concavidad de la columna deformada ocurra principalmente en un plano sagital, ya que el elemento de anclaje óseo (11) sigue la mencionada segunda barra correctora (21).
los susodichos elementos extensores (13,19) son retirados una vez que las barras correctoras (15,21) han sido implantado, de manera que un cambio en el plano de rotación vertebral ocurre, produciendo la corrección de la deformidad axial vertebral y una corrección tridimensional de la deformidad de la columna.
- 35
- 40
- 45
2. El sistema de la reivindicación 1 donde las mencionadas barras de corrección primera y segunda (15,21) son fabricadas con la curvatura necesaria para corregir la columna, en base a estudios preoperatorios realizados en radiografías del paciente, basado en un método donde las barras son contorneadas de acuerdo con la corrección deseada.
- 50
3. El sistema de la reivindicación 1 donde la primera parte receptora (12) comprende un par de pestañas alargadas (12a, 12b, 50a, 50b) encaradas unas a las otras y definiendo un receptáculo entre ellas, donde cada par de estas pestañas alargadas se une a su respectivo elemento extensor (13,19) y además incluyendo entre dichas pestañas alargadas hay un anima interna (60) y un tapón para barra (62,63).
- 55

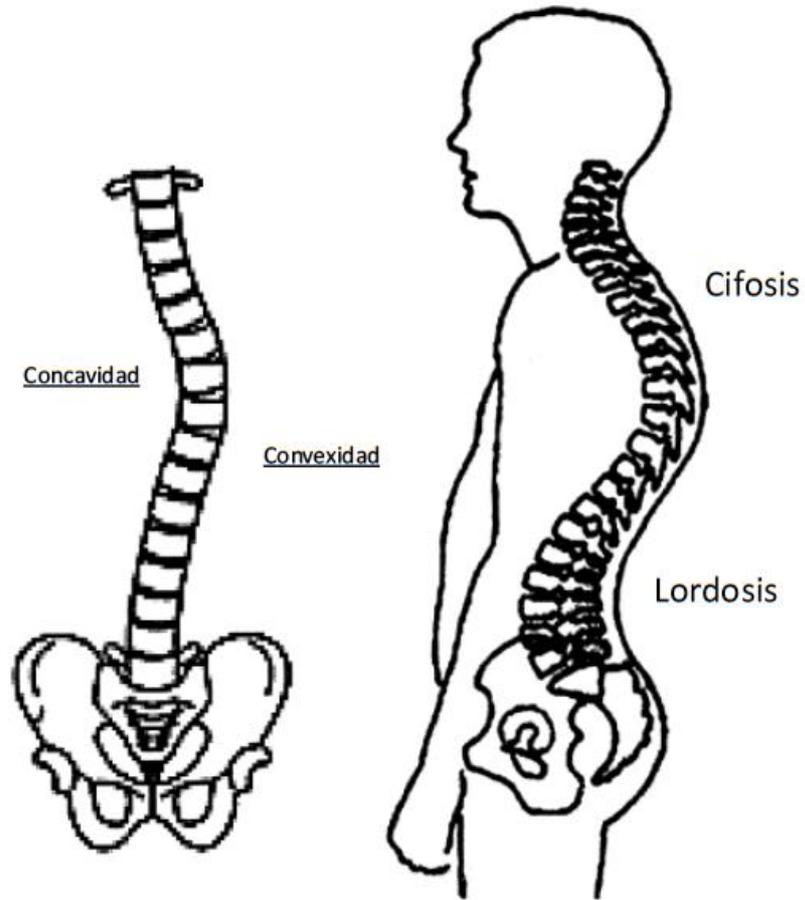
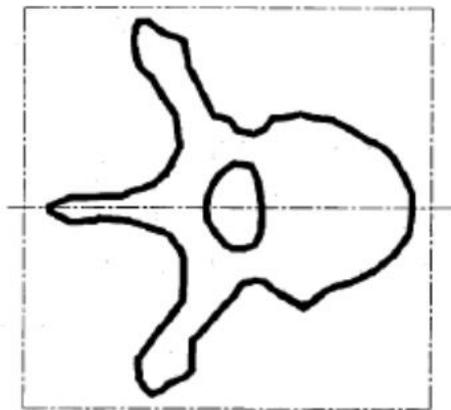


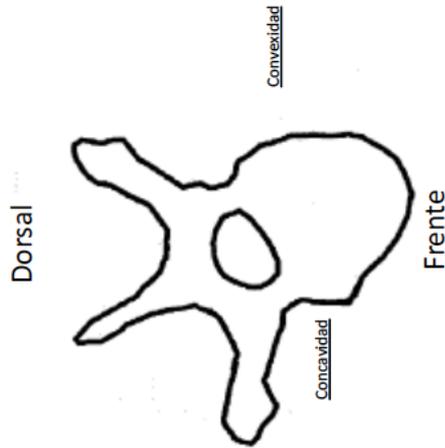
Fig. 1

Fig. 2



Vértebra normal

Fig.3



Vertebra escoliótica visión axial

Fig.4

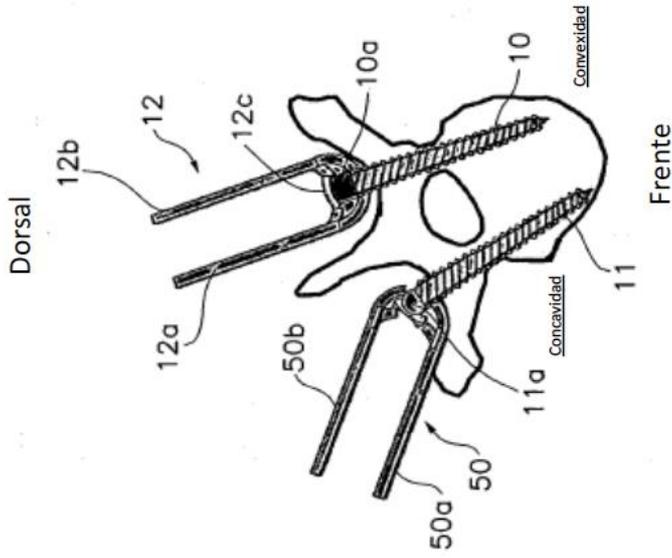
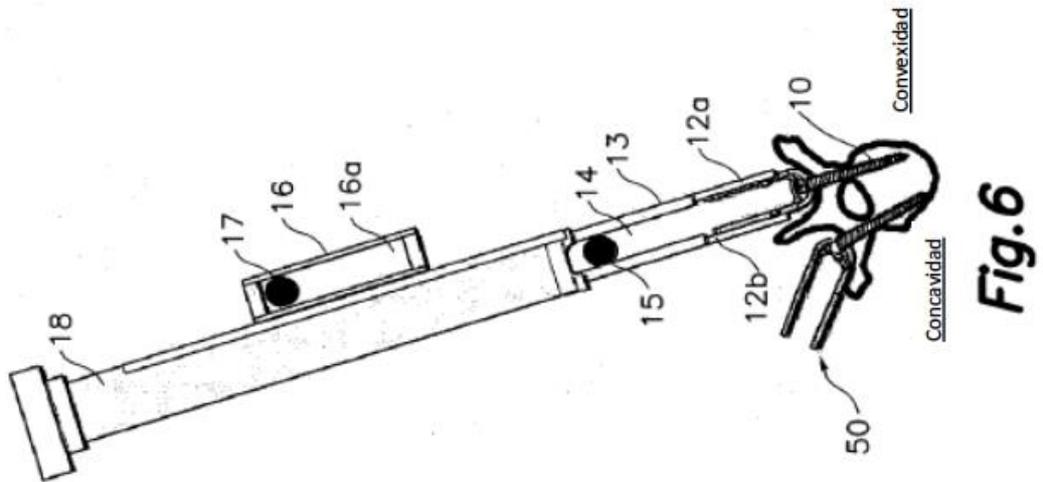
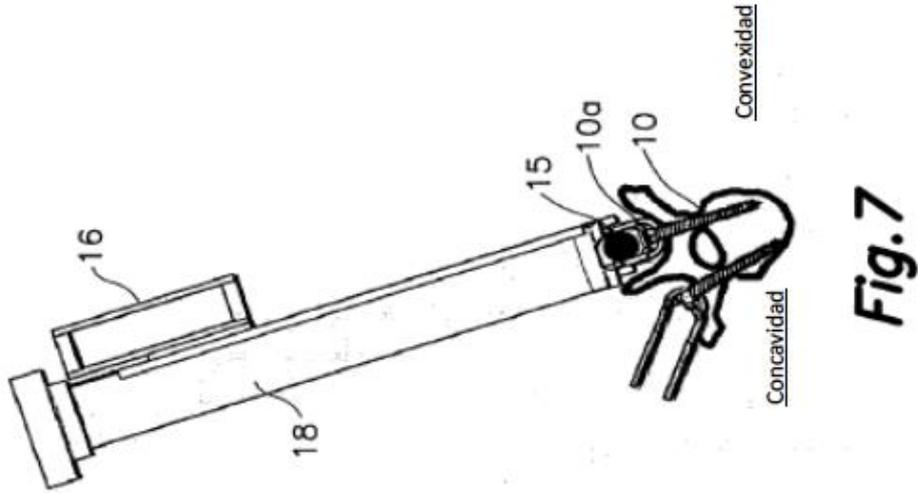


