

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 634**

51 Int. Cl.:
A61B 17/80 (2006.01)
A61B 17/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03028963 .1**
96 Fecha de presentación: **11.02.1998**
97 Número de publicación de la solicitud: **1402835**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2004**

54 Título: **SISTEMA DE PLACA CERVICAL ANTERIOR ÚNICA DE BLOQUEO.**

30 Prioridad:
11.02.1997 US 37139 P
11.02.1998 US 22293

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.01.2012

73 Titular/es:
WARSAW ORTHOPEDIC, INC.
2500 SILVEUS CROSSING
WARSAW, IN 46581, US

72 Inventor/es:
Michelson, Gary Karlin

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 371 634 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 placa cervical anterior única de bloqueo

5

1. Campo técnico de la Invención

La invención se refiere a un sistema de placa adaptado para su utilización en la columna vertebral cervical anterior humana para establecer contacto con la protuberancia anterior de, como mínimo, dos cuerpo vertebrales cervicales. Por lo tanto, la presente invención se refiere de manera general a implantes y a instrumentos para la fusión de la columna vertebral humana cervical desde la protuberancia anterior y, en particular, a sistemas de placas para alinear y mantener adyacentes las vértebras cervicales en una relación espacial seleccionada durante la fusión vertebral de dichas vértebras.

10

15

1. Descripción de las técnicas relacionadas

El documento US-A-5 531 746 (el preámbulo de la reivindicación 1 se basa en este documento) da a conocer un conjunto de implante cervical posterior para mantener adyacentes vértebras inmovilizadas mediante fijación a superficies posteriores de las mismas, comprendiendo una placa alargada, que tiene, como mínimo, dos orificios pasantes dispuestos en relación separada uno con respecto al otro a lo largo de un eje longitudinal de los mismos; una serie de elementos de acoplamiento cada uno de los cuales tiene un volumen interior hemisférico y siendo insertable cada uno de dichos elementos de acoplamiento en un correspondiente orificio pasante, así como una serie de orificios para huesos, teniendo cada uno de dichos tornillos para huesos una parte de la cabeza de forma hemisférica y un vástago, siendo insertable dicho vástago a través del correspondiente orificio pasante hacia dentro del orificio de la vértebra y estando montada dicha cabeza hemisférica con capacidad de rotación libre dentro del volumen interior hemisférico dentro del elemento de acoplamiento antes de inserción y de manera tal que el vástago del tornillo para huesos y el elemento de acoplamiento pueden ser insertados en un orificio pasante correspondiente y dicho vástago del tornillo para huesos puede ser insertado en la masa lateral en un ángulo seleccionado dentro de un rango predeterminado de ángulos, incluyendo ángulos no perpendiculares con respecto a la placa y bloqueando de esta manera dicho elemento de acoplamiento y dicha cabeza hemisférica con dicha placa a dicho ángulo seleccionado cuando dicha cabeza hemisférica y dicho elemento de acoplamiento son obligados a avanzar hacia dentro de dicho orificio pasante correspondiente.

20

25

30

35

40

Es práctica habitual en esta técnica utilizar sistemas de colocación de placa cervical para el objetivo indicado. Estos sistemas están compuestos esencialmente de placas y tornillos para alinear y mantener las vértebras en posición deseada una con respecto a otra. Los más primitivos de dichos dispositivos consistían en placas y tornillos de acero inoxidable y requerían que los tornillos pasaran por completo a través de las vértebras hacia dentro del canal espinal a efectos de acoplarse a los tejidos óseos resistentes (córtez posterior) de los cuerpos vertebrales. Esto requería la capacidad de observar o visualizar esta área radiográficamente, lo que no siempre es posible, especialmente en la parte de la espina dorsal cervical inferior en la que las vértebras pueden encontrarse ocultas radiográficamente por la acción de los hombros.

45

50

A efectos de formar orificios en los cuerpos vertebrales para la inserción de cada uno de los tornillos, se llevó a cabo una operación de taladrado seguida de una operación de roscado. Cada una de estas operaciones comportaba el paso de un instrumento de modo completamente pasante por el cuerpo vertebral asociado, pasando hacia dentro de la espina dorsal. Por lo tanto, estos instrumentos llegan a mucha proximidad de la médula espinal y el saco dural que se hallan a mucha proximidad de las superficies posteriores de los cuerpos vertebrales. Cualquier procedimiento que introduzca un objeto en el canal espinal presenta serios riesgos que son una preocupación para el cirujano.

55

60

La técnica convencional de formación de un orificio receptor de un tornillo óseo en los cuerpos vertebrales por taladrado tiene una serie de desventajas significativas. Por ejemplo, el taladrado elimina material óseo, dejando un hueco y teniendo como resultado una pérdida de material óseo. El taladrado provoca también microfracturas del hueso en el interfaz entre la broca y el hueso, y las líneas de fractura resultantes tienden a propagarse en direcciones perpendiculares a la pared del orificio. De manera más específica, el material del hueso es esencialmente un tipo de cerámica que muestra un modelo de fractura frágil en su formación y propagación como respuesta al taladrado. Además, el taladrado genera calor, que puede tener como resultado necrosis térmica del material del hueso, precisamente en el interfaz entre el hueso y el tornillo que se ha instalado a continuación, siendo la necrosis muy perjudicial. Cualquier hueso que experimente necrosis será posteriormente reabsorbido por el cuerpo como parte del proceso de reparación del hueso y esto puede conducir al aflojamiento del tornillo.

65

Otro problema con el taladrado es que la trayectoria de la broca es difícil de controlar y dado que la broca funciona por rotación, puede proyectar tejido blando alrededor de la placa asociada. Además, excepto si se toma gran cuidado, la broca puede ser conducida de manera significativa más allá del córtex posterior, provocando daños irreparables dentro del canal espinal. Finalmente, una broca se puede doblar y romper dentro del cuerpo vertebral y

entonces puede provocar graves daños, dado que la parte de la broca que todavía gira entra en la herida, mientras la parte de la broca que se ha roto puede sobresalir peligrosamente desde el cuerpo vertebral o se puede romper a nivel de la superficie superior de dicho cuerpo, de manera que quedará introducida en él de manera irrecuperable. En cualquier caso, las maniobras que se tienen que realizar para recuperar la parte rota de la broca prolongarán inevitablemente y complicarán el proceso quirúrgico.

En los sistemas conocidos de colocación de placas se han presentado problemas por el aflojamiento y por fallos de los elementos utilizados, rotura de los tornillos y de las placas y paso de los tornillos a la zona de la garganta del paciente. Estos eventos requieren en general otros procesos quirúrgicos para sustituir las partes rotas de las placas y de los tornillos por completo, y reparan los daños que se puedan haber causado.

Otros problemas que se han presentado con los sistemas conocidos son el resultado del fallo de los tornillos en conseguir la suficiente introducción en el hueso y la desaparición del fileteado de rosca del tornillo.

Asimismo la utilización de los sistemas conocidos de colocación de placas puede resultar en una pérdida de lordosis, que es la curva normal en la espina dorsal cervical vista lateralmente.

Los sistemas conocidos de colocación de placas experimentan además problemas en relación con los procedimientos en los que se colocan injertos óseos entre cuerpos vertebrales para conseguir fusión entre cuerpos que se cura por un proceso llamado "sustitución lenta" ("creeping substitution"). En este proceso el hueso del interfaz entre el injerto y las vértebras es eliminado por un proceso biológico que comporta la producción de poderosos ácidos y enzimas, como preludio de la invasión del interfaz por tejido vivo y el depósito o crecimiento de nuevo hueso. Si bien las placas permiten la alienación apropiada de las vértebras y su fijación rígida, pueden retener, por lo tanto, al mismo tiempo y de forma desafortunada, las vértebras separadas, mientras que en la fase de reabsorción del proceso de sustitución lenta se forman unos intersticios en el hueso en el lugar de la fusión, con el resultado de que no tiene lugar la fusión deseada. Este fallo es conocido como pseudoartrosis. Cuando ocurre este fallo, los elementos utilizados o hardware se rompen frecuentemente o se sueltan de la espina dorsal, requiriendo por lo tanto otro proceso quirúrgico para retirar los componentes que se han roto y un proceso quirúrgico adicional para intentar nuevamente la fusión.

Como respuesta a los problemas que se han descrito, se ha desarrollado y/o propuesto una segunda generación de sistemas de colocación de placas. Éstos comprenden el sistema que se da a conocer en las Patentes USA nº 5.364.399 de Lowery y 5.423.826 de Morscher, así como los sistemas de colocación de placa y bloqueo de la espina dorsal cervical de SYNTHES Spine, la placa DANEK ORION, la placa CODMAN SHURTLEFF y la placa SMITH NEPHEW RICHARDS, entre otras. Los elementos de formación de los sistemas de esta segunda generación tienen una serie de características comunes. Todos ellos están realizados a base de una aleación de titanio o de titanio puro en vez de acero inoxidable, para minimizar reacciones adversas de los tejidos y además son compatibles con MRI, lo cual no ocurre con el acero inoxidable. Los tornillos y las placas han recibido un grosor adicional a efectos de conseguir una mayor resistencia. Los tornillos tienen diámetros más grandes para mejorar su anclaje sin requerir que se acoplen con el córtex posterior de los cuerpos vertebrales. Un suave contorneado longitudinal de las placas se utiliza para permitir una cierta lordosis, y/o un contorneado transversal limitado para seguir mejor la forma general curvada de la parte frontal de los cuerpos vertebrales. Se utilizan mecanismos para asegurar los tornillos de los huesos vertebrales a sus placas asociadas, de manera que impide que los tornillos puedan escapar. Si bien esta segunda generación de sistemas de colocación de placas representa una mejora significativa con respecto a los sistemas anteriores, todavía persisten algunos problemas, mientras que se han creado otros nuevos.

Por ejemplo, dado que los tornillos ya no se prolongan hacia dentro del córtex posterior, es habitual que las roscas de los orificios roscados para los tornillos se desprendan y que los tornillos no consigan un anclaje adecuado. Además, la rotura del tornillo continúa siendo experimentada y tiene lugar de manera muy habitual en la unión del tornillo al perfil posterior de la placa. Los tornillos utilizados tanto en el sistema SYNTHES como en el sistema SMITH NEPHEW RICHARDS son especialmente vulnerables a este problema porque estos tornillos son huecos al nivel en que se acoplan a la placa para permitir la recepción interna de los tornillos de bloqueo.

En un intento de impedir rotura del tornillo en la unión del tornillo a la placa, los diseños más recientes de tornillos tienen un mayor diámetro del fondo desde la punta a la cabeza, lo que ha resultado hasta el momento en una rosca lisa y roma, casi inutilizable, cerca de la cabeza del tornillo con reducido poder de retención y poca realimentación táctil al cirujano para señalarle la terminación del apriete antes del corrimiento del tornillo dentro del hueso. Basándose en estudios empíricos para comprobar estos tornillos de la técnica anterior, se ha observado que era preferible la utilización de un orificio previamente roscado en vez de un tornillo autorroscante para mejorar la resistencia a la extracción, y, por lo tanto, estos tornillos no han sido de tipo autorroscante, por lo que los orificios para los tornillos debe ser pre-roscados. Dado que la parte de corte de la rosca de un macho de roscar es necesariamente aguda y debe girar para realizar su trabajo, existe un grave riesgo de daños a los tejidos blandos circundantes cuando se utiliza. Esto se combina con el hecho de que las placas utilizadas en estos sistemas no proporcionan un perfil de eje suficientemente largo para permitir de manera completa la lordosis y no tienen un contorno transversal suficiente para impedir el filo de la placa alrededor de su eje longitudinal, adaptándose a la

forma anterior de los cuerpos vertebrales, de manera que estas placas no impiden que los tejidos blandos vayan penetrando desde los lados y por debajo de los orificios del tornillo exponiendo por lo tanto estos tejidos a daños por la acción de la broca y del macho de roscar. Si bien es posible, en el momento de la cirugía, realizar ciertos cambios en el perfil de forma de estas placas, esto está en general limitado al contorneado del eje longitudinal y muy frecuentemente provoca la distorsión de los orificios para tornillos del hueso en la placa y los orificios de tornillos en las uniones de la placa, de manera tal que tiene un efecto adverso en el acoplamiento de tornillo y placa. La falta de un contorneado apropiado impide que estas placas tengan un perfil óptimamente bajo con respecto a la espina dorsal.

En algunos sistemas de colocación de placas cervicales de segunda generación continúan presentándose casos de escape de los tornillos, porque estas placas no han podido ser diseñadas para permitir el bloqueo de todos los tornillos. De manera específica, si bien los diseñadores de estas placas han reconocido la importancia de la fijación de los tornillos para huesos a las placas, han sido incapaces de bloquear todos los tornillos y han tenido que conformarse con dejar algunos de los tornillos sin bloquear.

Además, algunos de estos sistemas de segunda generación utilizan pequeñas y delicadas piezas de “relojería” para conseguir la interconexión. Estas piezas se caracterizan por la necesidad de acoplarlas con destornilladores de punta pequeña especialmente delicados. Estos componentes de interconexión pasan a ser fácilmente ineficaces por cualquier esfuerzo para alterar los contornos de una placa durante la cirugía.

A pesar de la mejora de estos sistemas de colocación de placas de segunda generación con respecto a los primeros problemas mencionados, los problemas todavía persisten, siendo el más importante de ellos la pseudoartrosis, y particularmente la pseudoartrosis por desviación (“distraction pseudoarthroses”). Si bien estas placas de segunda generación han conducido claramente a un incremento de la tasa de fusión, cuando tiene lugar el fallo en la generación de fusión, éste se ve acompañado en general por una reabsorción del hueso a lo largo de una línea en la unión del injerto a la vértebra, lo cual se puede apreciar en una radiografía.

En el caso de las placas y tornillos débiles de primera generación, las placas pueden retener las vértebras separadas, impidiendo la fusión, pero solamente hasta la rotura de los elementos mecánicos o hardware, superando la desviación y permitiendo entonces que tuviera lugar la fusión. Los sistemas de segunda generación de placas son demasiado resistentes para permitir que esto ocurra, requiriendo por lo tanto otros procesos quirúrgicos para la corrección de la pseudoartrosis.