Fig.5



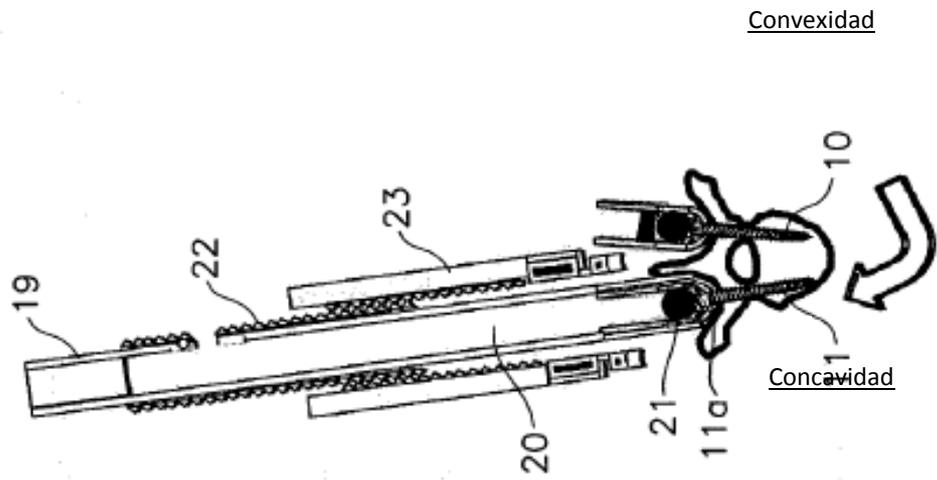


Fig.9

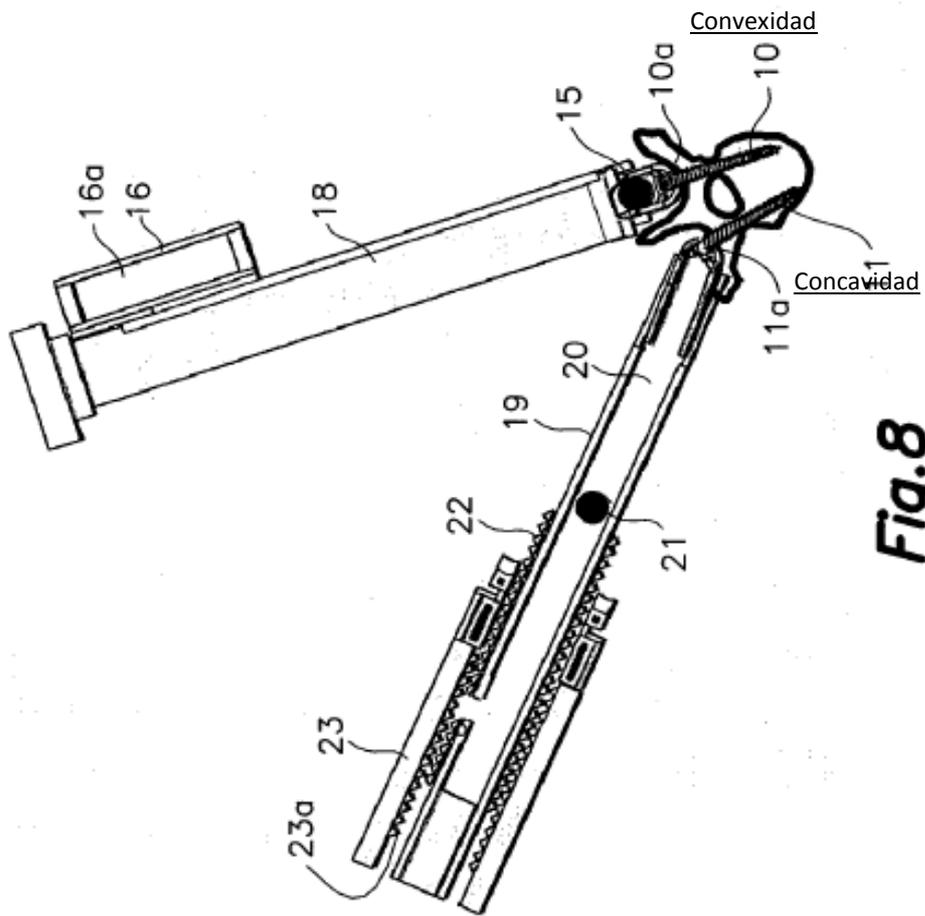


Fig.8

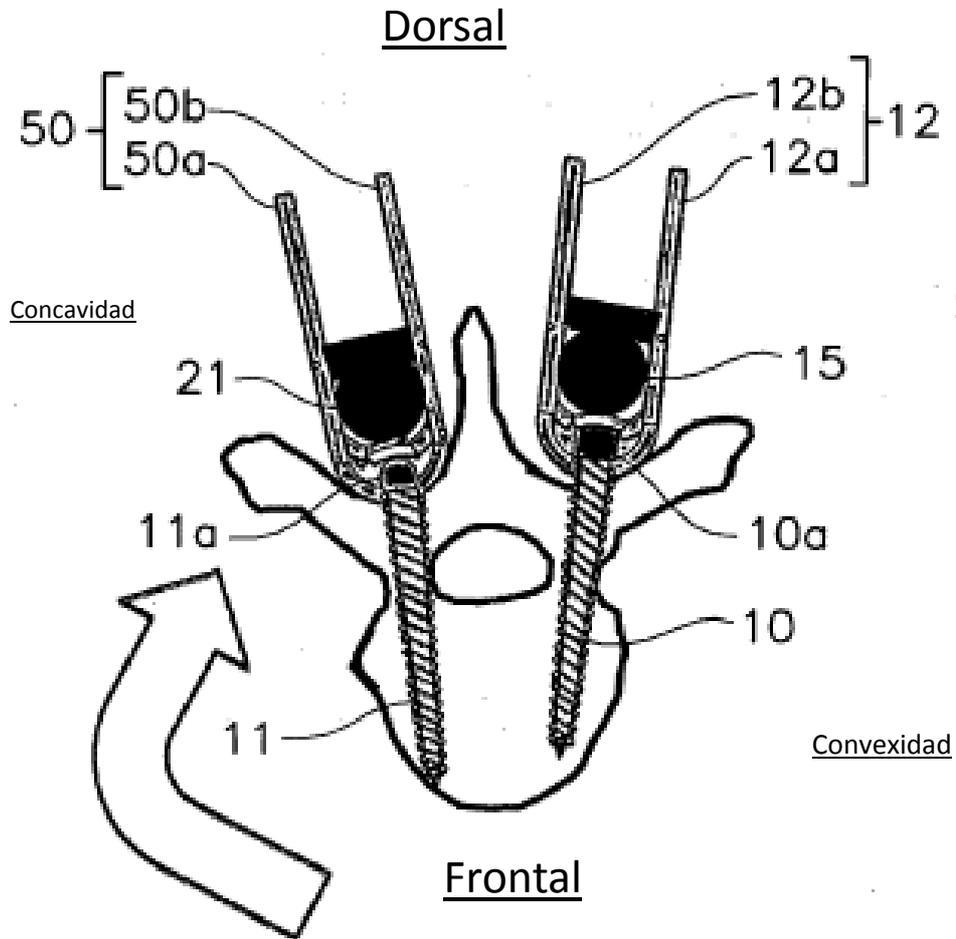


Fig. 10

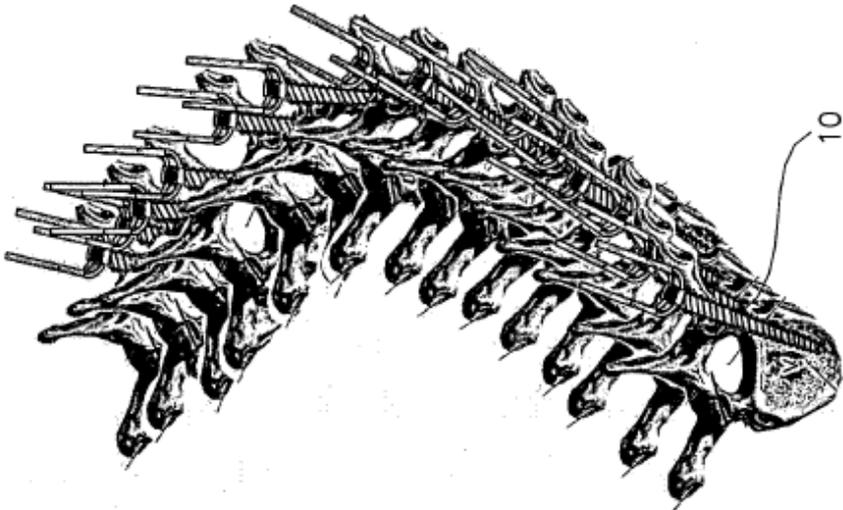


Fig. 11

VISION LATERAL

Convexidad

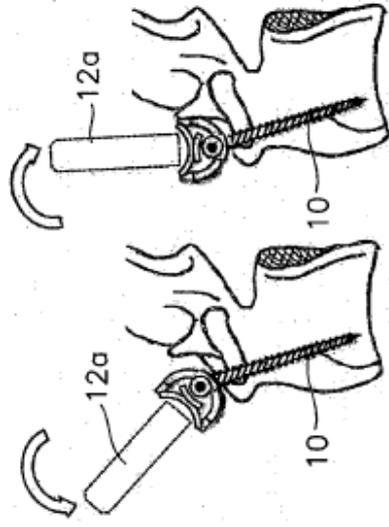


Fig. 11b

VISION FRONTAL

Convexidad

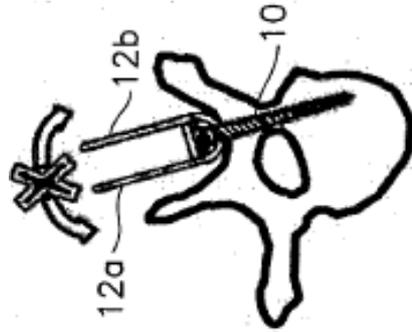


Fig. 11a

VISION LATERAL

Concavidad

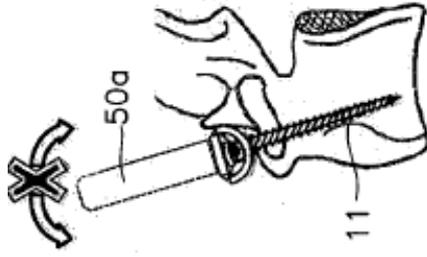


Fig. 12b

VISION FRONTAL

Concavidad

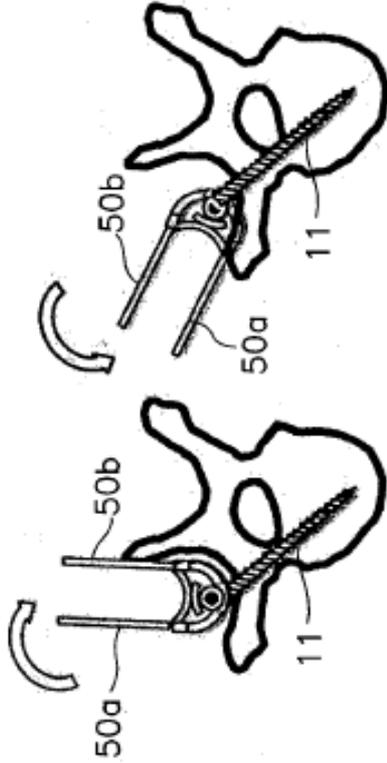


Fig. 12a

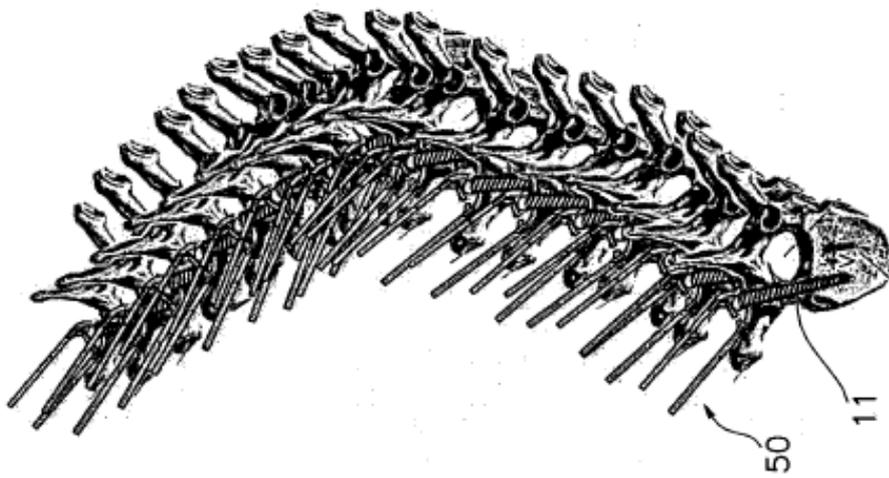


Fig. 12

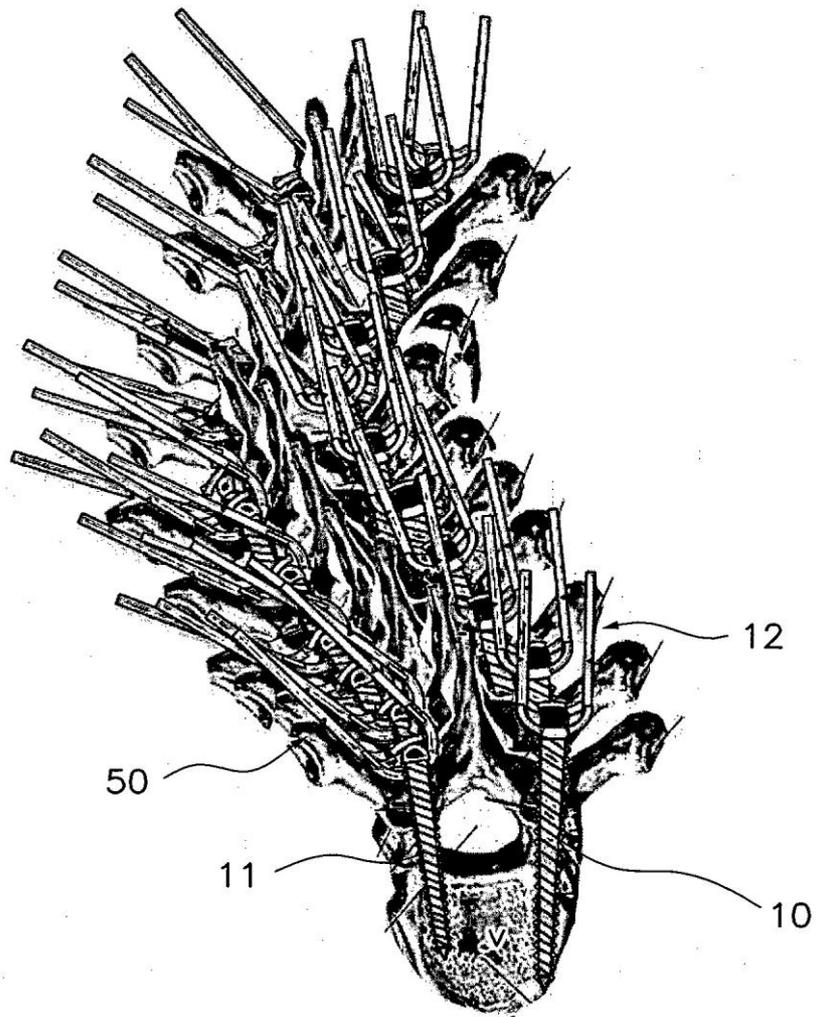


Fig. 13

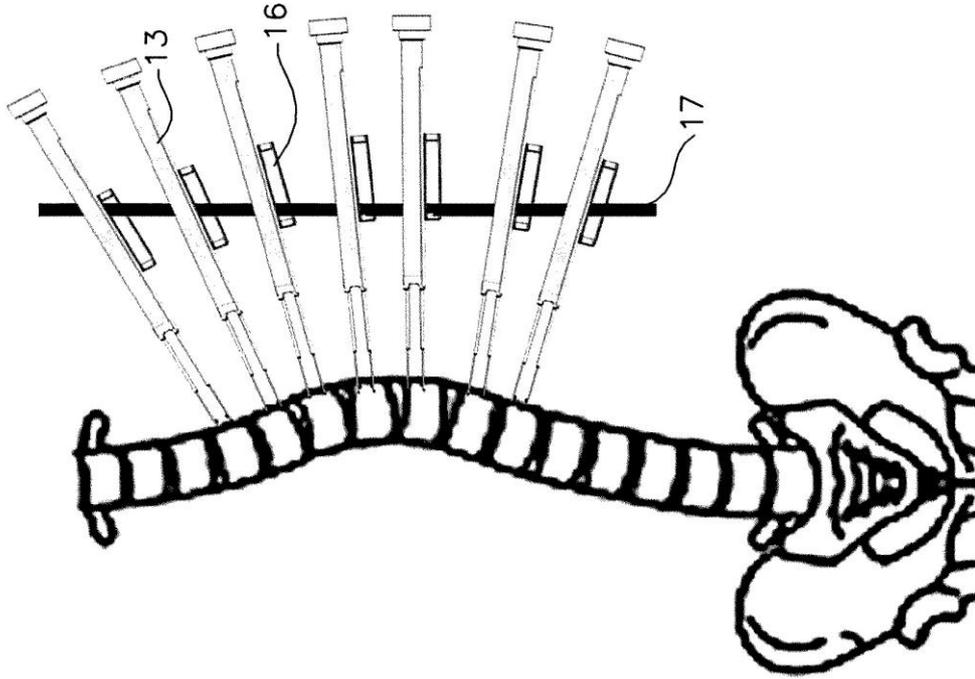


Fig. 15

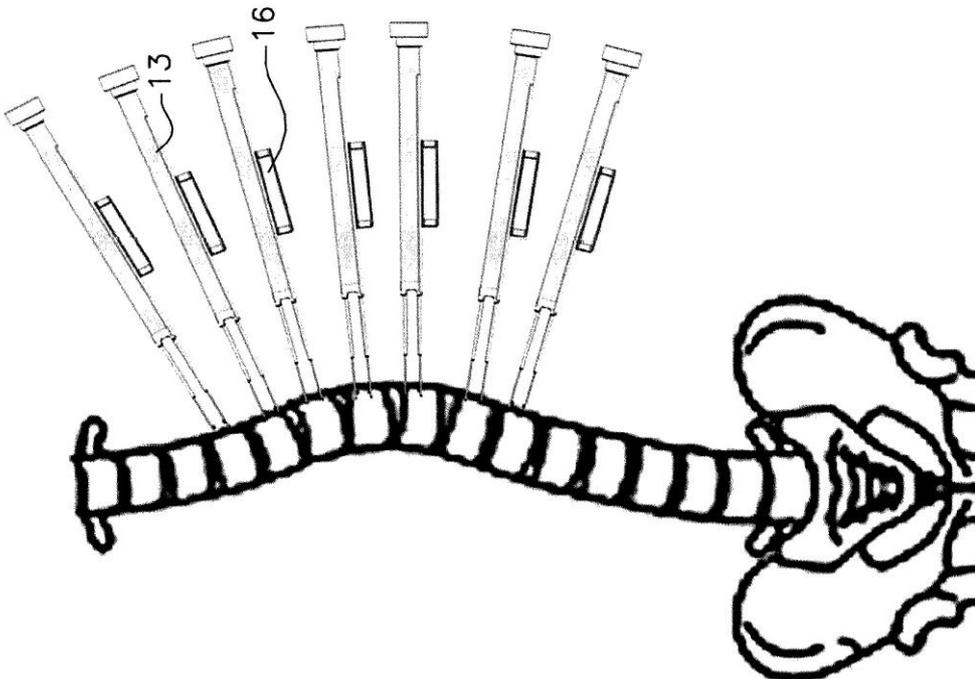


Fig. 14

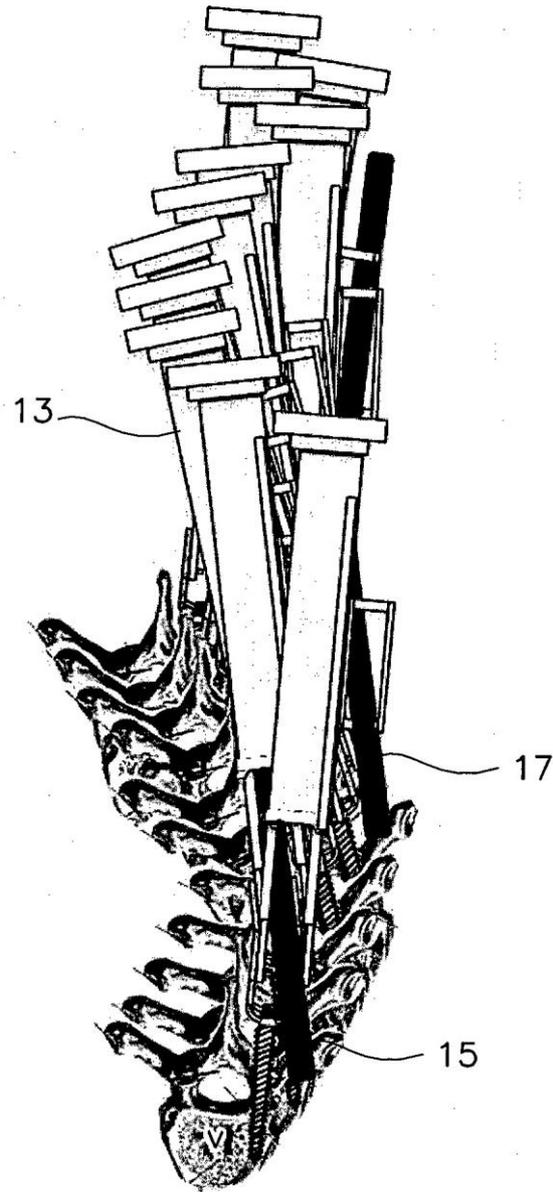


Fig. 16

VISION LATERAL

VISION FRONTAL

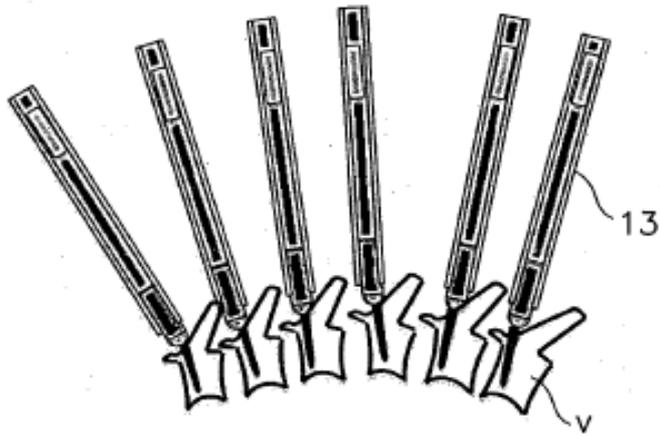


Fig. 17a

VISION LATERAL

VISION FRONTAL

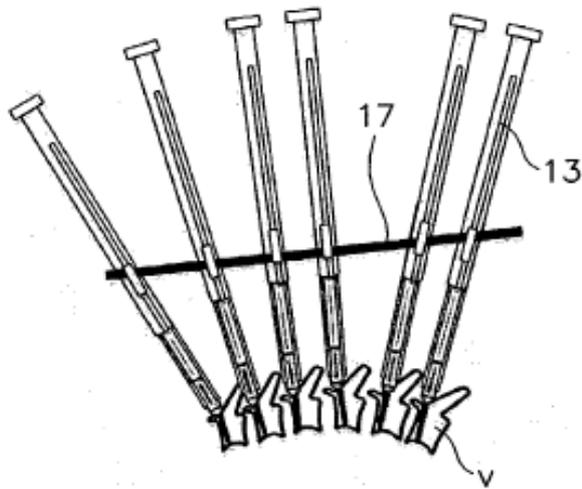