Las placas de compresión son bien conocidas y ampliamente utilizadas en cirugía ortopédica para la estabilización de los huesos tubulares y en algunos casos también de los huesos planos. Estas placas se pueden basar en ciertos medios de compresión externa o pueden ser de tipo autocompresión, basándose en la capacidad de la cabeza del tornillo en deslizarse dentro de una ranura con rampa, de manera tal que el apriete de los tornillos de los huesos con intermedio de la palca imparte un movimiento lineal perpendicular a los ejes de los tornillos. La Patente USA Nº 5.180.381 da a conocer un intento de utilizar este mecanismo en relación con la fijación espinal anterior.

No obstante, se ha observado que la totalidad de los sistemas de placas de tipo autocompresión que se han propuesto tienen en común la necesidad de un tornillo que se acople tanto al córtex próximo como al córtex distal, (envolvente ósea de un material óseo muy denso), a efectos de anclar la punta del tornillo de manera tal que permita que la placa se desplace con respecto al tornillo cuando se efectúa el apriete en vez de permitir que la placa desplace el tornillo fuera del eje. No obstante, tal como se ha explicado anteriormente en esta descripción, cuando un tornillo tiene que acoplarse en el córtex posterior del cuerpo vertebral, es necesario que la broca y el macho de roscar que forma el orificio del tornillo, así como la propia punta del tornillo, entren en el canal espinal, exponiendo por lo tanto la médula espinal a sufrir daños.

Si bien el sistema que se da a conocer en la Patente USA Nº 5.180.381 evita este peligro al acoplar la placa extrema del cuerpo vertebral en vez del córtex del cuerpo vertebral posterior, la trayectoria del tornillo es necesariamente muy corta, de manera que existe muy poca oportunidad de que el tornillo se rosque para conseguir un anclaje adicional dentro de un cuerpo vertebral. Parecía, por lo tanto, que en la medida en que el dispositivo que se da a conocer en la Patente USA Nº 5.180.380 es capaz de conseguir los objetivos indicados, efectuaría tracción de la parte frontal de la espina dorsal en mayor medida que la parte posterior y no parecería comprimir la parte posterior de los cuerpos vertebrales en absoluto, produciendo de esta manera una pérdida iatrogénica no deseable de la lordosis cervical normal. Esta situación altera la biomecánica normal de la espina dorsal cervical y es potencialmente muy peligrosa.

La creación de compresión entre vértebras adyacentes ofrecería una serie de ventajas, incluyendo una pseudoartrosis por desviación más reducida, área superficial incrementada de contacto entre el injerto y las vértebras al ser obligadas unas contra otras las superficies ligeramente no correspondientes, una mayor estimulación osteogénica, dado que las cargas de compresión estimulan la formación ósea, y un injerto por fusión incrementado, así como mayor estabilidad del segmento espinal.

Entre los nuevos problemas creados por estos sistemas de segunda generación se encuentra la tendencia de que las pequeñas piezas de "relojería" utilizadas para bloquear los tornillos de los huesos a las placas se caigan del destornillador utilizado para su fijación o se caigan fuera de las patas asociadas y se pierdan en la herida. Además, estas pequeñas piezas son muy frágiles y requieren instrumentos adicionales especializados para su inserción y/o manipulación. Además, la colocación incorrecta de un tornillo para huesos con respecto al eje del orificio de la placa puede hacer impracticable el mecanismo de bloqueo del tornillo o puede provocar la formación de virutas agudas de titanio al ser introducido un tornillo de bloqueo en contacto con un tornillo para huesos que se ha acoplado de manera impropia. Los medios para establecer la alineación del tornillo para huesos con el orificio de la placa y su preparación son poco fiables. Además, la mayor parte de estos sistemas de segunda generación no tienen medios eficaces y fiables para el posicionado y retención de la placa durante el acoplamiento.

A continuación se resumirán características específicas de diferentes sistemas de la técnica anterior.

El sistema que se da a conocer en las patentes U.S.A. Nº 5.364.399 y Nº 5.423.826, que se han citado anteriormente en esta descripción, comprende una delgada placa de acero inoxidable que permite la colocación de un tornillo bicortical desplazado de lado a lado, cuya placa tiene una combinación de orificios y ranuras para los tornillos.

El sistema "Acromed" comprende una placa y tornillos de titanio que requieren colocación bicortical del tornillo. Este sistema no comprende medios de bloqueo para los tornillos para huesos.

El sistema que se da a conocer en la patente U.S.A. Nº 5.180.381 comprende una placa con forma de "H" que tiene una combinación de ranuras con rampa y un orificio que requiere colocación bicortical de un tornillo con un ángulo de 45° con respecto al plano de la placa. Esta patente da a conocer que este posicionado angular está destinado al objetivo de producir compresión.

El sistema de placa SYNTHES Morscher utiliza cabezas de tornillos huecas con ranuras. Los tornillos son colocados de forma unicortical, de manera que las cabezas, cuando están bien alineadas, descansan en la parte superior de los orificios de la placa. La parte superior de cada tornillo está interiormente roscada para recibir un tornillo pequeño que está roscado en la cabeza del tornillo para huesos, a efectos de incrementar el montaje con interferencia entre la cabeza del tornillo para huesos y la pared del orificio de la placa asociada.

En el sistema que se da a conocer en las patentes U.S.A. Nº 5.364.399 y Nº 5.423.826, se utilizan pares de tornillos unicorticales para huesos que pueden ser bloqueados en su lugar por ambos extremos de la placa asociada, mediante tornillos de bloqueo que tienen un vástago de pequeño diámetro y una cabeza grande. En cada extremo de una placa, dos tornillos para huesos pueden ser bloqueados en posición por un solo tornillo de bloqueo que está situado entre los tornillos para los huesos. De modo general, la placa está dotada, entre sus dos extremos, de una ranura o ranuras en diagonal para recibir uno o varios tornillos adicionales, siendo fijable cada uno de los tornillos adicionales en un injerto para huesos o una vértebra correspondiente, que es tensado por la placa. No hay tornillo de bloqueo asociado con estos tornillos para huesos intermedios para bloquear los tornillos para huesos a la placa.

El sistema de placa Codman Shurtleff utiliza el lado de un remache previamente montado que tiene cabeza rotativa para presionar contra el lateral del cabezal de un tornillo para huesos, a efectos de fijar dicho tornillo a la placa. Las placas de este sistema están también dotadas de orificios para recibir tornillos intermedios, pero estos tornillos no están asociados con ningún medio de bloqueo.

Si bien los diseñadores de los sistemas últimamente mencionados han reconocido la importancia de bloquear los tornillos para huesos en posición sobre las placas asociadas, no han proporcionado bloqueo de los tornillos para huesos de tipo intermedio en sus orificios asociados.

En una versión inicial del sistema Codman Shurtleff, el sistema de bloqueo era una palanca pivotante alrededor de un vástago que pasa por completo a través de la placa, y luego se abocina a efectos de retener el vástago dentro de la placa. La palanca era objeto de rotación después de que el tornillo para huesos había sido insertado para acoplar la cabeza del tornillo para huesos y fijar, de esta manera, el tornillo para huesos a la placa.

Basándose en una consideración de las características de todos los sistemas de colocación de placas cervicales conocidos, resulta que sigue subsistiendo la necesidad de conseguir un sistema mejorado que tenga la siguiente combinación de características:

- 1) La placa debe ser suficientemente resistente para llevar a cabo la función prevista sin fallo mecánico;
- 2) La placa debe estar preformada en tres dimensiones, a efectos de adaptarse anatómicamente tanto en el plano longitudinal como en el plano transversal a la espina dorsal cervical anterior;
- 3) La placa debe estar construida de forma que la totalidad de los tornillos para huesos son, en general, perpendiculares a la placa cuando se observan desde un lado, pero los pares de tornillos son altamente

convergentes correspondiendo a cualquier nivel vertebral cuando se observan desde la parte baja o desde el extremo;

4) Cada par de tornillos se acopla en las correspondientes vértebras y la elevada convergencia de tornillos en un par permite que la longitud de los tornillos que acoplan el hueso sea más larga, permaneciendo todavía dentro de la vértebra, y proporcionando un acoplamiento más seguro y resistente con las vértebras;

5) El sistema debe comprender tornillos para huesos capaces de conseguir un mayor anclaje dentro del hueso del cuerpo vertebral, y sin la necesidad de penetrar en el córtex vertebral posterior y entrar en el canal vertebral;

6) Se debe utilizar un tornillo autorroscante, eliminando de esta manera la necesidad de las etapas separadas de roscado;

7) Se debe disponer un medio fiable para acoplar y maniobrar la placa durante la instalación;

8) La placa debe ser acoplable con un instrumento que pueda producir de manera fiable orificios para los tornillos para huesos que son coaxiales con los orificios para los tornillos de la placa;

9) Debe ser posible preparar el hueso vertebral para recibir los tornillos para huesos, a efectos de producir una conexión más resistente y un menor peligro de pasado de la rosca por medio de un punzón de un orificio piloto que crea un orificio piloto para los tornillos para huesos;

10) De forma alternativa a la utilización de un punzón para un orificio piloto, se debe utilizar una broca de diámetro relativamente pequeño (en comparación con el diámetro de fondo global del tornillo), a efectos de crear el orificio piloto;

11) Se deben disponer medios para el bloqueo de todos y cada uno de los tornillos para huesos en posición relativa con respecto a la placa, y los medios de bloqueo deben ser de dimensiones y resistencias suficientes para llevar a cabo las funciones previstas;

12) Los medios de bloqueo de los tornillos para huesos deben poder ser preferentemente retenidos por la placa antes de la inserción del tornillo para huesos o deben ser acoplables de manera fiable a un destornillador para impedir que las piezas pequeñas se puedan soltar en la herida; y

13) El sistema debe ser capaz de llevar a cabo la compresión de los segmentos vertebrales a fusionar, manteniendo simultáneamente y reestableciendo la lordosis.

OBJETIVOS DE LA INVENCION

Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un sistema de placa cervical anterior mejorada que presenta las características antes descritas y que evita muchos de los inconvenientes de los sistemas anteriormente conocidos.

Otro objetivo de la invención consiste en dar a conocer un sistema de placa cervical anterior que permite la compresión intersegmental del segmento vertebral (compresión de las vértebras adyacentes y del injerto de fusión en el espacio del disco entre las vértebras adyacentes) en caso de lordosis, y de manera similar, en caso deseado, en compresión multisegmento.

Otro objetivo de la invención consiste en dar a conocer una placa construida para acoplarse de manera fiable a un instrumento para formar todos los orificios de tornillos para huesos coaxiales con los orificios formados en la placa, teniendo el instrumento medios integrales de limitación de la profundidad que limitan por completo el peligro de perforación de la pared vertebral posterior o entrada en el canal vertebral.

Otro objetivo de la invención consiste en dar a conocer un sistema en el que los tornillos para huesos y los mecanismos de bloqueo, una vez instalados, presentan un perfil bajo.

Los objetivos indicados, así como otros objetivos y características de la invención quedarán más claramente comprensibles de la siguiente descripción de realizaciones preferentes de la invención, que se facilita con referencia a los dibujos adjuntos que muestran realizaciones de la invención únicamente a título de ejemplo no limitativo.

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

La presente invención da a conocer un sistema de placa que tiene las características de la reivindicación 1. Otras realizaciones de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

El sistema de placas de la invención comprende una placa que tiene una longitud suficiente para cubrir un espacio discal y para solaparse, por lo menos en parte, como mínimo, con dos vértebras cervicales adyacentes, siendo una parte sustancial de la superficie inferior de la placa preferentemente bicóncava, es decir, curvada de forma cóncava a lo largo de una parte sustancial del eje longitudinal de la placa y curvada de forma cóncava a lo largo de una parte sustancial del eje transversal de la placa. La superficie inferior de la placa puede estar también texturada y/o tratada para inducir crecimiento óseo a lo largo de la superficie inferior de la placa que establece contacto con las vértebras cervicales. La placa está dotada de una serie de orificios receptores de tornillos para huesos que atraviesan la placa, desde la superficie superior a la superficie inferior de la misma y, como mínimo, un elemento de bloqueo está asociado con el orificio receptor del tornillo para huesos. La placa y sus piezas componentes pueden estar

realizadas a base de cualquier material de calidad de implante adecuado para su utilización en el cuerpo humano, y la placa y componentes asociados pueden quedar realizados en un material bioabsorbible.

5 Los tornillos para huesos son insertables, cada uno de ellos, en los respectivos orificios de recepción para los tornillos para huesos, a efectos de acoplamiento de la placa a una vértebra. Un elemento de bloqueo puede ser acoplado a un rebaje receptor del elemento de bloqueo y tiene una cabeza formada para el bloqueo de los tornillos para huesos en la placa.

10 En la presente invención, un elemento de bloqueo se acopla dentro de un orificio correspondiente receptor de un tornillo para huesos, para bloquear un correspondiente tornillo para huesos en su lugar. De acuerdo con esta segunda realización de la invención, cada uno de los tornillos para huesos es bloqueado en la placa por medio de un elemento de bloqueo individual que establece contacto, como mínimo, una parte del tornillo para huesos. Dado que no es necesario formar otros orificios en la placa para fijar los elementos de bloqueo en la placa, la placa es muy resistente.

15 Los elementos de bloqueo pueden adoptar múltiples formas para conseguir el objetivo deseado tal como, sin que ello sirva de limitación, tornillos, caperuzas roscadas, remaches, tornillos prisioneros, elementos salientes y similares.

20 Asimismo, se da a conocer un nuevo tornillo para huesos destinado a impedir la salida o extracción del tornillo durante su utilización. Ello se consigue por un diseño que incluye un tornillo en el que el diámetro externo o diámetro de crestas de la rosca se mantiene sustancialmente constante a lo largo de toda la longitud del eje del tornillo para huesos, desde debajo de la cabeza hasta la punta, en la que los filetes de rosca con un diámetro externo más reducido facilitan la inserción. La punta del tornillo presenta una ranura en su extremo distal para que sea autorroscante. La rosca tiene asimismo un perfil extremadamente delgado y agudo para el corte del material del hueso de la columna, conservando la integridad del mismo.