Fig. 17b

VISION LATERAL

VISION FRONTAL

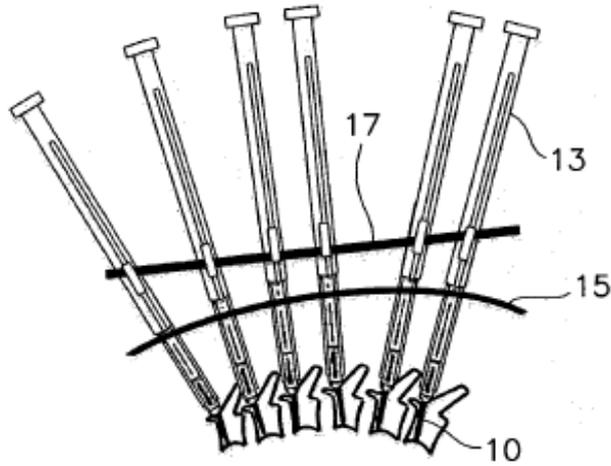


Fig. 18a

VISIÓN LATERAL

VISIÓN FRONTAL

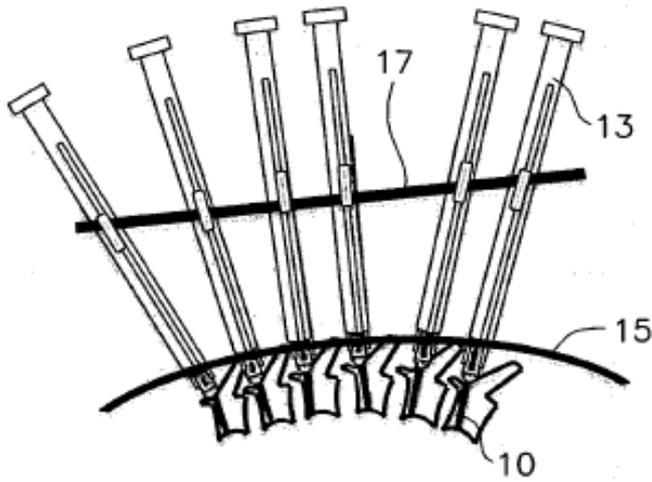


Fig. 18b

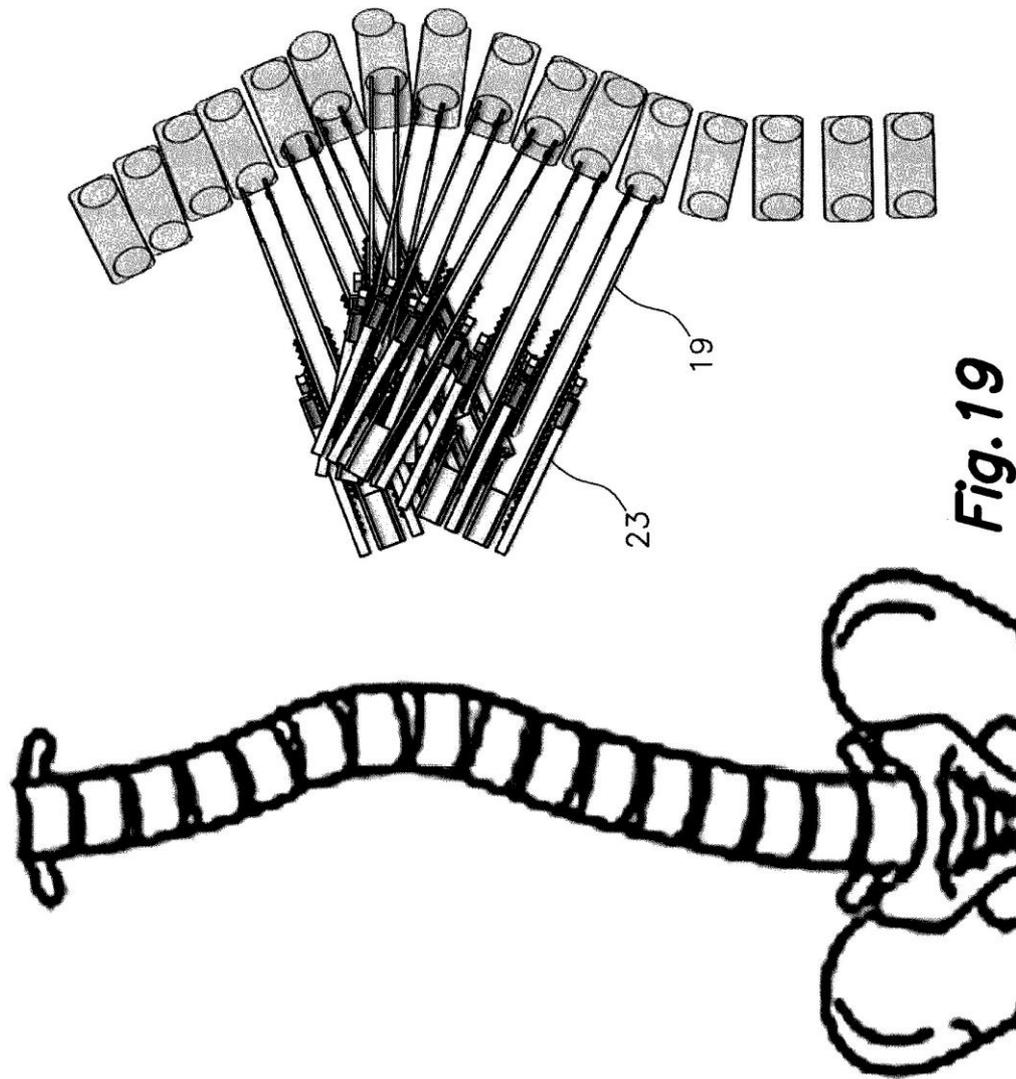


Fig. 19

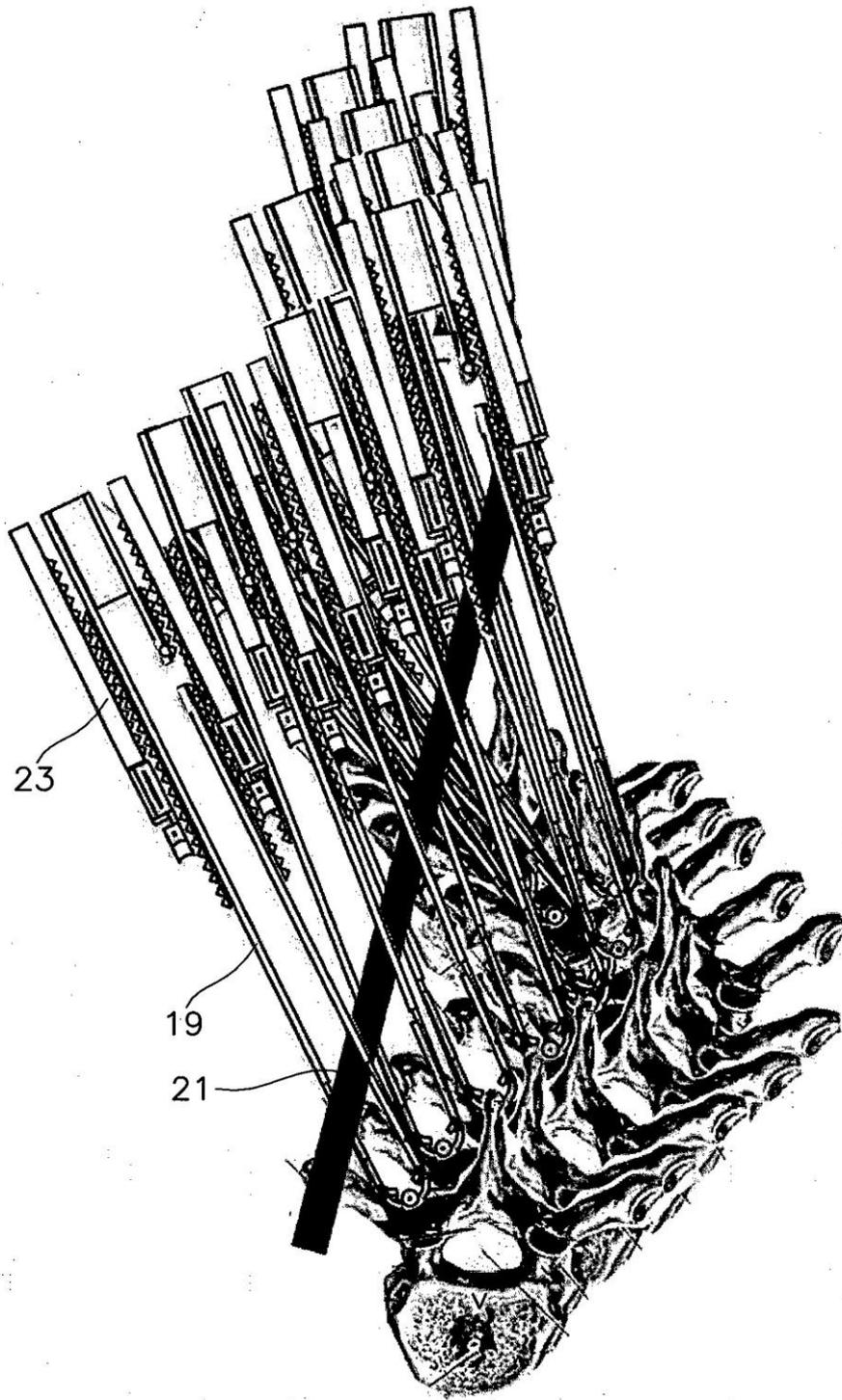


Fig.20

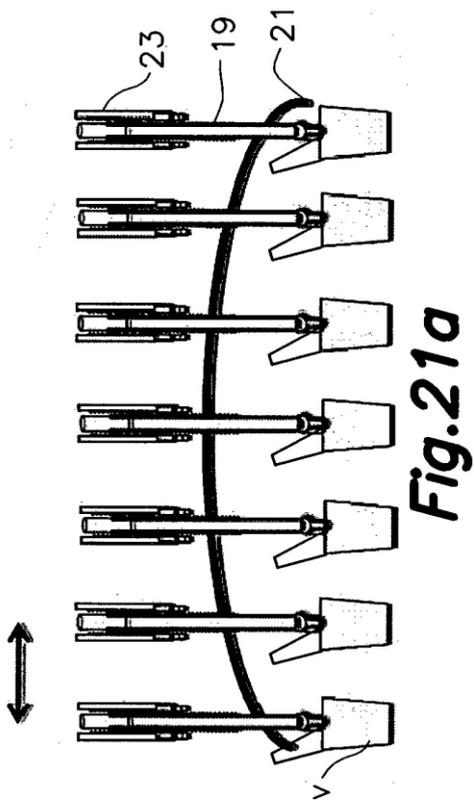


Fig. 21a

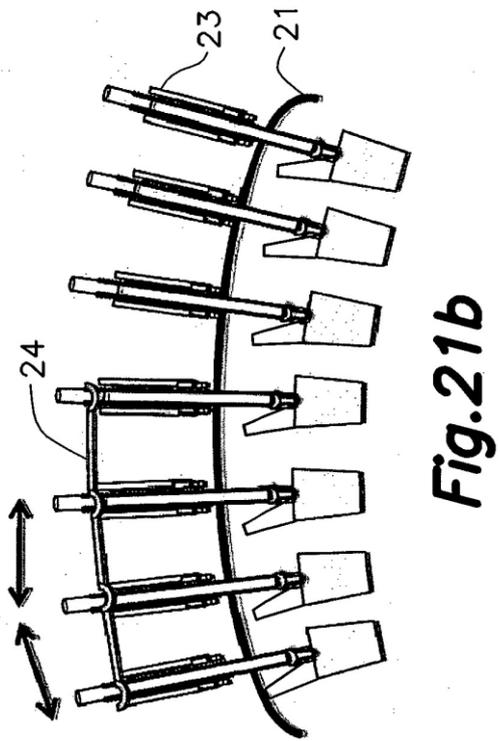


Fig. 21b

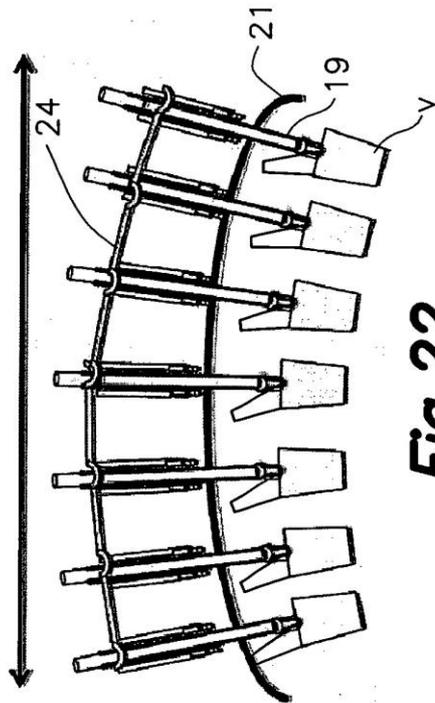
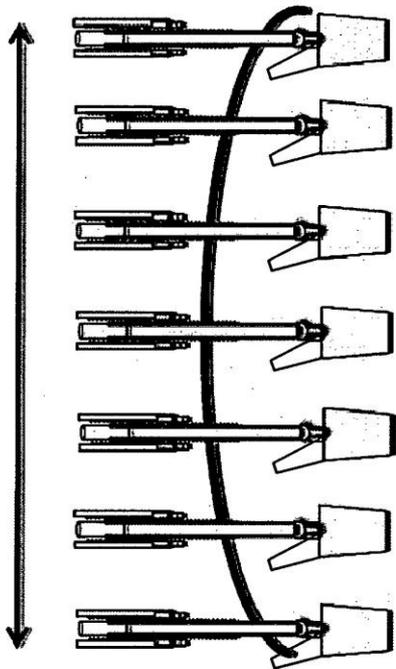