25 El sistema de colocación de placas no requiere que la cabeza del tornillo para huesos sea hueca, o que se coloquen orificios adicionales a través de la placa además de los dispuestos para el paso de los tornillos para huesos. Se observará que los tornillos para huesos se debilitan cuando sus cabezas son huecas y que las placas se debilitan cuando quedan dotadas de orificios adicionales.

30 De forma adicional, la placa de los sistemas que se han indicado permite la alineación apropiada de los orificios de la placa para los tornillos para huesos y para que la placa se aplique fácilmente a las vértebras en una acción de compresión. Las placas comprenden ranuras apropiadas y medios de acoplamiento para el acoplamiento de instrumentos de compresión, que se describen más adelante de forma detallada, para aplicar una fuerza de compresión entre vértebras adyacentes a las que está acoplada la placa, de manera fácil y fiable.

35 Se da a conocer un dispositivo de impulsión del tornillo de bloqueo mejorado. El dispositivo de impulsión proporciona una interferencia de acuñamiento con un rebaje en la cabeza de los tornillos para huesos y la cabeza de los elementos de bloqueo. El mismo dispositivo de impulsión puede ser utilizado tanto para tornillos para huesos como para elementos de bloqueo. El dispositivo de impulsión asegura que el elemento de bloqueo no puede caer del dispositivo de impulsión, perdiéndose en la herida. El dispositivo de impulsión tiene un extremo cónico para facilitar la inserción en el rebaje complementario en la cabeza del tornillo y se utiliza para acoplar y recoger los elementos de bloqueo. De manera alternativa, el alojamiento de recepción puede ser cónico con el mismo objetivo.

40 De forma alternativa, se da a conocer una combinación del tornillo para huesos y del dispositivo de impulsión del tornillo de bloqueo en la que el dispositivo de impulsión de tornillos para huesos atraviesa una abertura longitudinal en el dispositivo de impulsión de tornillos de bloqueo, de manera que el tornillo para huesos y el tornillo de bloqueo pueden ser cargados antes de la inserción del tornillo para huesos y ambos pueden ser apretados con un instrumento sin retirarlo de su posición.

45 Asimismo, se dan a conocer instrumentos para formar orificios piloto para ayudar en la facilidad y precisión de los tornillos para huesos y para crear una fuerza de compresión entre vértebras adyacentes durante la instalación de la placa y para retener la placa durante la instalación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Las realizaciones, según las figuras 1-46, 60-62, 70-79, 83-84E no forman parte de la invención.

60 La figura 1 es una vista en perspectiva, desde la parte superior, de una primera realización de una placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal en la parte cervical.

La figura 2 es una vista superior en planta de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical mostrada en la figura 1.

- La figura 3 es una vista en alzado lateral de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical mostrada en la figura 1.
- La figura 4 es una vista desde un extremo de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical mostrada en la figura 1.
- 5 La figura 5 es una vista inferior en planta de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical mostrada en la figura 1.
- La figura 6 es una vista superior en planta de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical mostrada en las figuras 1-5, con elementos de bloqueo montados en una configuración abierta.
- La figura 7 es una vista superior en planta de una modificación de la placa de las figuras 1-6 con un elemento de bloqueo de cuatro tornillos para huesos colocados.
- 10 La figura 8 es una vista superior en planta de otra realización de una placa de bloqueo cervical, según la figura 1, con una ranura central alargada para mayor capacidad de compresión.
- La figura 9 es una vista superior en planta de un elemento de bloqueo que no forma parte de la invención, a utilizar con las placas de las figuras 1-6.
- 15 La figura 10 es una vista superior en planta de un elemento de bloque a utilizar con la abertura central de la placa de las figuras 7 y 22.
- La figura 11 es una vista superior en planta de una caperuza de bloqueo para su utilización en las aberturas extremas que se han mostrado en las figuras 1, 6 y 7.
- La figura 12 es una vista en alzado lateral del elemento de bloqueo de la figura 16.
- 20 La figura 13 es una vista en alzado lateral de otra realización del elemento de bloqueo de la figura 16.
- La figura 14 es una vista superior en perspectiva de una realización alternativa de placa de bloqueo múltiple de espina dorsal cervical a utilizar con remaches de bloqueo.
- La figura 15 es una vista inferior en planta de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical de la figura 14.
- 25 La figura 16 es una vista superior en planta de un elemento de bloqueo de dos tornillos para huesos.
- La figura 17 es una vista superior en planta de una realización alterativa de un elemento de bloqueo de cuatro tornillos para huesos que tiene ranuras en las cabezas para conseguir mayor flexibilidad de las aletas de bloqueo.
- La figura 18 es una vista superior en planta de un elemento de bloqueo de tipo remache a utilizar con la abertura central de la placa de la figura 14.
- 30 La figura 19 es una vista en alzado lateral de un elemento de bloqueo de remache que no corresponde a la presente invención.
- La figura 20 es una vista superior en perspectiva de la parte inferior de la cabeza del remache de la figura 19, vista desde las líneas 20-20.
- 35 La figura 21 es una vista superior en perspectiva de la parte de la cabeza de un elemento de bloqueo de tres tornillos para huesos.
- La figura 22 es una vista superior en perspectiva de una tercera realización de la placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical utilizando elementos de bloqueo en forma de caperuzas roscadas.
- 40 La figura 23 es una vista lateral en alzado de un elemento de bloqueo que no corresponde a la presente invención, a utilizar con la placa de la figura 22.
- La figura 24A es una vista en alzado lateral de un tornillo para huesos de acuerdo con la presente invención.
- La figura 24B es una vista en alzado lateral, a mayor escala, de un tornillo para huesos de la figura 24A.
- La figura 25 es una vista en alzado lateral de una realización alternativa de un tornillo para huesos de acuerdo con la presente invención.
- 45 La figura 26 es una vista extrema inferior del tornillo para huesos mostrado en la figura 24A.
- La figura 27 es una vista superior extrema del tornillo para huesos mostrado en la figura 24A.
- La figura 28 es una vista superior en perspectiva de una cuarta realización de placa de bloque múltiple para espina dorsal cervical.
- La figura 29 es una vista superior en perspectiva de un elemento de bloqueo a utilizar con la placa de la figura 50 28.
- La figura 30 es una vista en sección lateral parcial de la placa de la figura 28, a lo largo de las líneas 30-30, con un tornillo para huesos colocado.
- La figura 31 es una vista superior en perspectiva de la placa de la figura 1, posicionada contra el perfil anterior de tres cuerpos vertebrales sucesivos en la espina dorsal cervical, un soporte de la placa y un instrumento para formación de orificios receptores de tornillos para huesos en los cuerpos vertebrales.
- 55 La figura 32 es una vista en sección transversal de una parte del dispositivo para la formación de hueso, mostrada en la figura 31, según las líneas 32-32.
- La figura 33 es una vista lateral en alzado, en sección transversal parcial, que muestra una herramienta de un puesto de compresión y un puesto de compresión acoplado a la misma para inserción en un cuerpo vertebral.
- 60 La figura 34 es una vista en alzado lateral en sección parcial de la herramienta del puesto de compresión acoplada para el desmontaje del puesto de compresión con respecto al cuerpo vertebral.
- La figura 35 es una vista extrema de la parte inferior de la herramienta del puesto de compresión de la figura 34.
- La figura 36 es una vista en alzado lateral de un gancho de acoplamiento a una placa para su utilización con el aparato de compresión mostrado en la figura 38.

- La figura 37 es una vista en sección de la placa de un instrumento alternativo de formación de orificios en forma de una guía de broca y broca para utilización durante el proceso de instalación de la placa.
- La figura 38 es una vista en alzado lateral que muestra la compresión intersegmental de la espina dorsal y un aparato de compresión.
- 5 La figura 39 es una vista similar a la de la figura 38 mostrando el aparato de compresión en otra etapa del proceso de instalación de la placa.
- La figura 40 es una vista superior en perspectiva que muestra el bloqueo de los tornillos para huesos de la placa.
- 10 La figura 41 es una vista en sección lateral parcial de un elemento de bloqueo fijado a un instrumento de colocación.
- La figura 42 es una vista lateral parcial en sección de otra realización del elemento de bloqueo fijado al instrumento de colocación.
- La figura 43 es una vista parcial en sección que muestra una placa cervical, elemento de bloqueo y tornillos para huesos según las líneas 43-43 de la figura 40.
- 15 La figura 44 es una parte a mayor escala de un detalle a lo largo de la línea 44 de la figura 43.
- La figura 45 es una vista lateral en sección parcial de un soporte de placa fijado a una placa.
- La figura 46 es una vista lateral en sección transversal parcial de otro soporte de placa fijado a una placa.
- La figura 47 es una vista superior en perspectiva de una primera realización de una placa individual de bloqueo.
- 20 La figura 48 es una vista superior en planta de la placa mostrada en la figura 47.
- La figura 49 es una vista lateral en alzado de la placa mostrada en la figura 47.
- La figura 50 es una vista desde un extremo de la placa mostrada en la figura 47.
- La figura 51 es una vista inferior de la placa mostrada en la figura 47.
- La figura 52 es una vista superior en planta de la placa mostrada en la figura 47 con elementos de bloqueo en su lugar.
- 25 La figura 53 es una vista en alzado lateral de un tornillo para huesos utilizado con la placa mostrada en la figura 47.
- La figura 54 es una vista superior en planta del tornillo para huesos mostrado en la figura 53.
- La figura 55 es una vista del extremo inferior del tornillo para huesos de la figura 53.
- La figura 56 es una vista superior en planta de una caperuza de bloqueo para su utilización con una placa individual de bloqueo según la figura 47.
- 30 La figura 57 es una vista lateral en alzado de la caperuza de bloqueo mostrada en la figura 56.
- La figura 58 es una vista inferior en planta de la caperuza de bloqueo mostrada en las figuras 56 y 57.
- La figura 59 es una vista inferior en perspectiva de la caperuza de bloqueo de las figuras 56-58.
- 35 La figura 60 es una vista superior en perspectiva de la placa individual de bloqueo de la figura 47 mostrada en su retención por el soporte de la placa contra tres cuerpos vertebrales, con el instrumento de formación del orificio para punzonado de un orificio piloto en los cuerpos vertebrales para recibir un tornillo para huesos.
- La figura 61 es una vista lateral en alzado con corte parcial, del instrumento para formación de orificios roscado a un orificio receptor de un tornillo para huesos.
- 40 La figura 62 es una vista en sección lateral, en perspectiva, de la broca y guía de broca acoplados por rosca a la placa para taladrar un orificio en la inserción de un tornillo para huesos.
- La figura 63 es una vista en perspectiva superior de una placa individual de bloqueo instalada a lo largo de un segmento de la columna vertebral con dos caperuzas de bloqueo instaladas en dos orificios receptores de tornillos para huesos.
- 45 La figura 64 es una vista lateral en alzado, con sección parcial, de una caperuza de bloqueo acoplada a un dispositivo de impulsión para instalar la caperuza de bloqueo.
- La figura 65 es una vista en sección parcial de la placa, tornillos para huesos y caperuzas de bloqueo, según la línea 65-65 de la figura 63.
- La figura 66 es una vista parcial a mayor escala del área 66 de la figura 65.
- 50 La figura 67 es una vista en perspectiva de una placa de bloqueo cervical retenida por un instrumento de soporte de la placa alternativo.
- La figura 68 es una vista extrema en sección que muestra un soporte de la placa de la figura 67 acoplado a una placa.
- La figura 69A es una vista en sección de un extremo de una realización alternativa del soporte de la placa.
- La figura 69B es una vista en sección de un extremo de otra realización alternativa del soporte para la placa.
- 55 La figura 70 es un instrumento de soporte para la placa con un asa desplazada y desmontable.
- La figura 71 es una vista superior en perspectiva de una segunda realización de una placa individual de bloqueo cervical con elementos de bloqueo individuales para bloquear cada uno de los tornillos para huesos.
- La figura 72 es una vista superior en perspectiva de un elemento de bloqueo roscado para su utilización con la placa individual de bloqueo cervical de la figura 71.
- 60 La figura 73 es una vista en sección lateral parcial de la placa de la figura 71 observada a lo largo de las líneas 73-73 con el elemento de bloqueo de la figura 72 en su lugar para retener un tornillo para huesos, pero no completamente tensado.
- La figura 74 es una vista superior en perspectiva de un elemento de bloqueo alternativo para su utilización por una primera modificación de la placa individual de bloqueo cervical de la figura 71.

La figura 75 es una vista en sección lateral de la primera modificación de la placa de la figura 71 con el elemento de bloqueo de la figura 74.

La figura 76 es una vista en perspectiva de un elemento de bloqueo alternativo para su utilización con la primera modificación de la placa de la figura 71.

5 La figura 77 es una vista en sección lateral parcial de la primera modificación de la placa de la figura 71 con el elemento de bloqueo de la figura 76 en su lugar.

La figura 78 es una vista superior en perspectiva de otro elemento de bloqueo alternativo en forma de un remache para su utilización con una segunda modificación de la placa de bloqueo de la figura 71.

10 La figura 79 es una vista en sección parcial lateral en detalle de la placa de la figura 71 modificada para utilizar un elemento de bloqueo, según la figura 78, mostrada en su lugar.

La figura 80 es una vista en sección parcial de una placa y tornillo para huesos, mostrándose el extremo de una herramienta para su utilización en la inserción de los tornillos para huesos y las caperuzas de bloqueo.

La figura 81 es una vista lateral en alzado de otra realización de la herramienta de la figura 80.

15 La figura 83 es una realización adicional de una placa de bloqueo múltiple de la espina dorsal cervical a utilizar en la estabilización de múltiples segmentos de la espina dorsal.