Fig. 22

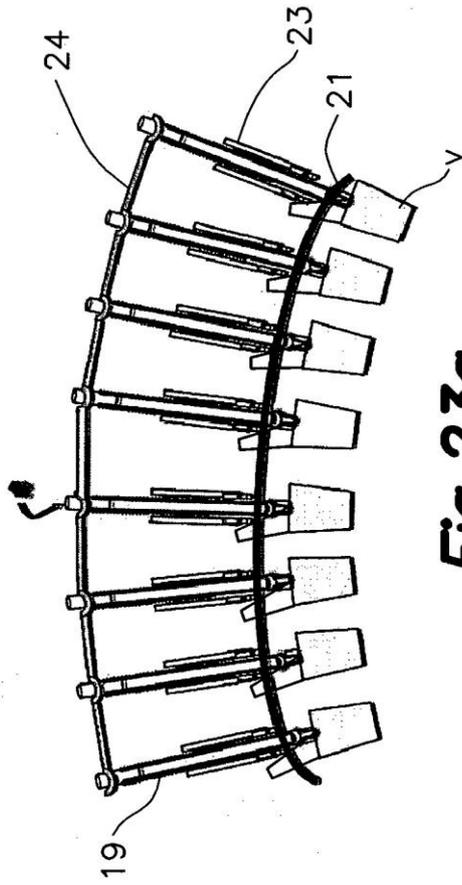


Fig. 23a

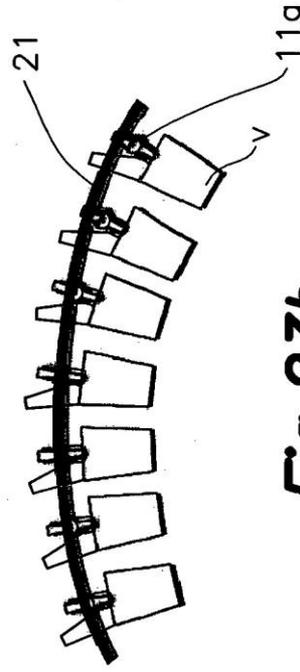


Fig. 23b

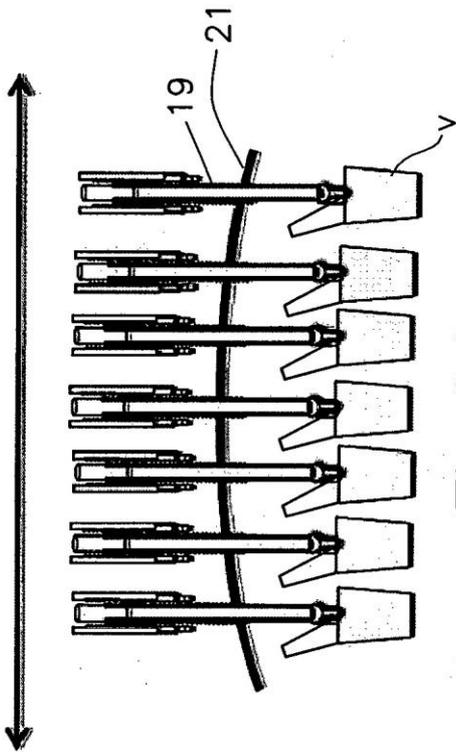


Fig. 24a

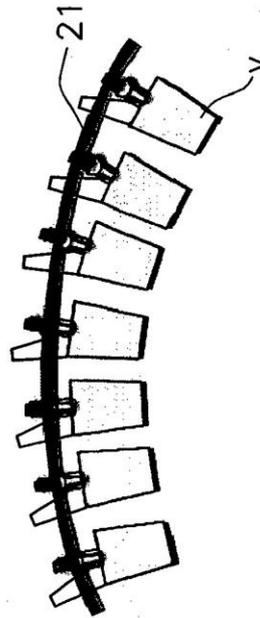


Fig. 24b

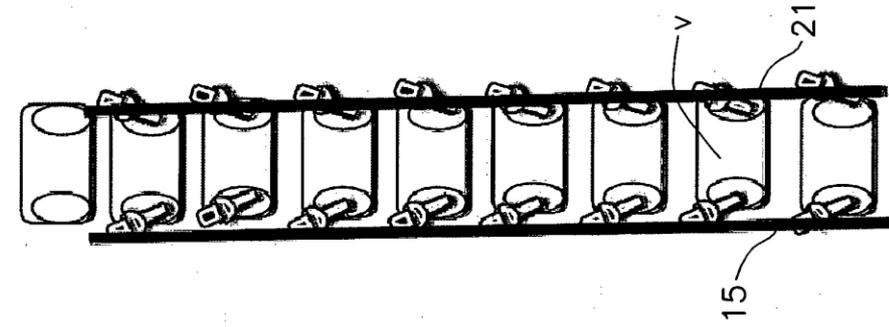


Fig. 25c

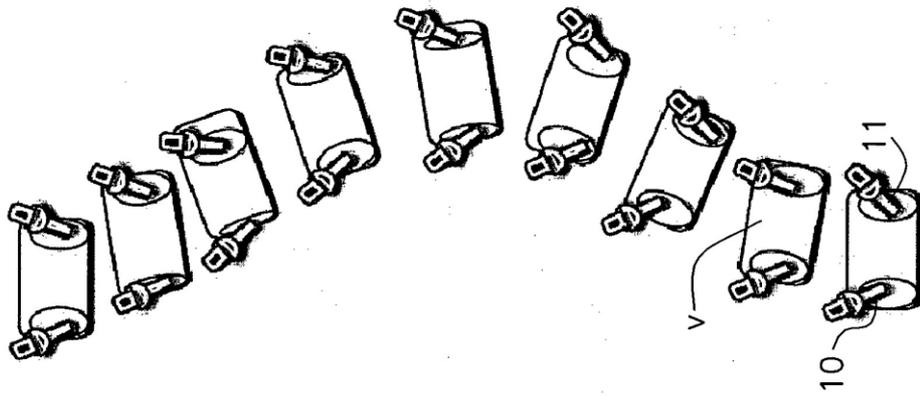


Fig. 25b

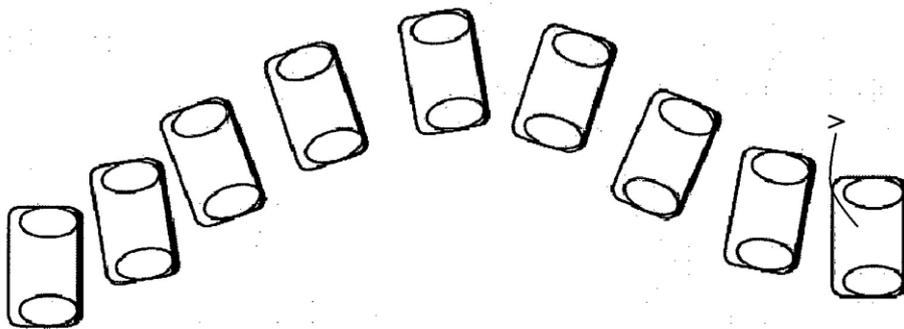


Fig. 25a

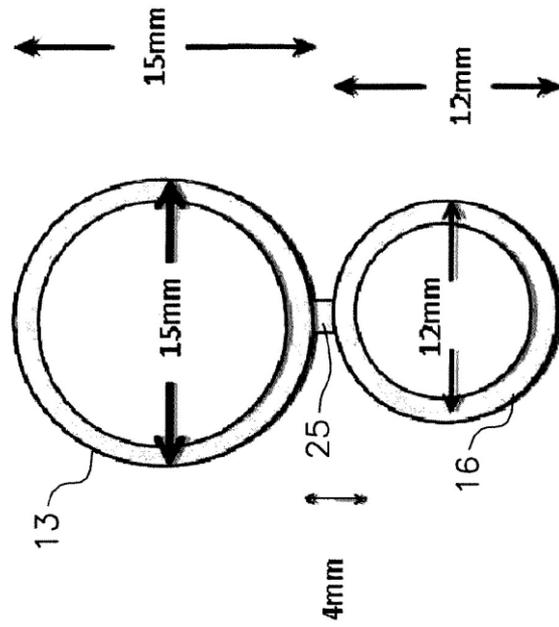


Fig.27

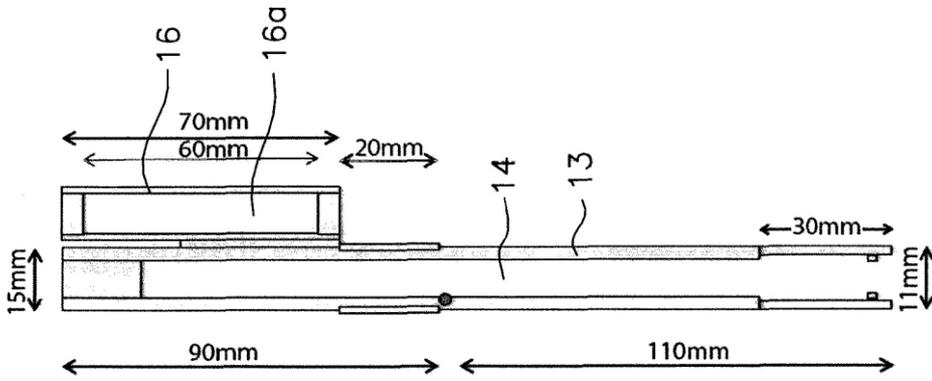


Fig.26

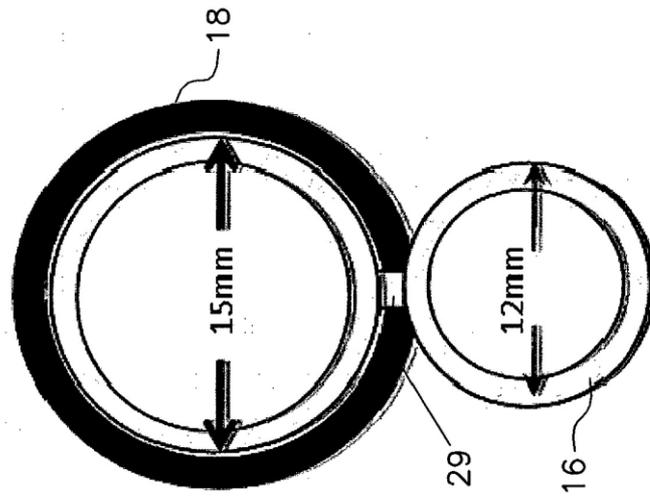