Las figuras 84A-84E son varias realizaciones de placas de bloqueo múltiples de la espina dorsal cervical a utilizar en la estabilización de un segmento único de la espina dorsal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

20 La presente invención será descrita en primer lugar en asociación con un sistema de placa, en el que una serie de tornillos para huesos son bloqueados en su lugar con un elemento de bloqueo. Esto es lo que se designa como sistema de placa de bloqueo múltiple. Se describirán las placas de bloqueo múltiples, a continuación, los elementos de bloqueo para bloquear los tornillos para huesos en la placa, a continuación, los tornillos para huesos asociados con las placas de bloqueo múltiples y finalmente la instrumentación y método de montaje de las placas de bloqueo múltiples. Después de ello, se describirán los sistemas de placa en los que un solo elemento de bloqueo efectúa el bloqueo de un único tornillo para huesos. Esto es lo que se designa como sistema de bloqueo de placa individual. Los elementos de bloqueo de los tornillos para huesos, instrumentos y método de instalación asociados con la placa de bloqueo individual se explicarán a continuación.

1. Sistema de placa de bloqueo múltiple (no forma parte de la invención)

35 La realización preferente de la placa de bloqueo cervical anterior 2, de bloqueo múltiple, según la presente invención (mostrada a título de ejemplo para su utilización en el nivel dos de fusión (tres vértebras adyacentes)) se muestra en las figuras 1-5. La placa 2 tiene forma generalmente alargada, cuyo contorno se aparta del rectangular debido a la presencia de lóbulos o salientes laterales 4 en las esquinas y en el centro de los lados de la placa 2. Cada lóbulo 4 tiene un perfil redondeado y contiene un orificio receptor 6 del respectivo tornillo para huesos circular. Dos orificios 8 receptores adicionales del tornillo para huesos circular intermedio se sitúan en el interior de los lados de la placa 2 y se centran en el eje longitudinal de la placa 2. Los lóbulos 4 proporcionan a la placa 2 una resistencia adicional en la zona que rodea cada orificio receptor 6 del tornillo del hueso. Se reconoce que se pueden utilizar otras formas para la placa 2.

45 Los orificios receptores 8 del tornillo para huesos, aparejados intermedios, se utilizan para la fusión de nivel dos (tres vértebras). Se puede prescindir de los orificios receptores intermedios 8 del tornillo del hueso en un nivel de fusión único (dos vértebras), o se pueden añadir dichos orificios receptores intermedios 8 adicionales del tornillo del hueso si se han de fusionar los niveles adicionales.

50 La placa 2 se dota además con tres orificios 12 de elemento de bloqueo, cada uno de los cuales es roscado 3 internamente en la realización preferente y cada uno de los cuales es rodeado por una zona 14 embutida poco profunda. Tal como se describirá a continuación con más detalle en la realización preferente, los tornillos del hueso de insertan en los orificios receptores del tornillo del hueso y un elemento de bloqueo único pre-instalado, asociado con cada uno de los orificios 12 del elemento de bloqueo, bloquea en una sola vez una serie de tornillos para huesos 30 en su posición en una sola vez.

55 El número de orificios de tornillos para huesos aparejados corresponde en general al número de vértebras que se han de fusionar. Una placa para un nivel de fusión podría tener, sin embargo, un orificio de elemento de bloqueo único 12, mientras que las placas para fusión de más de dos niveles (tres vértebras), podrían tener orificios 12 de elemento de bloqueo intermedios adicionales correspondientes a los orificios para el tornillo del hueso aparejados adicionales. En la realización mostrada en las figuras 1-6, cada uno de los elementos de bloqueo extremo 20 bloqueará los tres tornillos para huesos 30 en el lugar apropiado, mientras que el tornillo de bloqueo 21 del orificio de bloqueo central 12 bloquea los dos tornillos para huesos 30 en su lugar. Tal como se muestra en la figura 7, el elemento de bloqueo central 25 también se puede configurar de manera que se bloqueen en una sola vez cuatro tornillos para huesos 30.

Tal como se ha mostrado específicamente en las figuras 3, 4 y 5, la placa 2 se conforma de manera que su superficie de fondo 27 (superficie que estará en contacto con los cuerpos vertebrales) tiene curvatura bicóncava, siendo cóncava tanto en el plano longitudinal (correspondiente a su longitud) como en el plano transversal a la misma, correspondiente a su anchura. La curvatura cóncava en el plano longitudinal conforma la forma apropiada del perfil anterior de la espina dorsal con la vértebra alineada en la lordosis apropiada. La curva longitudinal es un arco a lo largo de la circunferencia de un círculo (al que se refiere en esta descripción como "radio de curvatura") de 15,0 cm a 30,0 cm de radio y más preferentemente 20,0-25,0 cm de radio. Según una vista desde un extremo en la figura 4, la placa 2 tiene un radio de curvatura de un círculo de 15-25 mm de radio, preferentemente 19-21 mm de radio. Si bien la placa 2 puede tener un grosor entre 2 y 3 mm, es preferente un grosor entre 2,25 mm y 2,5 mm.

El estar la superficie inferior 27 de la placa 2 contorneada de manera que sea capaz de permanecer al mismo nivel contra los cuerpos vertebrales asociados está en contraste con las placas convencionales que tienen radios de curvatura mayores que establecen contacto con los cuerpos vertebrales solamente a lo largo del eje longitudinal de la placa, permitiendo por lo tanto la oscilación de lado a lado de la placa con respecto a los cuerpos vertebrales. El contorno de la placa de la presente invención proporciona una resistencia efectiva a la oscilación de la placa 2, con respecto a los cuerpos vertebrales sobre el eje longitudinal de la placa, reduciendo, por lo tanto, la tensión en la placa 2 y los tornillos del hueso 30, impidiendo que los tejidos blandos se vuelvan a acoplar por debajo de la placa.

Otras ventajas producidas por la curvatura antes mencionada son que la placa 2 se conformará de manera más aproximada a la superficie del hueso opuesta; la placa 2 se prolongará desde la columna vertebral en una distancia reducida; se evitará que los tejidos suaves se deslicen por debajo de los bordes de la placa 2, en los que se podrían producir daños; y el ángulo de los tornillos para huesos 30, perpendiculares a la placa cuando se observan desde el lateral, cuando son instalados, será un ángulo sustancialmente convergente, sujetando el hueso vertebral entre los tornillos para huesos 30, y por lo tanto anclando más firmemente la placa a la columna vertebral.

Tal como se observa en la figura 5, la superficie inferior 27 de la placa 2 tiene preferentemente una capa superficial porosa, rugosa y/o texturada y puede ser recubierta con, impregnada de o comprender sustancias que promueven la fusión (tal como proteínas morfogenéticas para huesos) a efectos de aumentar el crecimiento de los huesos a lo largo del lado inferior de la placa 2, entre vértebra y vértebra. La superficie inferior texturada 27 dispone además un medio para retener sustancias que promueven la fusión con las que puede ser impregnada la capa de la superficie inferior 27 antes de la instalación. La superficie inferior 27 de la placa 2 puede estar dotada de la forma texturada porosa deseada mediante chorreado grueso u otra tecnología convencional, tal como, por ejemplo, ataque químico, pulverización por plasma, sinterizado y moldeo. Si es porosa, la superficie inferior 27 es formada de manera que posee una porosidad o dimensiones de poros del orden de 50-500 micras, y preferentemente 100-300 micras. Entre las sustancias que promueven la fusión, con las cuales se impregna la superficie inferior 27 texturada porosa se incluyen, sin que sirva de limitación, proteínas morfogenéticas para huesos, hidroxiapatita, o fosfato tricálcico de hidroxiapatita. La placa 2 puede comprender, como mínimo en parte, un material reabsorbible que puede ser impregnado adicionalmente con el material de crecimiento óseo de manera que la placa 2 es resorbida por el cuerpo del paciente, el material de crecimiento óseo se libera, actuando por lo tanto como un mecanismo de liberación por temporización. Al conformarse la placa 2 a partir de un material que es reabsorbible y que tiene presente un material que promueve el crecimiento óseo, se permite que las vértebras sean fusionadas de manera más natural dado que la placa resulta progresivamente menos portante de carga, impidiendo de este modo una protección posterior por esfuerzo de la columna vertebral.

Tal como se muestra adicionalmente en las figuras 4 y 5, como mínimo un extremo de la placa 2 tiene un rebaje 18 que puede cooperar con el aparato de compresión, descrito en detalle posteriormente, haciendo referencia a las figuras 36 y 38.

La figura 6 es una vista en planta superior de la placa 2 de la figura 1, con los elementos de bloqueo 20, 21 insertados en los orificios receptores del elemento de bloqueo. En una realización preferente, los elementos de bloqueo 20, 21 tienen forma de tornillos que cooperan con el interior roscado 3 de los orificios de bloqueo 12. Cada uno de estos elementos de bloqueo 20, 21 se muestra en su orientación abierta inicial, en la que la orientación de los cortes 22 en la cabeza 23 de cada elemento de bloqueo 20, 21 está dirigida a efectos de permitir la introducción de los tornillos para huesos 30 en los orificios receptores 6, 8 del tornillo para huesos adyacentes, sin interferencia por la cabeza 23 de los elementos de bloqueo 20, 21. Se observará que otras configuraciones de la cabeza 23 son posibles a efectos de permitir la introducción de tornillos para huesos en los orificios receptores de tornillos para huesos adyacentes sin interferencia por la cabeza 23.

La figura 8 es una vista en planta de otra realización de la placa 2 de las figuras 1-5, y se refiere generalmente como placa 120. La placa 120 está dotada de una ranura alargada 122 que se extiende longitudinalmente a lo largo de su eje longitudinal que se superpone sobre el orificio de bloqueo intermedio 12. La ranura alargada 122 permite el movimiento relativo adicional entre la placa 120 y un puesto de compresión 54 asociado con una herramienta de compresión durante el procedimiento de compresión, tal como se ha descrito anteriormente.

- Haciendo referencia a las figuras 14 y 15, se muestra una realización alternativa de una placa de bloqueo múltiple a la que se hace referencia con el numeral 70. La placa 70 está dotada, en vez del orificio de bloqueo roscado 12, de una abertura central 200 para recibir un remache desmontable 202, del tipo que se muestra en las figuras 17-20. La figura 15 es una vista en planta inferior de la placa 70 mostrada en la figura 14. El contorno de la placa 70 es el mismo que el de la placa 2 mostrada en las figuras 1-5. El remache 202 es desmontable y se ajusta dentro de la abertura sin rosca 200, comparable al orificio de bloqueo 12 y la ranura 122 descritos anteriormente. Otras realizaciones pueden utilizar un remache que no es desmontable, pero se fabrica como parte de la placa 70, tal como sería utilizado en los orificios de bloqueo extremos 19 de las figuras 14 y 15.
- Haciendo referencia a la figura 22, se muestra otra realización alternativa de una placa de bloqueo múltiple, a la que se hace referencia con el numeral 230. La placa 230 utiliza caperuzas roscadas, tal como la caperuza 300 mostrada en las figuras 9 y 23, para un elemento de bloqueo, o preferentemente una que posee cortes tales como se describe con la apariencia en una vista superior similar al elemento de bloqueo de las figuras 10-11, por ejemplo. El orificio de bloqueo central 602 tiene una ranura alargada 234 para dotar de mayor capacidad de compresión, tal como se describirá adicionalmente más adelante.
- Haciendo referencia a las figuras 10-13, se muestra una primera realización de un elemento de bloqueo 20, 21, 25 en forma de tornillos de bloqueo, de acuerdo con la presente invención, para utilización con la placa 2. La figura 10 es una vista en planta superior que muestra la cabeza 23 del elemento de bloqueo central 25, mostrado en la figura 7. El vástago 46 del elemento de bloqueo 25 es roscado 47 para coincidir con el roscado 3 dentro del orificio de bloqueo asociado 12 de la placa 2. Tal como se observa en la figura 21, cada segmento 49 en cada lado de los cortes 22 del elemento de bloqueo 21 tiene una superficie de soporte 48 formada en la superficie inferior de la cabeza 23 del elemento de bloqueo. Tal como se muestra en la figura 16, la cabeza 23 del elemento de bloqueo puede estar dotada de dos ranuras 42 para otorgar flexibilidad a la cabeza 23 del elemento de bloqueo, para ayudar al elemento de bloqueo en su capacidad de desplazamiento sobre la parte superior de la cabeza 32 del tornillo para huesos durante la acción de soporte cuando el elemento de bloqueo es girado. Alternativamente, se observa que la superficie de soporte puede ser inclinada, en forma de cuña o leva. Las características de inclinación, forma de cuña o de leva pueden ser utilizadas asimismo con otros elementos de bloqueo descritos en este documento.
- Haciendo referencia a las figuras 6 y 10-13, se observará que, cuando los elementos de bloqueo 20, 21 son girados en dirección a las agujas del reloj con respecto a la figura 6, una superficie de soporte respectiva 48 será dirigida hacia la superficie superior curvada 39 de la cabeza 32 de tornillo para huesos respectiva, a efectos de bloquear de manera efectiva los tornillos para huesos 30 asociados y los elementos de bloqueo 20, 21 en su lugar.
- De manera alternativa, tal como se muestra en la figura 21, en el lugar de una superficie de soporte 44, se puede utilizar una superficie con forma de cuña o rampa 44 para aumentar la fuerza aplicada a la cabeza 32 del tornillo para huesos. Cuando está en posición de bloqueo, el extremo delantero de la parte inclinada del elemento de bloqueo deberá ser más bajo que el saliente de la cabeza 32 del tornillo para huesos, de manera que es necesaria más fuerza para levantar el elemento de bloqueo y aflojarlo que la necesaria para que el elemento de bloqueo permanezca firme y bloqueado. Sin embargo, las cabezas 23 del elemento de bloqueo no requieren tener ranuras, tener forma de leva o tener superficie inclinada para conseguir el bloqueo del tornillo para huesos 30 en su lugar. Pueden ser utilizados elementos de presión, fricción, interferencia u otros medios de acoplamiento capaces de impedir que el elemento de bloqueo sea desplazado de su posición de bloqueo.
- El remache 202, mostrado en las figuras 17-20, está destinado a su utilización en asociación con la placa 70 mostrada en las figuras 14-15, siendo mostrado en detalle en sección, en las figuras 19 y 20. El remache 202 tiene una cabeza 204, un vástago 206 y un segmento inferior alargado 208 para su acoplamiento dentro de la abertura correspondiente 200 de la placa 70. La superficie inferior 210 de la cabeza 204 del remache 202 tiene una superficie irregular que puede tener estructura de leva, tal como en la parte inferior del elemento de bloqueo 20, 21, para acoplamiento con la superficie superior 39 de la cabeza 32 del tornillo para huesos. Para su utilización en los orificios de bloqueo 19 del extremo, la superficie superior del segmento inferior alargado 208 puede tener una superficie irregular para cooperar con la superficie irregular de la parte baja de la placa 70, para retener el remache 202 en posición de bloqueo contra la cabeza 32 del tornillo para huesos, tal como se ha mostrado en la figura 15. Si bien el remache de la figura 18 es un componente separado y desmontable con respecto a la placa, los remaches, y particularmente los destinados a su utilización con los orificios de bloqueo extremos, pueden ser conformados como parte de la placa durante el proceso de fabricación de la placa, y el remache puede ser no desmontable.
- Cada una de las realizaciones antes mencionadas proporciona un acoplamiento firme del elemento de bloqueo con respecto al tornillo para huesos 30 y la placa correspondiente.
- En la realización alternativa de la placa de bloqueo múltiple 23, mostrada en la figura 22, el elemento de bloqueo puede adoptar forma de caperuza de bloqueo roscada 300, que se ha mostrado en la figura 23. La caperuza de bloqueo roscada 300 tiene una rosca 302 en su circunferencia externa, correspondiente a la rosca 303 de la circunferencia interna de los rebajes 304 del elemento de bloqueo en la parte superior de la placa 230, mostrada en la figura 22. La caperuza de bloqueo 300 es relativamente delgada, especialmente en comparación con su anchura.

La parte superior 305 de la caperuza de bloqueo 300 está dotada de un orificio pasante no circular 306 para recibir una herramienta de impulsión que tiene igual configuración.

5 Haciendo referencia a las figuras 28, 29 y 30, se ha mostrado otra realización de la placa de bloqueo múltiple, indicada, de manera general, con el numeral 400, y un elemento de bloqueo en forma de un delgado elemento de bloqueo 412. La placa 400 tiene una abertura en su superficie superior para la inserción del elemento de bloqueo de reducido espesor 412, un rebaje 402 asociado con cada uno de los orificios 408 receptores de tornillos para huesos 408 y una ranura 410 en la pared lateral de los orificios 408 receptores de tornillos para huesos para permitir que el elemento de bloqueo de poco espesor 412, que tiene una serie de salientes delgados o cuchillas 414, más delgados
10 que la ranura 410, que proporcionan a este elemento de bloqueo 412 un aspecto similar a una hélice. El elemento de bloqueo 412 de reducido espesor es capaz de ser girado dentro de la placa, a efectos de no cubrir los orificios de los tornillos para huesos, permitiendo de esta manera que dicho elemento de bloqueo 412 de poco espesor sea pre-instalado, antes del montaje de los tornillos, por el cirujano. La rotación limitada del elemento de bloqueo de poco espesor 412 permite que las cuchillas 414 sobresalgan por la ranura 410 y cubran una parte de la zona superior de los tornillos para huesos asociados 30. Las cuchillas 414 de dicho elemento de bloqueo de poco espesor 412 son flexibles y, cuando son sometidas a rotación, deslizan sobre la superficie superior 39 de la cabeza del tornillo para huesos 32 para bloquear dicho tornillo 30 en su lugar. Igual que con las otras realizaciones que se han explicado, cada una de las realizaciones del elemento de bloqueo es capaz de bloquear más de un tornillo para huesos 30. Se observará que las diferentes placas de bloqueo múltiple y combinaciones de elementos de bloqueo son capaces de
15 bloquear hasta cuatro tornillos para huesos simultáneamente, pero son igualmente eficaces para bloquear un número menor o ninguno, es decir, produciendo su propia fijación a la placa.

Se observará que una característica, de cada una de las realizaciones de elementos de bloqueo descritas anteriormente, consiste en tener un medio de acoplamiento para su accionamiento o impulsión, en estos casos, por
25 ejemplo, un rebaje 24 tan grande como el rebaje 34 de los tornillos para huesos 30, de manera que la misma herramienta puede ser utilizada para el giro de los tornillos 30 y los elementos de bloqueo. Asimismo, los elementos de bloqueo son suficientemente resistentes y tienen suficiente masa para soportar su bloqueo sin roturas.

Todos los ejemplos mostrados de los elementos de bloqueo múltiple, que tienen una serie de zonas rebajadas o
30 cortes, tienen un arco con un radio superior al de la cabeza del tornillo para huesos. Además, la cabeza 23 de cada uno de los elementos de bloqueo 20, 21 está dotada en su parte central de un rebaje no circular 24, tal como el que se ha mostrado en la figura 9, que se puede acoplar por una herramienta de manipulación apropiada, tal como la que se ha mostrado en las figuras 40-42. En la realización de la cabeza 23 que se ha mostrado en la figura 9, la herramienta asociada tendría una cabeza hexagonal, pero se pueden utilizar otras formas de rebajes de la cabeza
35 23. La rosca de cada orificio de bloqueo 12 y de cada elemento de bloqueo 20, 21 tiene una tolerancia estrecha, de manera que retendrá, de manera fiable, sus orientaciones, permitiendo la introducción de tornillos para huesos 30 dentro de los orificios 6, 8 receptores de los tornillos para huesos, sin interferencia.

Se apreciará que, si bien se han dado a conocer varias formas de elementos de bloqueo, teniendo en cuenta la descripción, se podrán utilizar otros elementos equivalentes con el objetivo de bloquear en su lugar los tornillos 30 para huesos. En la figura 83, se ha mostrado una placa de bloqueo alternativa 990 de tipo múltiple que tiene orificios intermedios receptores de tornillos para huesos 980 adicionales y elementos de bloqueo asociados 960 para el bloqueo de los tornillos de bloqueo para huesos 30 en su lugar. La placa 990 permite una separación con mayor proximidad y un número de orificios para tornillos para huesos superior al número de vértebras a acoplar.
45

En las figuras 84A-84E se han mostrado varias placas 700a-g utilizadas para fusión a un nivel único. Cada una de estas placas 700a-g está diseñada para extenderse a un segmento de la espina dorsal, consistente en el espacio de un disco y dos vértebras adyacentes (que contienen el injerto de hueso), y tienen tornillos para huesos insertados en el extremo de las vértebras a través de los orificios 6 receptores de tornillos asociados con las dos vértebras adyacentes y bloqueados, a continuación, en su lugar. Tal como se ha mostrado en las figuras 84A-84E, se pueden utilizar un elemento de bloqueo 710 o dos elementos de bloqueo para bloquear cuatro tornillos para huesos en su lugar. En las figuras 84A-84E, cada una de las placas 700a-e se ha mostrado con los elementos de bloqueo en su orientación abierta, antes de su rotación para bloquear los tornillos para huesos.
50

Cada una de las placas anteriormente descritas puede tener el mismo contorno, de forma general bicóncava, que ya se ha descrito para adaptarse al aspecto anterior de la espina dorsal.
55

Las figuras 24A y 24B proporcionan una vista lateral de una realización de un tornillo para huesos 30. La figura 27 es una vista superior del tornillo para huesos 30. En el centro de la cabeza 32 del tornillo para huesos se encuentra un rebaje perfilado 34 que puede tener la misma forma que el rebaje 24 de cada uno de los elementos de bloqueo 20, 21, en cuyo caso se puede hacer girar con la misma herramienta utilizada para el giro de dichos elementos de bloqueo 20, 21. Se observará que la parte de acoplamiento del elemento de impulsión del tornillo para huesos 30 podría tener una ranura, y podría ser de estructura macho o hembra (tal como se ha mostrado).
60

En la realización del tornillo para huesos 30 que se ha mostrado en las figuras 24A y 24B, la cabeza 32 del tornillo es escalonada, con la primera parte 35 de la cabeza más baja en disposición contigua al vástago del tornillo 33, teniendo un diámetro más pequeño que la parte superior de la cabeza 32 del tornillo para huesos. Cuando se utiliza esta realización del tornillo para huesos 30, cada uno de los orificios 6, 8 receptores de tornillos de la placa 2 tiene una zona rebajada 14 que se adapta al diámetro de la parte superior de la cabeza 32 del tornillo para huesos y que está dimensionada para un acoplamiento con interferencia. La parte inferior 35 de la cabeza 32 del tornillo para huesos está dimensionada de manera que consigue un acoplamiento con interferencia con su parte asociada de los orificios receptores para tornillos 6, 8. La parte superior de diámetro mayor de la cabeza 32 del tornillo para huesos asegura que el tornillo para huesos 30 no puede ser desplazado por completo por los orificios 6, 8 receptores de tornillos para huesos de la placa 2. El tornillo para huesos 30 pasa por completo a través de la superficie superior de la placa 2, sin acoplarse con la superficie superior de modo alguno.

Tal como se ha mostrado en la figura 44, la cabeza 32 del tornillo 30 pasa sin obstrucciones a través de la superficie superior de la placa, hasta que la superficie inferior de la cabeza de tornillo agrandada 32 se acopla con la cara superior de la parte receptora del tornillo para huesos más estrecha en la parte intermedia o debajo de la parte intermedia de la placa. Esta disposición se considera óptima para permitir la mayor estabilidad del tornillo con respecto a la placa, incluso en ausencia de bloqueo, contra todas las fuerzas excepto las inversas a la trayectoria de inserción, proporcionando mientras tanto la mayor resistencia de la placa por debajo de la cabeza 23 del tornillo para huesos. Es decir, dado que la placa tiene solamente, de modo general, 2-3 mm de grosor, una pared puramente circunferencial y vertical es la que tiene mayor capacidad de restringir el movimiento de un tornillo, si la cabeza está configurada de manera similar y existe una reducida tolerancia entre ambos elementos. Colocando el soporte de la cabeza cerca del espesor medio de la placa, es preferente dado que ello permite que la cabeza pueda ser grande para recibir el rebaje para el destornillador o herramienta sin sufrir debilitamiento, colocando simultáneamente el soporte de la cabeza alejado de la superficie superior de la placa para permitir que la cabeza del tornillo quede colocada de modo profundo dentro de la placa. La colocación del soporte de la cabeza aproximadamente a mitad del grosor de la placa asegura una importante cantidad del material de la placa por debajo de la cabeza a efectos de soporte, proporcionando simultáneamente la longitud adecuada de la cabeza por encima y por debajo del punto de contacto para impedir que el punto de contacto actúe como fulcro al proporcionar brazos de palanca adecuados para impedir movimiento no deseado.

En la realización alternativa del tornillo para huesos 30', mostrado en la figura 25, la cabeza 32' del tornillo para huesos tiene inclinación en la dirección desde la parte superior de la cabeza 32' del tornillo para huesos hacia la punta del tornillo 36'. También en este caso, la cabeza 32' del tornillo para huesos está dimensionada para conseguir acoplamiento con interferencia en el orificio 6, 8 receptor del tornillo para huesos asociado cuando dicho tornillo para huesos 30' ha sido montado por completo. Cuando se utiliza esta realización del tornillo para huesos 30', no es necesario que los orificios 6, 8 receptores de los tornillos para huesos estén dotados de la zona rebajada 4.

En cada una de las realizaciones anteriores de los tornillos para huesos, los tornillos para huesos 30 y 30' presentan una combinación única de un vástago del tornillo 33 cónico y rosca helicoidal 31. El diámetro del vástago del tornillo 33 aumenta, en general, desde una parte distal del vástago cerca de la punta 36 del tornillo hacia la parte próxima del vástago, cerca de la cabeza 32 del tornillo. En la realización preferente, la tasa de incremento de diámetro es también mayor cerca de la cabeza 32 del tornillo para huesos. Esta conformación evita zonas de aumento del esfuerzo y proporciona una mayor resistencia en la unión de tornillo-placa, en la que se requiere en mayor medida. La conicidad del vástago del tornillo 33 puede tener forma cóncava, tal como se ha mostrado en la figura 24A, o puede ser lineal. La parte distal del vástago 33 del tornillo puede adoptar un diámetro constante.

Haciendo referencia nuevamente a las figuras 24A y 24B, la rosca 31 del tornillo para huesos 30 tiene un diámetro exterior "d" o cresta sustancialmente constante, desde la parte próxima del vástago por debajo de la cabeza 32 del tornillo para huesos a la parte distal del vástago cerca de la punta 36 del tornillo para huesos. En la punta 36 del tornillo, el diámetro de cresta de la rosca 31 se puede reducir preferentemente en una o dos espiras para facilitar la inserción y penetración del tornillo para huesos 30 en el hueso.

En la realización preferente, la rosca 31 de cada tornillo para huesos 30 tiene un diámetro externo ligeramente menor que el diámetro de la parte más baja 35 de la cabeza 32 del tornillo para huesos que es adyacente al extremo posterior o superior de la rosca asociada 31. Además, la rosca 31 es relativamente delgada, en la dirección del eje longitudinal del tornillo, y forma conicidad hacia afuera y tiene una sección transversal triangular.

Un ejemplo de las dimensiones de un tornillo para huesos a utilizar en la cirugía de la espina dorsal cervical anterior humana para inserción en las vértebras es el siguiente: la parte roscada del tornillo tiene una longitud comprendida aproximadamente entre 10 mm y 22 mm (preferentemente 12-18 mm) y una longitud de la cabeza de 1 mm a 3 mm aproximadamente (preferentemente 2-2,5 mm). La parte roscada debe tener un diámetro exterior máximo comprendido aproximadamente entre 3,6 y 5,2 mm (preferentemente 3,8-4,5 mm) y la cabeza tiene un diámetro comprendido aproximadamente entre 3,8 mm y 6 mm (preferentemente 4-5,5 mm). El paso de rosca está comprendido aproximadamente entre unos 1,25 mm y 2,5 mm (preferentemente 1,5-2,0 mm) y tiene un perfil de

rosca delgado y agudo. El vértice de las dos caras del fileteado forma un ángulo menor de unos 21 grados (preferentemente 15 grados) y la base del filete es menor de aproximadamente 0,60 mm de espesor (preferentemente 0,25 mm-0,35 mm). El tornillo tiene un diámetro en la base que aumenta aproximadamente por encima de la punta del vástago, a lo largo del eje longitudinal hasta aproximadamente por debajo de la parte de la cabeza del tornillo. Preferentemente, la punta del tornillo está ranurada, como mínimo, por una zona rebajada a efectos de hacer al tornillo autorroscante.