Fig. 29

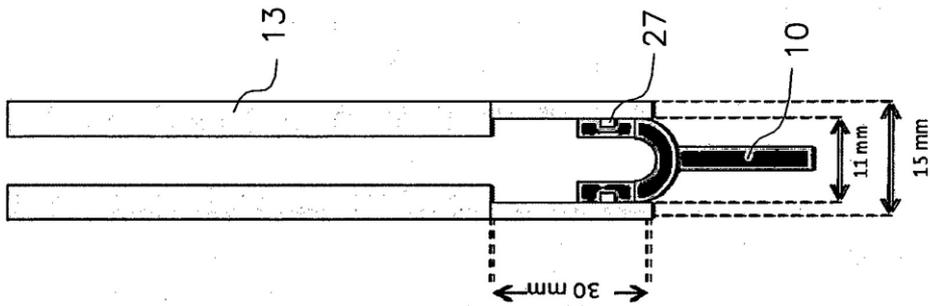


Fig. 28

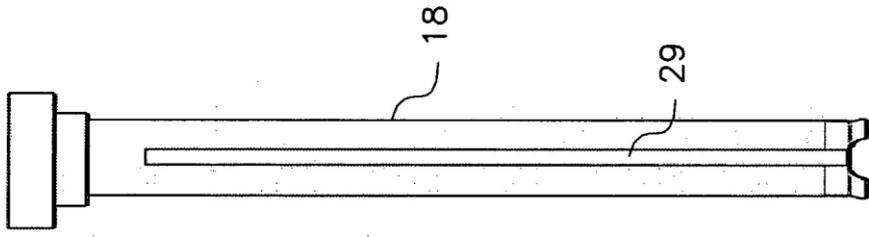


Fig. 30c

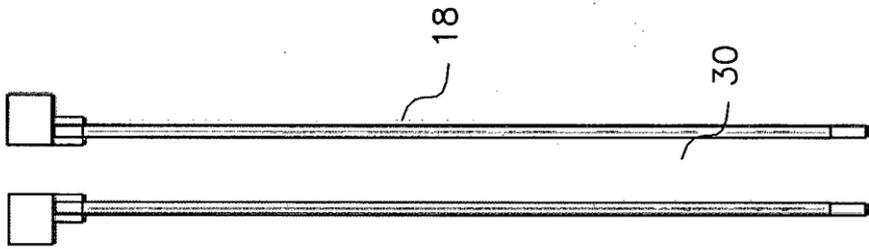


Fig. 30b



Fig. 30a

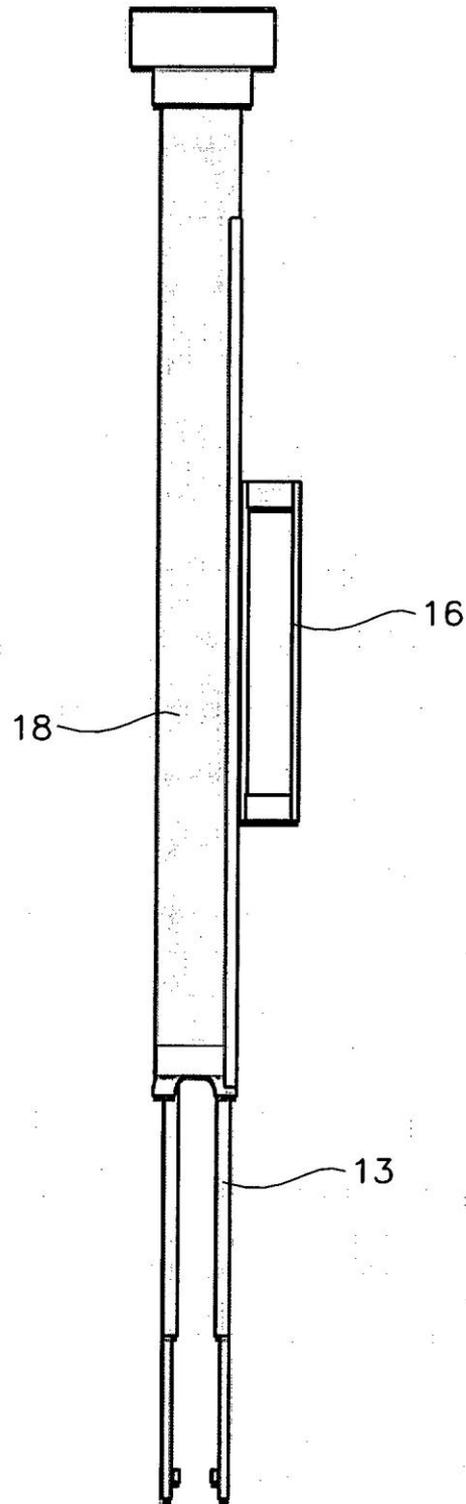


Fig.31

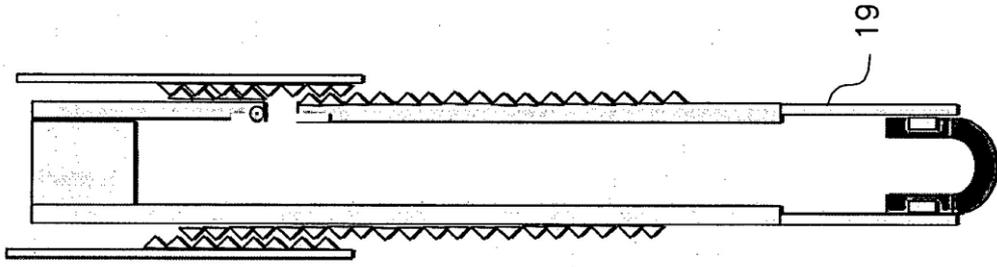


Fig. 32d

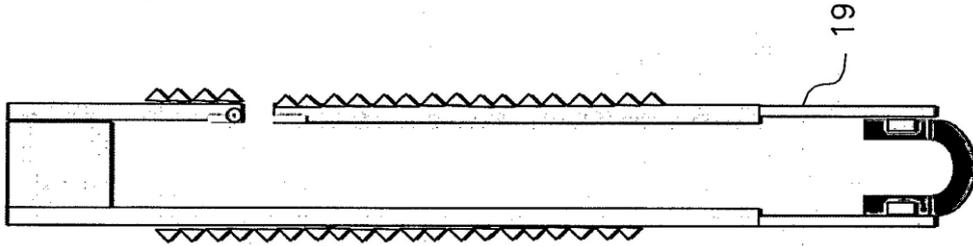


Fig. 32c

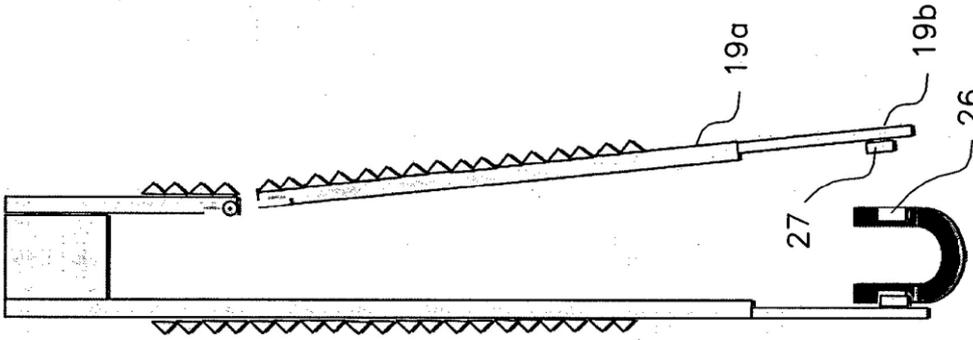


Fig. 32b

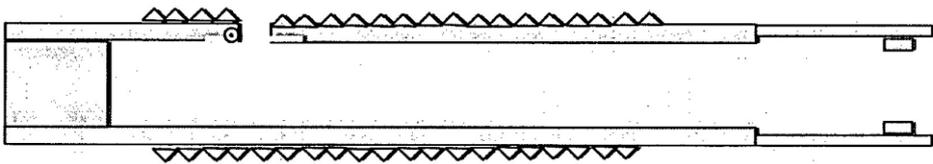


Fig. 32a

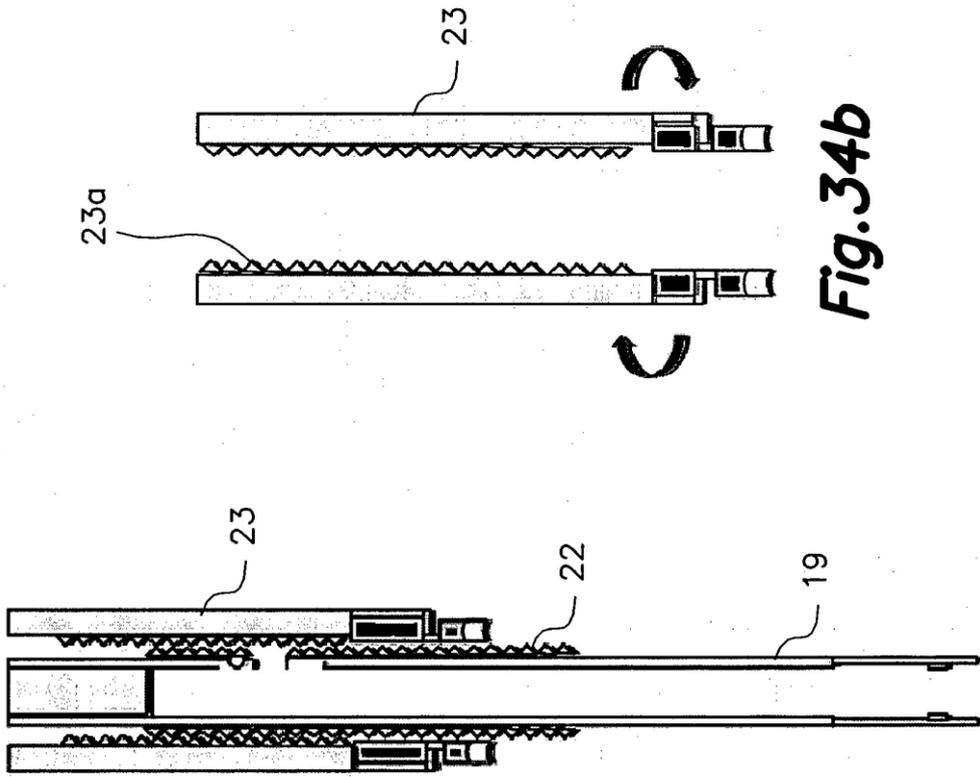


Fig. 34b

Fig. 34a

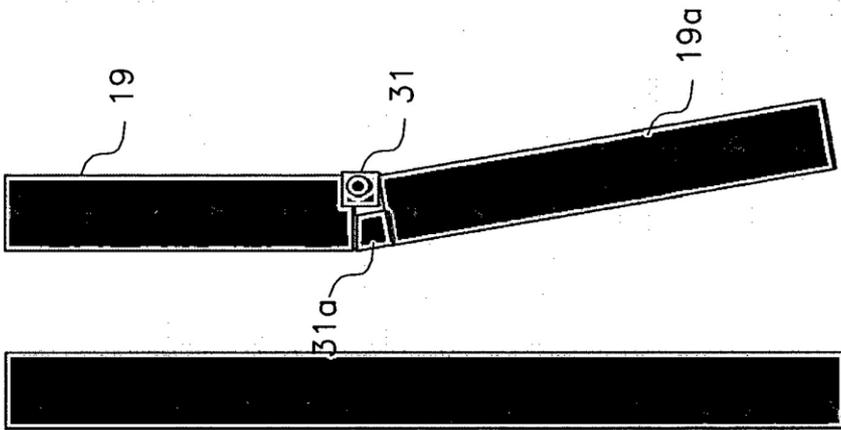