Aunque el fileteado 31 del tornillo para huesos 30 tiene un perfil delgado, el filete de rosca será, no obstante, más resistente que el hueso en el que se introduce, de manera que el filete de rosca cortará de manera eficaz una ranura helicoidal delgada en el tejido óseo. El volumen de hueso que será desplazado por el grosor del filete de rosca resulta mínimo por la forma delgada del filete de rosca, no obstante, el diámetro sustancial de la cresta de la rosca del tornillo hace máxima el área superficial de los filetes en contacto con el hueso. Si bien el agrandamiento del diámetro del vástago 33 del tornillo cerca de la cabeza 32 del tornillo para huesos aumenta su resistencia, en caso necesario, reduciendo el diámetro del vástago 33 del tornillo desde la cabeza 32 del tornillo donde no se requiere dicha resistencia, permite conseguir el área máxima de acoplamiento para el fileteado 31 con respecto al hueso.

En la realización preferente, tal como se ha mostrado en las figuras 24A y 26, la punta 36 del tornillo para huesos está dotada de ranuras de corte 38, para hacer el tornillo para huesos 30 autorroscante. A diferencia de los tornillos para huesos de tipo anteriormente conocido, utilizados para cirugía de la espina dorsal de la parte cervical anterior, que no son autorroscantes, la forma de rosca del tornillo de la presente invención es más similar a la de un macho de roscar que a un tornillo convencional por el hecho de que los filetes de rosca son agudos y ranurados. Realizaciones adicionales de los tornillos para huesos 30 se han mostrado en las figuras 53-55.

A título de ejemplo, se muestran placas para la fusión de tres vértebras adyacentes (dos espacios intermedios o dos segmentos dorsales). Cada juego de orificios receptores de los tornillos para huesos, asociados con una vértebra, se considera que es un segmento de la placa de manera que, por ejemplo, en la figura 1 se han mostrado tres segmentos: un segmento superior, un segmento central y un segmento inferior. Si bien la presente descripción está relacionada con placas a utilizar en la fusión de tres vértebras con dos espacios intermedios, se debe comprender que se prevén placas más largas y más cortas que tienen el número apropiado y la situación apropiada de orificios receptores de tornillos para huesos de manera correspondiente al número de vértebras a fusionar, y adoptarían la forma de las placas mostradas con un número mayor o menor de segmentos intermedios, tal como el segmento a lo largo de la línea 9 de la figura 1, o los segmentos intermedios de las placas mostradas en las figuras 82-84F.

Haciendo referencia a las figuras 31-42, se ha mostrado a continuación una explicación de las etapas del método para instalar las placas. Esta explicación viene seguida de una descripción detallada de la instrumentación y método para la instalación de la placa de bloqueo múltiple.

Etapas 1

Una vez terminadas las fusiones entre cuerpos, el cirujano retira cualesquiera puntas salientes o irregularidades localizadas a lo largo de la parte frontal de la espina dorsal del área que se desea fusionar.

Etapas 2

Se selecciona la placa de longitud correcta por el cirujano, midiendo la distancia sobre la columna dorsal mediante una galga, regla, plantilla o similar. La placa tendrá una longitud suficiente para cubrir la distancia de la espina dorsal a fusionar y solapar parcialmente una parte de cada una de las vértebras extremas a fusionar.

Etapas 3

Utilizando un soporte de la placa, ésta es colocada dentro de la herida y posicionada para confirmar el posicionado, longitud y alineación de orificios de los tornillos con respecto a los segmentos de la espina dorsal a fusionar.

Etapas 4

Tal como se ha mostrado en la figura 31, con la placa posicionada de este modo y retenida de manera firme, la placa puede ser acoplada a cualquiera de las vértebras a fusionar (solamente a título de ejemplo, se han mostrado las vértebras superiores).

Sub-etapa 4A

El punzón piloto 60 (guía) del orificio es fijado a la placa 2, tal como se muestra en la figura 32, o de manera alternativa, si bien no preferentemente, la guía de taladrado puede ser utilizada tal como indica la figura 37. En cualquier caso, los medios de formación del orificio piloto se alinean rígidamente con la pared del orificio receptor del tornillo para huesos de la placa, siendo captado por la misma.

Sub-etapa 4B

5 El orificio piloto es formado a continuación por impacto del punzón del orificio piloto de la figura 32 o por taladrado con la broca de la figura 37. En una realización alternativa, que no es preferente, se puede prescindir de la formación del orificio piloto y se puede insertar directamente el tornillo correcto seleccionado a efectos de tener una longitud menor que la distancia a lo largo de su trayectoria al córtex vertebral posterior.

10 La determinación de la longitud apropiada del tornillo se realiza midiendo o aplicando una plantilla de radiografías, MRI o exploraciones CT, o se determina directamente por medición de la profundidad del espacio discal.

Etapa 5

15 A continuación, el tornillo correcto es acoplado al destornillador que, con independencia de la forma específica de los medios de acoplamiento del destornillador, está diseñado de manera que tiene un montaje con interferencia a efectos de permanecer firmemente acoplado al destornillador durante el transporte hasta el lugar de inserción. Las figuras 41, 42, 63, 64, 80 y 81 muestran varias formas de conseguir dicho acoplamiento entre el destornillador y el tornillo. Además del acuíñamiento del interfaz del tornillo y el destornillador, son bien conocidos clips y resortes así como otros medios para la fijación temporal y reversible del tornillo al destornillador, tal como se ha mostrado en la figura 80, en la que un casquillo ranurado con características de resorte hacia dentro retiene una caperuza roscada periféricamente hasta que, al ser roscado en la placa, es empujado automáticamente hacia atrás liberando la caperuza roscada.

25 Una vez se ha insertado de manera completa un primer tornillo para huesos en una vértebra a través de la placa, es preferente insertar el otro del par transversal de la manera que ya se ha descrito con respecto a la figura 33.

30 De manera similar, es posible insertar los tornillos para huesos restantes, según la preferencia del cirujano, en cada una de las vértebras a incluir en la fusión, exactamente las vértebras extremas del conjunto o constructo de fusión, o colocar adicionalmente tornillos en los injertos de fusión.

35 No obstante, tal como se ha mostrado en las figuras 33, 34, 38 y 39, es posible con la presente invención, a opción del cirujano, colocar cualquier parte o la totalidad del constructo de fusión bajo compresión y proceder de este modo de manera intersegmental o según toda la longitud del constructo de fusión, incluso cuando éste tenga una estructura de segmentos múltiples.

Se apreciará que se podría utilizar, de manera general, igual procedimiento para cualquiera de los sistemas de placa de la presente invención.

40 Tal como se ha mostrado en la figura 31, las vértebras 50a-c están separadas entre sí por bloques de injertos de fusión 51 que han sido montados anteriormente en el espacio discal de la espina dorsal entre vértebras adyacentes 50, formando un constructo de injerto de hueso para fusión. La placa 2 se ha mostrado en la figura 31 con los elementos de bloqueo 20, 21 desmontados, a efectos de simplificar la ilustración. Se comprenderá, no obstante, que en la realización preferente los elementos de bloqueo 20, 21 pueden ser y, preferentemente lo son, pre-instalados en las posiciones mostradas en la figura 6, antes de posicionar la placa 2 sobre los cuerpos vertebrales de las vértebras 50, ahorrando de esta manera tiempo y problemas al cirujano.

50 La placa 2 puede ser retenida en posición en cualesquiera medios de soporte de la placa, pero preferentemente por las herramientas de retención mostradas en las figuras 45, 46 ó 47 mediante las ranuras 142 en los laterales de los brazos de compresión 104, 130 de una herramienta de compresión vertebral 100, tal como se ha mostrado en la figura 39, o como alternativa adicional, por el soporte de placa unitario, similar al diseño de la figura 70.

55 Tal como se ha mostrado en la figura 45, el soporte 870 de la placa tiene un cuerpo envolvente tubular hueco 872, con una varilla central 874 con una rosca 878 en un extremo para el acoplamiento de uno de los orificios de bloqueo de roscado 12 en la placa 2. El extremo de fondo del cuerpo envolvente 872 tiene salientes 880, 882 que se prolongan hacia afuera y luego hacia abajo para acoplarse en los orificios 8 receptores de los tornillos para huesos de la placa 2, impidiendo que el cuerpo envolvente 872 pueda girar. La varilla central 874 está situada en el cuerpo envolvente 872 de manera que puede ser obligada a girar al provocar la rotación de un asa (no mostrada) que está fijada a la varilla central 874 en su extremo superior.

60 En la figura 46 se ha mostrado una realización alternativa del soporte 890 de la placa. Un único elemento macizo 890 tiene un saliente roscado 894 en su extremo inferior para acoplamiento al orificio central roscado de bloqueo 12 de la placa. La superficie inferior del soporte 890 de esta realización está conformada a efectos de adaptarse al contorno de la superficie superior de la placa adyacente al orificio de bloqueo 12, mostrado en forma de rebaje o depresión 14.

65

Haciendo referencia a las figuras 67-68, una realización de un soporte de placa para retener cualquiera de las placas dispuestas sobre vértebras se ha mostrado y referenciado de forma general con el numeral 800. El soporte 800 de la placa tiene un alojamiento tubular hueco 802 con una varilla central 804 que tiene un asa 806 en un extremo y una rosca 808 en el otro extremo para acoplamiento con uno de los orificios de bloqueo roscado 12 en la placa 600. El extremo inferior del cuerpo envolvente 802 tiene unos salientes 810, 812 que se extienden hacia fuera y luego hacia abajo 814, 816, acoplándose a lo largo del borde lateral de la placa 2 entre el extremo y lóbulos intermedios 4, impidiendo que el cuerpo envolvente 802 pueda girar. La varilla central 804 está situada en el cuerpo envolvente 802, de manera que puede girar por rotación del asa 806, que está fijada a la varilla central 804 en su extremo superior. Esta varilla central 804 puede ser fijada también al cuerpo 802, de manera que puede desplazarse hacia arriba y hacia abajo en cierta medida por una serie de formas convencionales, por ejemplo, haciendo que la varilla central 804 tenga un rebaje anular con una longitud aproximada de 3-5 mm, y un tornillo de ajuste que sobresale hacia dentro desde el cuerpo envolvente para acoplarse a la varilla central 804. Una vez que la placa 600 se encuentra en el lugar apropiado y la placa está fijada a una de las vértebras por los tornillos para huesos 30, la varilla central 804 es desconectada de la abertura en la placa 600 y se retira el soporte 800.

La figura 69A es una realización alternativa del soporte de placa 850. Un único elemento sólido 852 tiene un saliente roscado 854 en su extremo inferior para fijación al orificio central de bloqueo roscado 12 de la placa. El elemento sólido 852 podría estar roscado también en un orificio 6 receptor del tornillo para huesos. La superficie de fondo del soporte 850 de esta realización está conformado de manera que se acopla a los contornos de la superficie superior de la placa adyacente al orificio de bloqueo 12, mostrado como rebaje 14.

La figura 69B es otra realización del soporte 850' de la placa. Un cuerpo envolvente 851' que tiene un extremo 853' configurado para acoplarse a un orificio 6 receptor de un tornillo para huesos, contiene una varilla 855' que tiene un diámetro irregular y que está dotada de una zona roscada 857'. Al girar la varilla 855' por un asa similar al asa 806 mostrada en la figura 68, la varilla 855' se rosca hacia dentro del cuerpo envolvente 851' en los filetes de rosca conjugados 858'. Al introducir el extremo de la varilla 855', ésta extiende las partes 859a' y 859b' (859c' y 859d' no mostradas) acuñando el soporte 850' de la placa en un orificio de la placa receptor de un tornillo para huesos. El soporte 850' para la placa se utiliza mejor con orificios receptores de tornillos para huesos no roscados, pero funciona para la totalidad de tipos de orificios receptores de tornillos para huesos.

Haciendo referencia a la figura 70, se ha mostrado una realización alternativa del soporte de la placa al que se ha hecho referencia con el numeral 800', en el que existe un asa desmontable 860' que es utilizada para fijar en primer lugar el soporte 800' de la placa a la propia placa, al girar el vástago 804 y a continuación retener el soporte 800' de la placa hacia el lado por la prolongación 864, durante el proceso de fijación, reduciendo el interfaz del soporte 800 de la placa con el proceso quirúrgico.

Haciendo referencia a la figura 38, se ha mostrado una herramienta de compresión 100 con una barra dentada 102 que tiene un primer brazo de compresión 104 fijado a su extremo libre. El brazo de compresión 104 tiene, en su extremo distal, un orificio 106 para retener de forma desmontable un elemento 108 de acoplamiento con una placa, que se ha mostrado en la figura 36, que tiene un gancho 110 en un extremo para acoplamiento de un rebaje o depresión o ranura 18 en el extremo de la placa 2, o para retener de manera desmontable un elemento de compresión 54 mostrado en las figuras 33-34. Tal como se ha mostrado en la figura 36, el elemento 108 de acoplamiento con la placa comprende el vástago 112 que será insertado en el orificio correspondiente 106 del brazo de compresión 104, y una pestaña 115 para descansar contra la cara inferior o de fondo del orificio 106 para limitar de manera precisa la profundidad de inserción del elemento 108 de acoplamiento de la placa dentro del orificio 106. Un resorte anular 128, preferentemente metálico, está situado en un rebaje anular del eje 112, para retener el elemento 108 de acoplamiento de la placa en el orificio 106.

Haciendo referencia a las figuras 38-39, la herramienta de compresión 100 comprende un segundo brazo de compresión móvil 130 desplazable a lo largo de la barra dentada 102 paralela al primer brazo de compresión 104. El extremo distal o alejado del segundo brazo de compresión 130 tiene también un orificio 132, igual que el orificio 106, que puede recibir un vástago desmontable 134. Los orificios 106 y 132 son iguales, de manera que cualquiera de los brazos de compresión 104, 130 puede ser utilizado para retener el vástago desmontable 134, permitiendo que la herramienta de compresión 100 sea utilizada en cualquier orientación. Al permitir que el elemento 108 de acoplamiento con la placa y el vástago de compresión 54 giren ambos y deslicen en los orificios 106, 132 de los dos brazos de compresión 104, 130, con el gancho 110 de acoplamiento con la placa capaz de funcionar incluso formando cierto ángulo con respecto a la placa, se posibilita que el aparato sea fácilmente acoplable a la espina dorsal con intermedio del vástago de compresión 54 y la placa.

El brazo de compresión 130 tiene un conjunto de impulsión que consiste en una rueda dentada (no visible) que está acoplada con la rueda dentada 138 de la barra dentada 102 y que está conectada al brazo de compresión 130 de manera que dicho brazo de compresión 130 es desplazable según la longitud de la barra dentada 102 por medio de la rotación del asa 140, que está conectada a la rueda dentada. Cuando se hace girar el asa 140 en la dirección de la flecha que se ha mostrado en la figura 38, el brazo de compresión 130 es desplazado hacia el brazo de compresión 104. El conjunto de impulsión tiene un mecanismo de liberación autobloqueable de manera que el

movimiento de los dos brazos de compresión 104, 130, alejándose uno de otro, queda impedido, sin la activación del desmontaje o liberación. En el extremo distal interno de cada uno de los brazos de compresión, en lados opuestos entre sí, se encuentra una ranura 142 o rebaje para retener la placa 2 a lo largo de sus lados entre los lóbulos centrales 4 y los lóbulos extremos 4, tal como se ha mostrado en la figura 37.

5 Si bien la barra dentada 102 y los brazos de compresión 104, 130 han sido descritos con forma recta, es posible que la barra dentada 102 y los brazos de compresión 104, 130 estén conformados de forma arqueada o de otro tipo, a efectos de inducir lordosis en las vértebras, en caso deseado.

10 Tal como se ha mostrado en la figura 31, en el caso en el que la herramienta de compresión 100 sea utilizada para retener la placa 2, los extremos 144 de los brazos de compresión 104, 130 estarán situados en línea con el elemento o constructo de injerto por fusión 51, que ha sido colocado en el espacio discal cuando la placa 2 está posicionada de manera apropiada. Un intersticio se producirá entre la placa 2 y cada uno de dichos elementos 51 de injerto con fusión, proporcionando un espacio para recibir los extremos libres de los brazos 104, 130, en caso de que se
15 prolonguen más allá de la superficie de fondo de la placa 2. Tal como se describirá más adelante, la misma herramienta de compresión 100 se ha utilizado también para la compresión de una serie de cuerpos vertebrales de la parte cervical con injertos de hueso interpuestos durante el acoplamiento de la placa 2 a las vértebras 50.

Haciendo referencia a la figura 31, la placa 2 está retenida por un soporte adecuado, en el caso mostrado en forma de brazos de compresión 104, 130. Una vez se ha posicionado la placa 2 de la longitud apropiada, de forma que los orificios 6 receptores de los tornillos para huesos están alineados con cada una de las vértebras correspondientes 50a-c a fusionar, la etapa siguiente consiste en la formación de los orificios 6 receptores de los tornillos para huesos antes del montaje de los propios tornillos para huesos 30 en las vértebras 50a. Si bien el procedimiento se ha descrito con la fijación, en primer lugar, de la placa 2 a las vértebras superiores 50a, la placa 2 puede ser fijada a
25 cualquiera de las vértebras en cualquier orden. Se utilizan placas de diferentes dimensiones de manera que, tal como se ha indicado anteriormente, el médico seleccionará la placa de la dimensión apropiada en la que los orificios 6, 8 receptores de los tornillos para huesos están alineados con las tres vértebras adyacentes 50a, 50b y 50c. Se forman unos orificios piloto mediante un aparato 60 para la formación de los mismos, tal como se ha mostrado en las figuras 31 y 32. A diferencia de la técnica anterior y de los sistemas de recubrimiento de los tornillos, los tornillos para huesos 30 pueden ser insertados sin la formación previa de una abertura en las vértebras, dado que los tornillos para huesos 30 están constituidos preferentemente con punta aguda, y con características autorroscantes, y tienen en la punta un diámetro principal decreciente para ayudar la entrada del tornillo y su penetración en el hueso. No obstante, si bien se puede formar un orificio en el hueso de las vértebras antes de la inserción del tornillo, es preferente que el orificio tenga un diámetro más pequeño que el diámetro de la base del tornillo y para un objetivo
35 distinto que en la técnica anterior. En la técnica anterior, el orificio taladrado tenía que tener un diámetro igual pero preferentemente mayor que el diámetro de la base (menor) del tornillo, dado que los tornillos no son autorroscantes. Es deseable crear orificios piloto para asegurar que se mantiene una trayectoria adecuada para los tornillos para huesos 30, y asimismo para impedir daños en los huesos de las vértebras durante la inserción de dichos tornillos para huesos 30. Además, el aparato 60 de formación del orificio piloto crea una masa ósea vertebral más compacta para recepción del tornillo para huesos autorroscante 30 utilizado en esta inserción.

Tal como se ha mostrado en las figuras 31 y 32, el aparato 60 para la formación de los orificios piloto comprende un alojamiento cilíndrico hueco 62 que tiene su fondo dotado de un orificio pasante 63. El cuerpo envolvente 62 comprende un eje central 64 que se extiende por el orificio pasante 63 del fondo del cuerpo envolvente 62. El
45 extremo delantero 66 del eje 64 forma una conicidad gradual hasta una punta aguda 65. El eje 64 está dotado de un elemento anular 73 que tiene un diámetro que corresponde íntimamente al diámetro interno del cuerpo envolvente 62 para guiar el desplazamiento del eje 64 dentro del cuerpo envolvente o alojamiento 62. Un resorte de compresión 67 es interpuesto entre el elemento anular 73 y el fondo del cuerpo envolvente 62. El resorte de compresión 67 proporciona una fuerza antagonista que normalmente obliga a la punta aguda 65 a una posición retraída dentro del cuerpo envolvente 62. El extremo superior del vástago 64 tiene una cabeza de mayores dimensiones 68 que se
50 extiende hacia afuera del cuerpo envolvente 62, que está destinada a su presionado manual o a recibir golpeo mediante un instrumento de percusión, a efectos de impulsar la punta aguda 65 hacia afuera del cuerpo envolvente 62, pasando hacia dentro del cuerpo vertebral 50a. El eje 64 tiene una longitud, teniendo en cuenta la longitud que tendrá el resorte 67 una vez completamente comprimido, para determinar la profundidad máxima del orificio piloto formado en el cuerpo vertebral. La profundidad es seleccionada para asegurar que el orificio piloto no llega al córtex
55 posterior del cuerpo vertebral, que bordea el canal espinal.

Ciertas características estructurales del aparato 60 para formación de orificios se muestran de manera más detallada en la figura 32. En particular, se puede apreciar que el extremo inferior del cuerpo envolvente 62 tiene una parte saliente 69 dimensionada para acoplarse, de manera precisa, en el orificio 6 u 8 receptor de tornillos para huesos de la placa 2. El fondo 71 de la parte saliente 69 es plano en un plano perpendicular al eje del cuerpo envolvente 62. Cuando la parte saliente 69 del cuerpo envolvente 62 está insertada íntimamente en un orificio 6, 8 receptor de un tornillo para huesos y el fondo plano 71 está colocado enrasado contra la superficie superior de la placa 2, se asegura que el extremo delantero 66 del eje 64 formará un orificio piloto en el hueso vertebral que tiene su eje
65 perpendicular al plano de la parte asociada de la placa 2, asegurando de esta manera que el tornillo para huesos 30

será instalado a continuación de forma que su eje es también perpendicular al plano que es paralelo a las superficies superior e inferior de la parte asociada de la placa 2.

5 Cuando se utiliza una placa que tiene un orificio roscado para recibir un tornillo, el extremo inferior del aparato 60 para la formación de orificios piloto está roscado a efectos de acoplarse con la rosca del orificio 6, 8 receptor de los tornillos para huesos, fijando de esta manera la placa y el aparato de formación del orificio piloto entre sí, asegurando un acoplamiento estable entre el aparato de formación del orificio piloto y la placa 2. Se debe observar que el diámetro del extremo delantero 66 del vástago 64 es pequeño dado que tiene que acoplarse dentro del espacio reducido que queda entre las paredes internas del aparato de formación de orificios piloto. Dado que
10 solamente se forma un orificio piloto para un tornillo para huesos 30 autorroscante, el diámetro reducido es satisfactorio.

Haciendo referencia a la figura 37, si por cualquier razón se desea formar el orificio piloto en el cuerpo vertebral 50 por taladrado, en vez de utilizar el aparato 60 de formación del orificio piloto, se puede utilizar una guía 80 para la broca, que tiene un extremo inferior tal como se ha mostrado en la figura 37. La guía de broca 80 consiste en un elemento tubular 82 y un extremo inferior de pequeño diámetro 84 que está dimensionado para conseguir un acoplamiento con interferencia precisa en el orificio 6, 8 receptor de tornillos para huesos asociado de la placa 2. A lo largo del extremo inferior 84 de pequeño diámetro, la guía 80 para la broca tiene una superficie extrema axial en un plano perpendicular al eje longitudinal de la guía 80 para la broca, de manera que, cuando la parte 84 de diámetro reducido es acoplada dentro del orificio 6 receptor del orificio para huesos y la superficie que rodea dicha parte 84 de pequeño diámetro está enrasada con respecto a la superficie superior de la placa 2, el eje del orificio 86 de guía de la broca en la guía 80 para la broca será precisamente perpendicular a las superficies superior e inferior de la parte asociada de la placa 2. Igual que en el caso que se ha descrito anteriormente, el extremo inferior de la guía 80 para la broca puede ser roscada a efectos de acoplarse a la abertura roscada de la placa 2.
15
20

Después de haber formado los orificios 6, 8 receptores de tornillos para huesos en el cuerpo vertebral 50a con intermedio de los dos orificios superiores 6 para fijación de tornillos para huesos de la placa 2 por medio de dicho aparato 60 de formación de los orificios o de la guía 80 para la broca, los tornillos para huesos 30 son roscados en las vértebras 50 reteniendo simultáneamente la placa 2 de manera firme contra las vértebras 50 con la herramienta de compresión 100 o el soporte 800 para la placa. Esto bloquea la placa a las vértebras 50a.
25
30

Entonces, resulta posible, en caso deseado, comprimir el injerto de fusión en las siguientes vértebras adyacentes 50b, antes de acoplar los tornillos para huesos 30 a las vértebras adyacentes 50b con intermedio de los orificios centrales, receptores de los tornillos para huesos, de la placa 2. Una vez los tornillos para huesos iniciales se encuentran en su lugar en las vértebras 50a, el soporte 100 u 800 de la placa puede ser desmontado de la placa 2. La compresión del elemento o constructo de fusión entre las dos vértebras adyacentes 50a y 50b se consigue del modo que se indica a continuación:
35

El vástago de compresión 54 es impulsado a través del orificio de bloqueo central 12 de la placa 2 por medio de la herramienta de inserción 90, que se ha mostrado en las figuras 33, 34 y 35, pasando hacia dentro del hueso vertebral de la vértebra 50b, donde se utilizará en una etapa siguiente para aplicar una fuerza de compresión entre las vértebras 50a y 50b. El vástago de compresión 54 consiste en un eje 56 que tiene una punta aguda 57 en su extremo inferior, un collar central de mayores dimensiones 58 que sirve como tope de profundidad, y una ranura circunferencial 59 en las proximidades de su extremo superior, definiendo una cabeza agrandada 55.
40
45

La herramienta 90 de inserción del vástago de compresión comprende un eje 92 que tiene una parte hueca y cerrada 94 en su extremo inferior 96 para recibir el vástago de compresión 54 y una caperuza de percusión agrandada 98 en el otro extremo. La herramienta 90 de inserción del vástago de compresión comprende también, en su extremo inferior 96, una segunda abertura 95 que tiene un rebaje 99 en su pared interna para permitir el acoplamiento del cabezal agrandado 55 sobre el vástago de compresión 54 dentro de la depresión o rebaje 97. La segunda abertura 95 se encuentra en comunicación con la parte hueca 94 de la herramienta de inserción 90, tal como se ha mostrado en la figura 35.
50

Haciendo referencia a la figura 38, el orificio 132 del segundo brazo de compresión 130 de la herramienta de compresión 100 es aplicado sobre el vástago de compresión 54 en las vértebras 50b, y el elemento 108 de acoplamiento con la placa es insertado en el orificio 106 del primer brazo de compresión 104 de la herramienta de compresión 100. El gancho 110 del elemento 108 de acoplamiento con la placa, que se ha mostrado en la figura 36, está montado dentro de la ranura 18 en el extremo de la placa 2 que está fijado por los tornillos para huesos 30 en la vértebra 50a, tal como se ha mostrado en la figura 38. No obstante, tal como se ha indicado anteriormente, la herramienta de compresión 100 puede ser obligada a girar de manera que el primer brazo de compresión 104 se encuentra, en este caso, en el fondo y es capaz de acoplarse sobre el vástago de compresión 54 en la vértebra 50c.
55
60

Dado que la placa está acoplada a las vértebras 50a por medio de los tornillos para huesos 30 y el vástago de compresión 64 está fijado a las vértebras adyacentes 50b, el movimiento del primer y segundo brazos de compresión 104 y 130 en la dirección de las vértebras 50a, por rotación del asa 140, tiene como resultado la
65

compresión del elemento o constructo de injerto de huesos 51 entre las vértebras adyacentes 50a y 50b. La distancia de varios milímetros es suficiente para la compresión del elemento o constructo 51 de injerto de huesos. Una vez se ha obtenido la compresión deseada, los orificios piloto para tornillos para huesos pueden ser formados en el cuerpo vertebral 50b por medio del aparato 60 de formación del orificio piloto, tal como se ha descrito anteriormente, para la inserción de los tornillos para huesos 30 dentro de los orificios 8 de recepción del tornillo para huesos de la placa para huesos 2, fijando la placa 2 a las vértebras adyacentes 50b. La herramienta de compresión 100 puede ser retirada entonces por activación del elemento de liberación.