Fig. 33

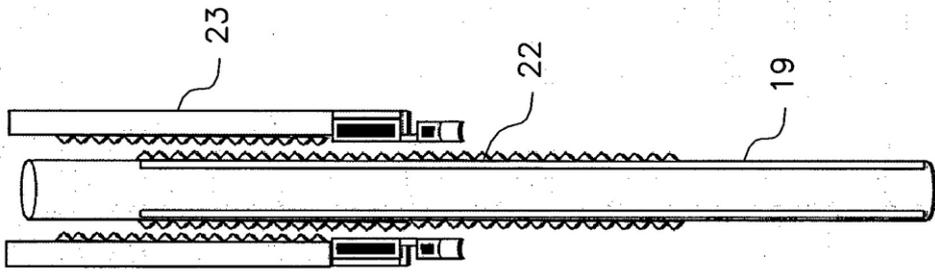


Fig. 35b

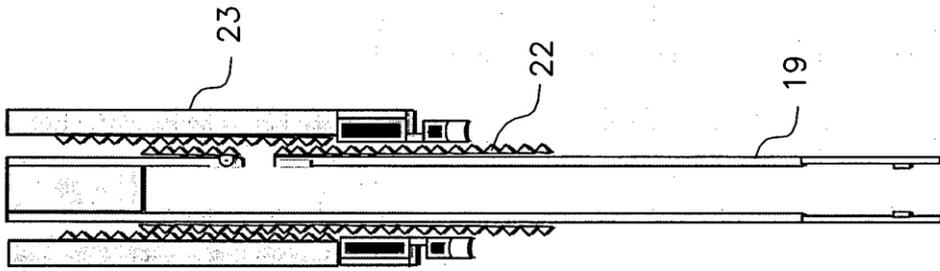


Fig. 35a

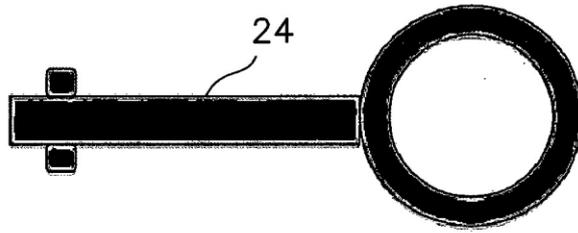


Fig. 36a

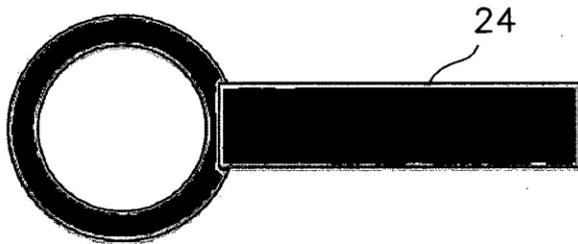


Fig. 36b

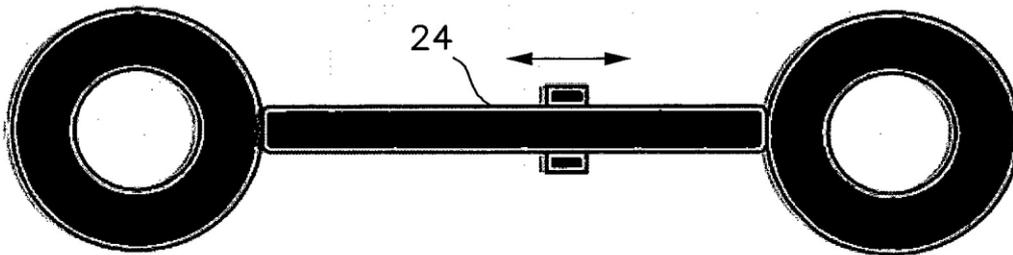


Fig. 36c

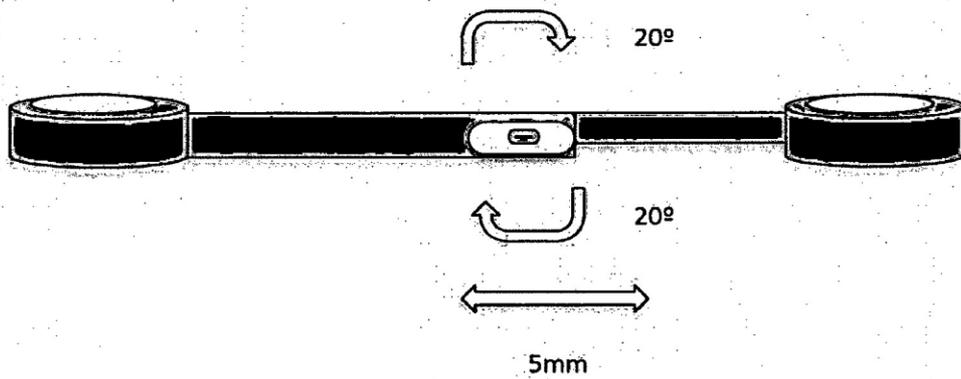


Fig. 36D

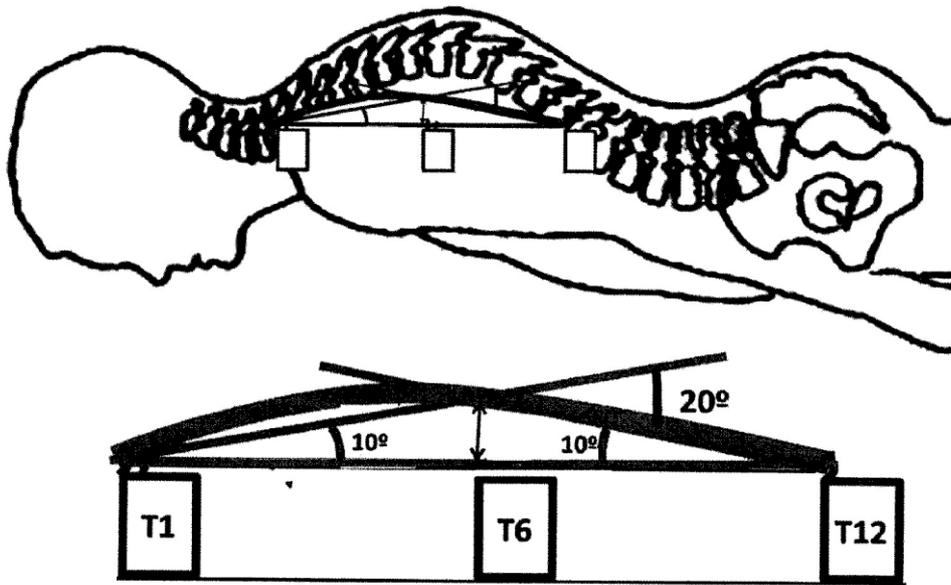


Fig.37

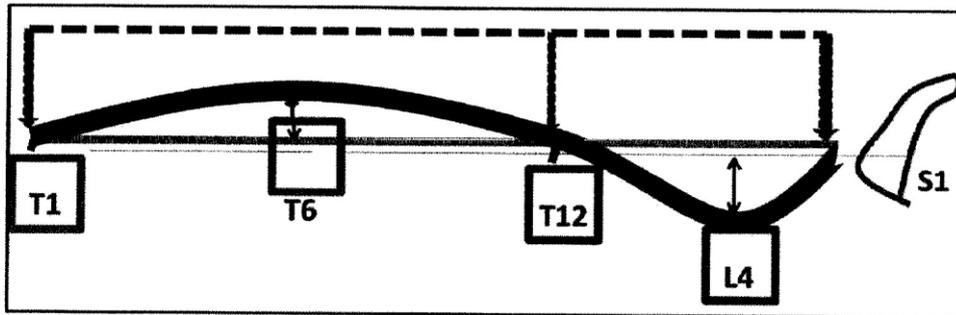


Fig.38

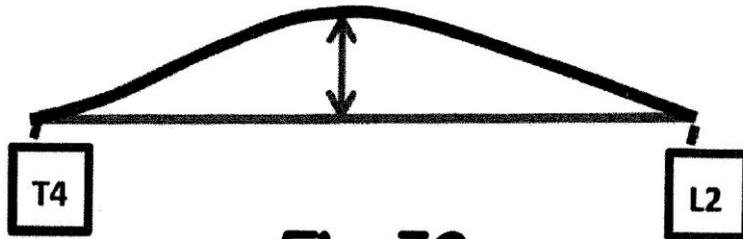
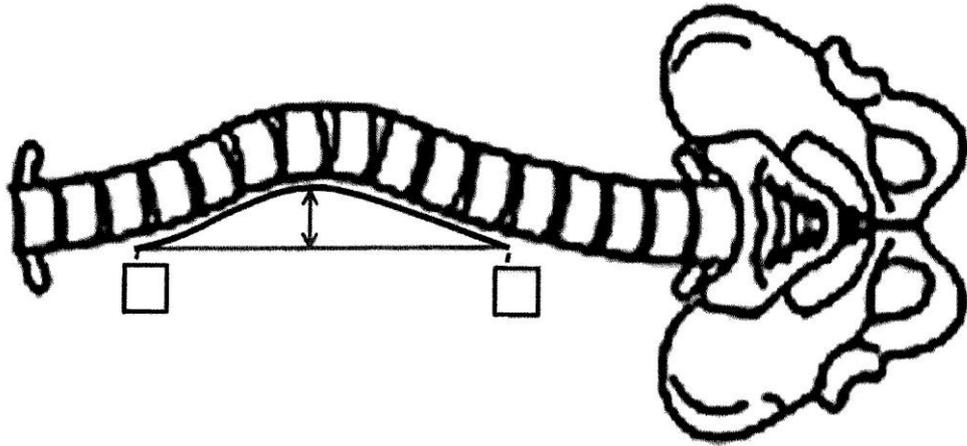


Fig.39

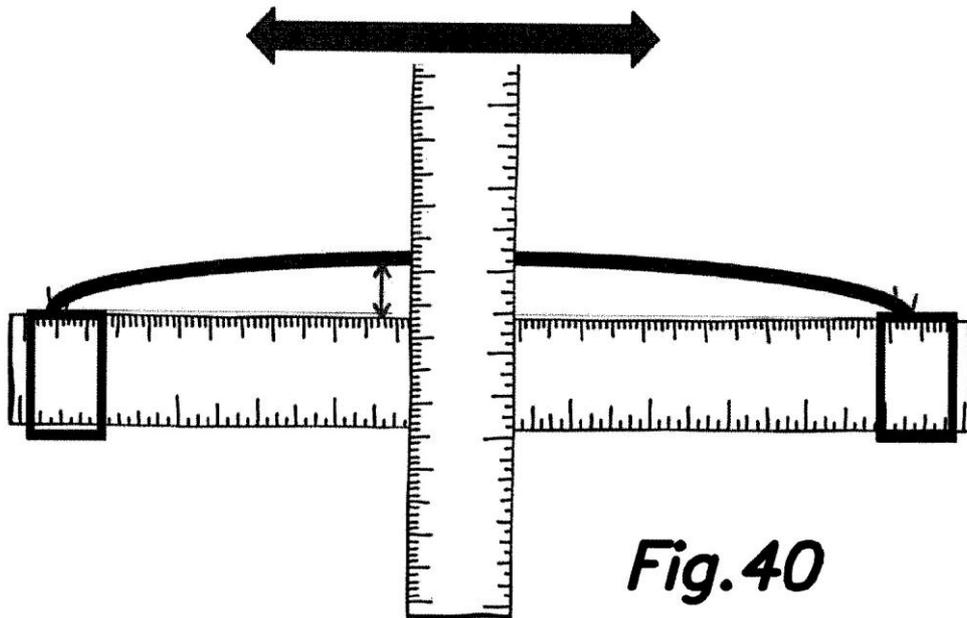


Fig.40

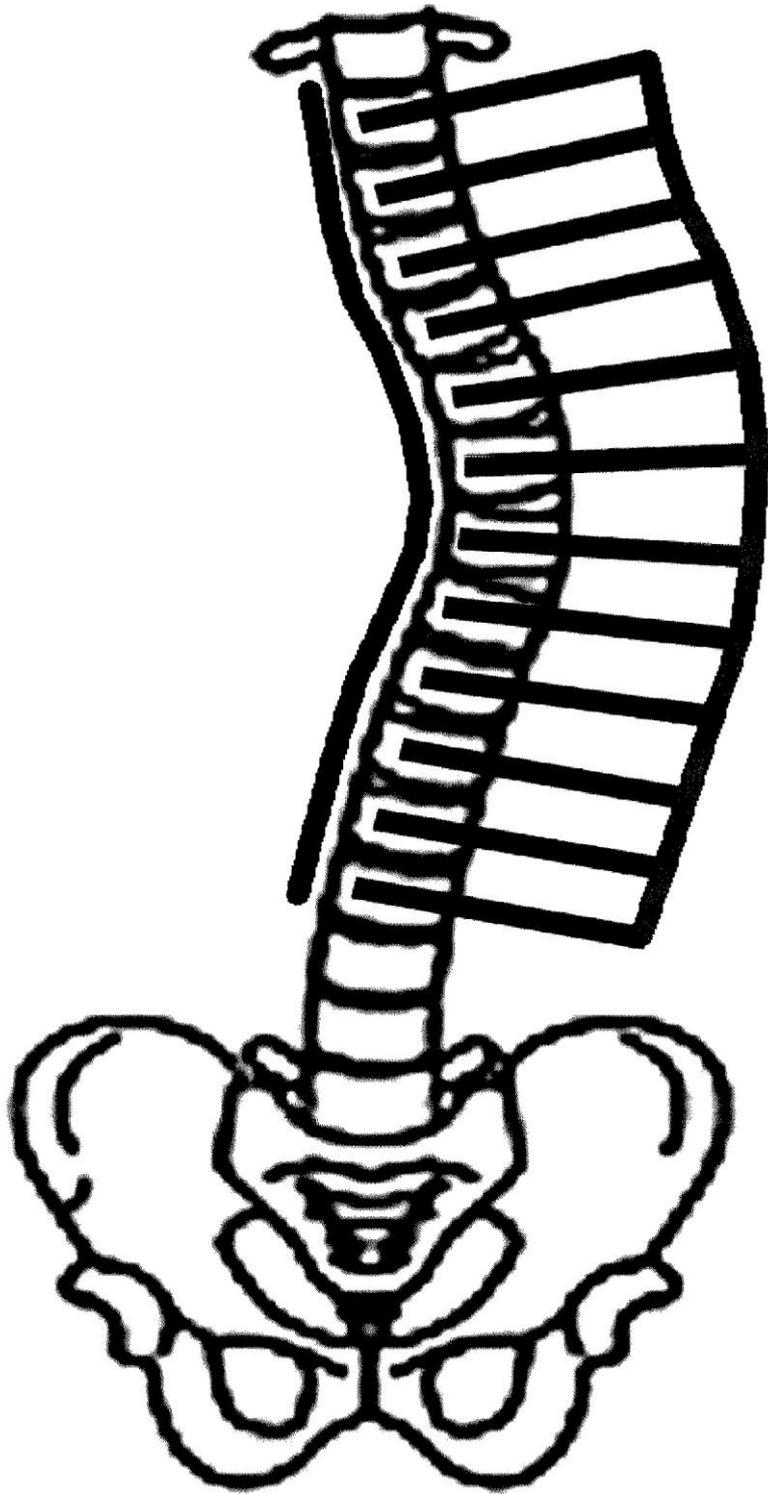


Fig.41

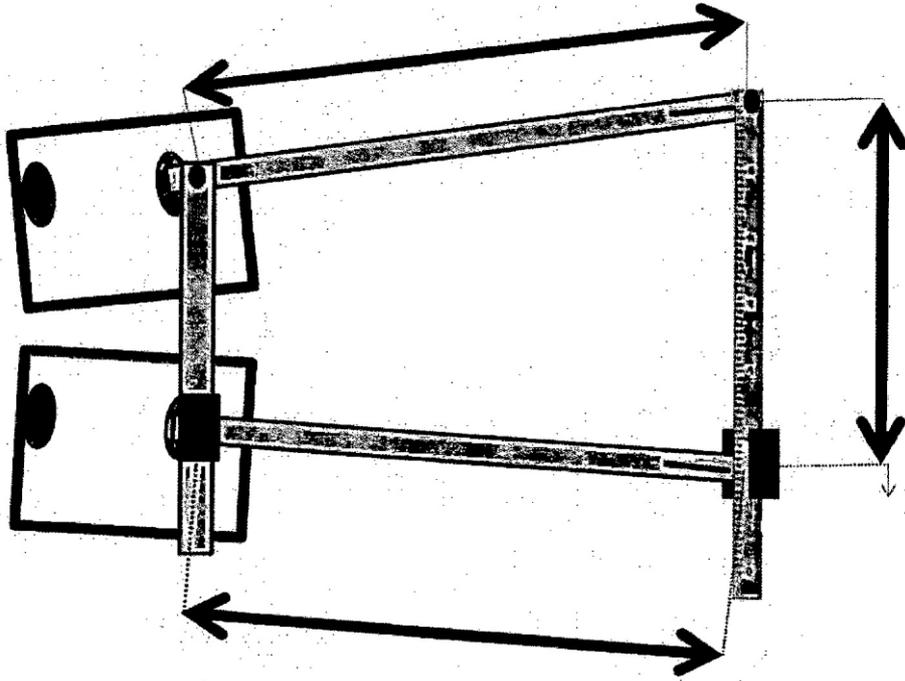


Fig.42

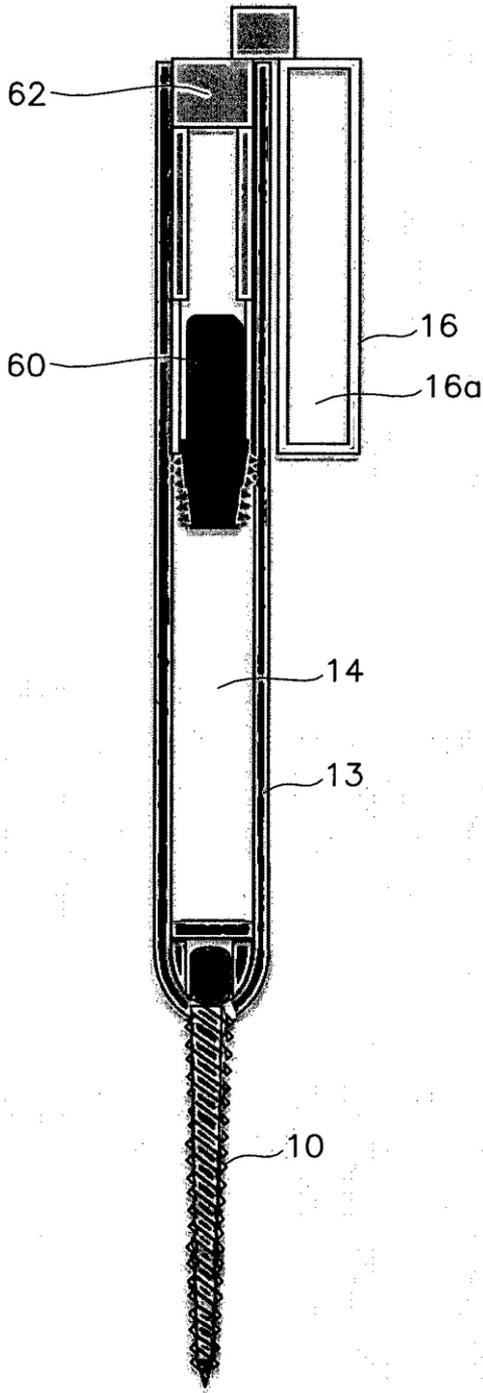


Fig. 43a

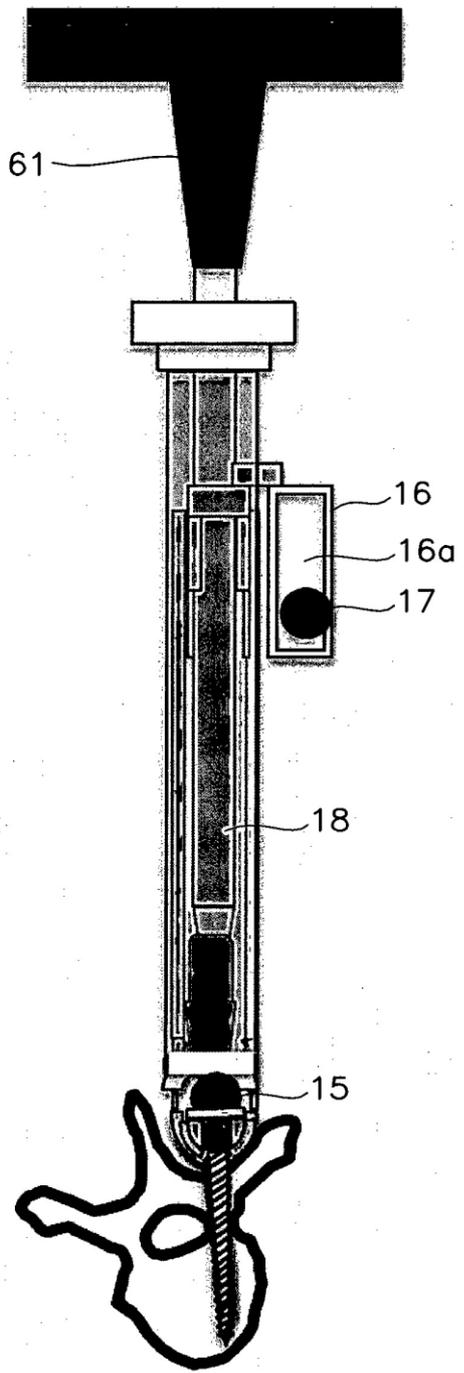


Fig. 43b

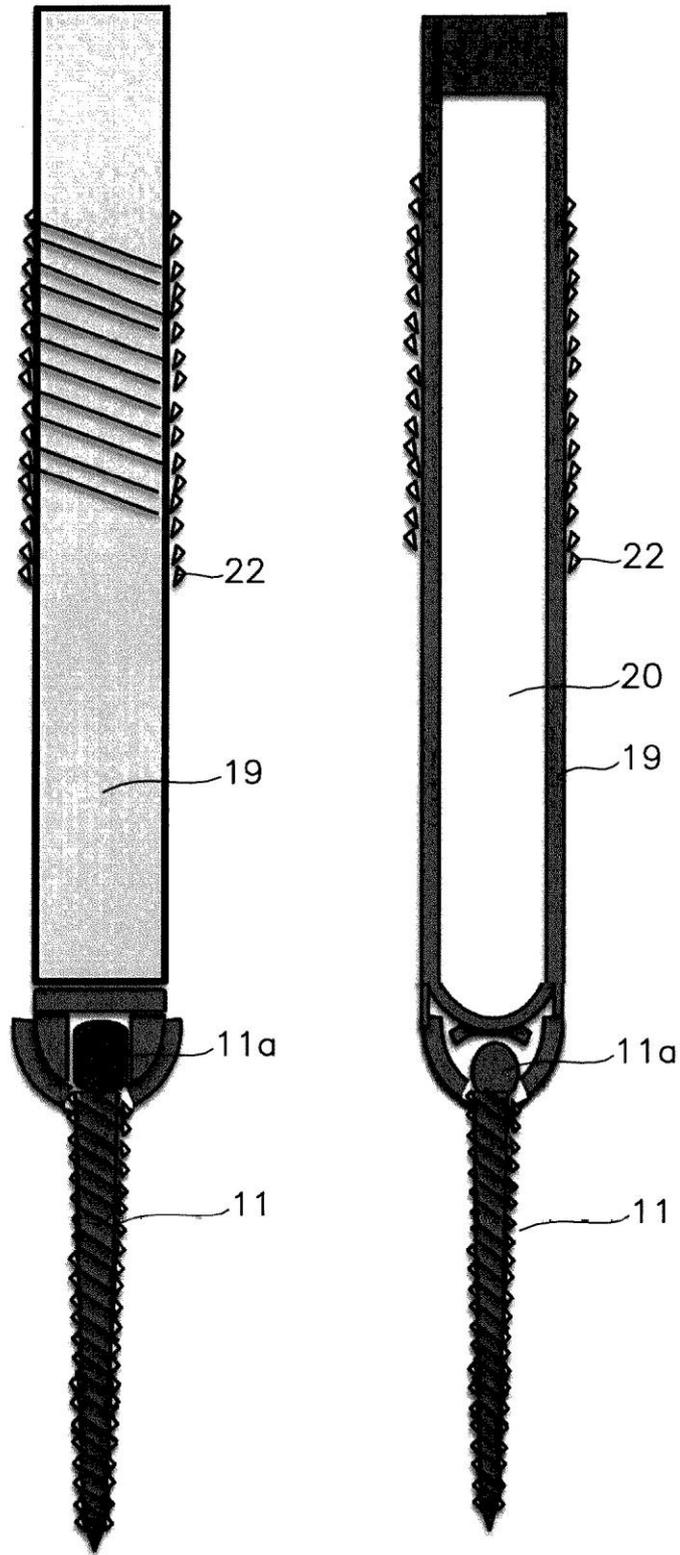


Fig.44a

Fig.44b

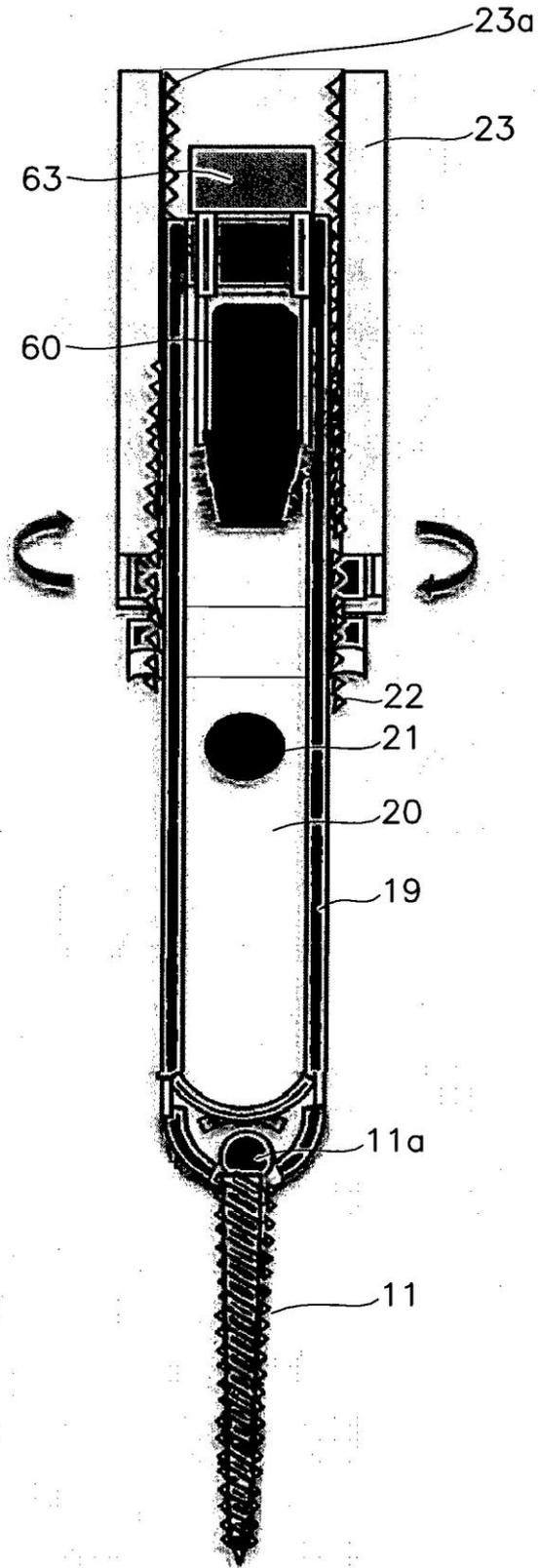


Fig. 45