La figura 39 muestra la utilización de la herramienta de compresión 100 para inducir la compresión entre los dos cuerpos vertebrales inferiores 50b y 50c después de haber instalado los tornillos para huesos 30 en el cuerpo vertebral medio 50b, tal como se acaba de describir. Tal como se ha mostrado en la figura 39, el vástago de compresión 54 permanece en su lugar, en el cuerpo vertebral medio 50b, y un vástago de compresión adicional 54 es impulsado hacia dentro del cuerpo vertebral inferior 50c por medio de la herramienta 60 de formación del orificio piloto, en posición distal a la propia placa, en el rebaje situado en los salientes extremos 4 para permitir que el vástago de compresión inferior 64 sea desplazado hacia las vértebras 50b en sentido ascendente, tal como se ha mostrado. El vástago de compresión original 64 es insertado en el orificio 106 del primer brazo de compresión 104 y el vástago adicional de compresión 54 es insertado en el orificio 132 del segundo brazo de compresión 130 de la herramienta de compresión 100. Nuevamente, tal como se ha explicado anteriormente, el giro del asa 140 tiene como resultado que los dos brazos de compresión 104, 130 se desplazan uno hacia el otro, con el resultado de que el vástago de compresión 54 en la vértebra 50c se desplaza hacia el vástago de compresión superior 54 de la vértebra 50b, comprimiendo nuevamente el elemento o constructo de injerto de fusión 51 entre las vértebras 50b y 50c. El vástago de compresión superior 54 de la vértebra 50b no se puede desplazar puesto que la vértebra 50b ha sido fijada a la placa por la inserción de los tornillos para huesos 30 en los orificios 8 de la placa 2, receptores de los tornillos para huesos. Por lo tanto, solamente se puede desplazar el vástago de compresión inferior 54 y la vértebra 50c. Igual que antes, se forman los orificios piloto asociados con la vértebra 50c y los tornillos para huesos 30 son insertados por los orificios 6 receptores de los tornillos para huesos. Entonces, la herramienta de compresión 100 es desmontada. El vástago de compresión 54 es extraído a continuación de la vértebra insertándolo en la segunda abertura 95 de la herramienta 90 de inserción/desmontaje del vástago de compresión, de manera que se acopla con la cabeza agrandada 55 del extremo del vástago de compresión 54 por la depresión 57, tal como se muestra en la figura 34.

Se observará que se pueden utilizar otras variantes a efectos de la compresión. Por ejemplo, durante la compresión del elemento o constructo de fusión 51 entre las vértebras 50b y 50c, el gancho 110 de la herramienta de compresión 100 puede establecer contacto con la ranura 18 en el extremo de la placa 2, y el otro brazo de compresión de la herramienta de compresión 100 puede acoplarse en el vástago de compresión 54 en la tercera vértebra adyacente 50c. También se debe observar que la placa 2 tiene una parte recortada en forma de rebaje extremo, entre los lóbulos, en el extremo de la placa para inserción del vástago de compresión 54 en la vértebra. De otro modo, puede no haber espacio por debajo del extremo de la placa 2 para inserción del vástago de compresión 54.

Se observará que el proceso antes descrito se ha llevado a cabo con los tornillos para huesos 30 completamente insertados en los cuerpos vertebrales 50a, 50b y 50c, y la lordosis se mantiene durante la compresión del constructo o elemento 51 de injerto de los huesos.

Tal como se ha indicado anteriormente, el proceso para el acoplamiento de la placa 2 a las vértebras 50a, 50b y 50c se ha mostrado sin los tornillos de bloqueo 20, 21, en su lugar, sobre la placa 2. La figura 40 es una vista en perspectiva que muestra la placa 2 de las figuras 1-5, en una etapa de un proceso quirúrgico, cuando los tornillos 30 para huesos han sido instalados por completo en tres vértebras adyacentes 50a, 50b y 50c y los tornillos de bloqueo 20, 21 han sido obligados a girar en un ángulo de unos 90° para bloquear, en su lugar, tres tornillos para huesos 30; de manera que el tornillo de bloqueo de la izquierda 20, tal como se ha mostrado, ha sido obligado a girar en un ángulo de unos 60° para bloquear tres tornillos para huesos 30 en su lugar, y el tornillo de bloqueo central 21 ha sido obligado a girar en un ángulo de unos 90° para bloquear otros dos tornillos para huesos 30 en su lugar. En este momento, una de las superficies de leva 44 de cada uno de los tornillos de bloqueo 20, 21 descansa en la parte superior de la cabeza 32 del tornillo del correspondiente tornillo para huesos 30.

El montaje de la caperuza de bloqueo 300 se puede llevar a cabo también con una herramienta 220, tal como se ha mostrado en las figuras 41 y 42, con una punta de forma apropiada 222 con una longitud que depende de la profundidad del orificio 306 en una caperuza de bloqueo 300. El extremo 222 de la herramienta 220 está abocinado en las proximidades del extremo más distal, de manera que crea un acoplamiento a presión con la caperuza 300 del tornillo para facilitar la manipulación, e impide que la caperuza 300 del tornillo se desprenda de la herramienta 200.

La figura 43 es una vista en sección, por el plano del eje de los dos orificios 6 para tornillos de bloqueo extremos de la placa 2, con dos tornillos para huesos 30 en sus posiciones de montaje y el elemento de bloqueo 21 en su posición de bloqueo. La figura 44 es una vista a mayor escala de uno de los tornillos para huesos 30 en la placa 2 de la figura 43. En una realización preferente, el eje de cada tornillo 30 es, en general, perpendicular a las tangentes a

las superficies superior e inferior de la placa 2, en puntos que son cortados por el eje longitudinal del tornillo para huesos asociado 30. Por lo tanto, a causa de la curvatura de la placa 2 en el plano de la figura 18, los tornillos para huesos 30 pueden ser dirigidos de manera que convergen uno hacia el otro, según el ángulo deseado. El eje de los dos tornillos para huesos 30 mostrado en la figura 18 puede formar un ángulo de unos 45°. De manera alternativa, la curvatura de la placa de un lado a otro puede ser tal que se adapta a la superficie del perfil anterior de la espina dorsal cervical de un humano adulto, y el eje de los orificios para tornillos apareados se puede desviar de la perpendicularidad a la placa, cuando se contempla por el extremo, consiguiendo una convergencia óptima.

Dado que los tornillos para huesos 30, una vez insertados, quedan bloqueados a la placa, se obtiene una "garra" con una estructura triangular rígida en cada par de tornillos para huesos 30, de manera tal que el acoplamiento de la placa 2 a los cuerpos vertebrales 50a, 50b y 50c sería muy seguro debido a la retención de una masa acunada de material óseo entre el triángulo formado por los tornillos para huesos, incluso si tuviera lugar algún corrimiento de la rosca. La "garra" puede ser formada adicionalmente por tres tornillos para huesos en ángulo, en una configuración de trípode o por cuatro tornillos para huesos en una configuración de garra de cuatro lados.

Se puede montar un sistema de recubrimiento, según cualquiera de las realizaciones anteriores, de la misma manera que se ha descrito, y utilizando los mismos instrumentos y herramientas, tal como se han mostrado y descrito anteriormente con respecto a la primera realización. En el caso de la realización mostrada en la figura 22, las operaciones de compresión serían llevadas a cabo por medio de la ranura 604, en vez del orificio intermedio 12 para un tornillo de bloqueo.

b.) Sistemas de placa de bloqueo única

El sistema de placa de bloqueo única se describirá a continuación. Las figuras 47-52 son vistas de una primera realización de un sistema de bloqueo de placa única. El contorno de la placa 600 es el mismo que el de la placa 2 mostrada en las figuras 1-5. La placa 600 contiene orificios 602 receptores de tornillos para huesos que están roscados interiormente 603 para recibir los correspondientes elementos de bloqueo en forma de una caperuza de bloqueo 610 mostrada en las figuras 56-59. Por ejemplo, en la placa 600, el orificio 602 para el tornillo para huesos tiene un diámetro externo aproximadamente de 5 mm con un rango preferente de 4-6 mm y un diámetro interno roscado de 4,8 mm aproximadamente con un rango de 3,5-5,8 mm para esta utilización. Se pueden utilizar medios de fijación distintos a las roscas tales como elementos de fijación de tipo bayoneta.

El fondo de cada orificio 602 receptor de un tornillo para huesos tiene una parte escalonada hacia dentro de dimensiones seleccionadas de manera apropiada para retener un tornillo para huesos asociado 170, tal como se ha mostrado en las figuras 53-55. Tal como se describe más adelante de forma detallada en esta realización, un solo elemento de bloqueo en forma de caperuza de bloqueo 610 con filetes de rosca 608 mostrados en las figuras 56-59 está asociado con cada uno de los orificios 602 receptores de tornillos para huesos.

La diferencia entre el tornillo para huesos 170 utilizado en la realización de la placa única de bloqueo con respecto al tornillo para huesos utilizado en asociación con la placa de bloqueo múltiple se debe esencialmente al hecho de que, mientras que en la realización de la placa de bloqueo múltiple, los elementos de bloqueo deslizan sobre una parte de la parte superior 39 de la cabeza del tornillo 32, en la realización de placa única de bloqueo, la caperuza de bloqueo 610 se acopla sobre la cabeza 172 del tornillo para huesos 170. Por lo tanto, la cabeza 172 del tornillo para huesos 170 de la presente realización no es necesario que sea lisa. Esto permite que la cabeza 172 de esta realización de tornillo para huesos 170 sea más gruesa y más resistente.

La figura 63 muestra dos tornillos para huesos 170 y las caperuzas de bloqueo roscadas asociadas 610 en sus posiciones de instalación completa. En estas posiciones, las partes de la cabeza 174 y 176 de cada uno de los tornillos para huesos 170 forman un acoplamiento con interferencia con partes correspondientes de un orificio 602 receptor de un tornillo para huesos. El reborde 612 de cada caperuza de bloqueo roscada 610 forma un acoplamiento con interferencia con la parte superior 178 de la cabeza de su tornillo para huesos asociado 170. Dado que la rosca 608 de cada caperuza de bloqueo 610 se acopla de forma precisa con la rosca interna de un orificio 602 receptor de un tornillo para huesos, cada caperuza de bloqueo roscada 610 está sometida adicionalmente a una fuerza de fijación entre la parte 178 de la cabeza asociada y los filetes de rosca interna 603 del orificio 602 receptor del tornillo para huesos asociado. La cabeza redondeada 614 de cada caperuza 610 de bloqueo roscado asegura que la superficie superior de un sistema de placa montado se encontrará libre de bordes agudos o salientes.

Haciendo referencia a las figuras 80 y 81 se han representado útiles para su utilización en la inserción de los tornillos para huesos y la caperuza de bloqueo en una placa de bloqueo de tipo único 600. En la primera realización del útil de impulsión 1000 mostrado en la figura 80, dicho útil 1000 tiene un cuerpo tubular envolvente 1002. Dentro del cuerpo envolvente 1002 se encuentra un elemento de impulsión hexagonal o "torks" 1004 que tiene un extremo saliente 1006 que se corresponde con el rebaje 306 en la caperuza 610 para acoplamiento con dicha caperuza 610. Tal como se ha indicado anteriormente, el dispositivo de accionamiento 1004 está configurado de manera que constituye una fijación firme para la caperuza de bloqueo 610 para retener dicha caperuza de bloqueo 610 firmemente con respecto al dispositivo de impulsión. El dispositivo de impulsión hexagonal 1004 es hueco para tener

capacidad de que el eje 1010 de un destornillador Phillips o "torks" se acople por la parte hueca 1012 para acoplamiento por la punta 1012 con el rebaje correspondiente 1080 del tornillo para huesos 170 para acoplamiento por el extremo 1006 del dispositivo de accionamiento 1004. El vástago 1010 y el dispositivo de accionamiento 1000 es más largo que el cuerpo tubular y el dispositivo de accionamiento 1004 tiene un extremo superior (no mostrado) que se prolonga desde el extremo superior del cuerpo tubular 1002, de manera que puede ser obligado a girar mediante el asa.

El cuerpo envolvente 1002 tiene un diámetro que permite que la caperuza de bloqueo 610 quede retenida dentro del extremo interno de dicho cuerpo tubular 1002 por acoplamiento por fricción o por el dispositivo de accionamiento 1004. Se observará que se pueden utilizar otros métodos para la retención de la caperuza de bloqueo 610 dentro del extremo del cuerpo envolvente tubular 1000.

Tal como se ha mostrado en la figura 80, el funcionamiento del tornillo para huesos y el dispositivo de accionamiento 1000 del elemento de bloqueo es el siguiente: la caperuza 610 es insertada sobre el extremo del dispositivo de accionamiento 1004 de la caperuza y a continuación dicho dispositivo de accionamiento 1004 de la caperuza con el vástago 1010 del dispositivo de accionamiento del tornillo para huesos que pasa a través de la abertura longitudinal central del dispositivo de accionamiento de la caperuza. Tal como se ha mostrado, el vástago 1010 del dispositivo de impulsión del tornillo para huesos pasa a través del rebaje 306 de la caperuza 610 y se acopla con el rebaje 180 de la cabeza del tornillo para huesos 170. El tornillo para huesos 170 se ha mostrado montado en un orificio receptor del tornillo para huesos en la placa 600. El asa (no mostrada) del dispositivo de accionamiento del tornillo para huesos es obligada a girar, atornillando, por lo tanto, el tornillo para huesos 170 en su lugar. Dado que el diámetro del dispositivo de accionamiento del tornillo para huesos es menor que la anchura del rebaje 306 de la caperuza 610, el dispositivo 1010 de accionamiento del tornillo para huesos puede girar sin rotación de la caperuza 610.

El cuerpo envolvente tubular hueco 1002 descansa sobre la superficie superior de la placa 600 y ayuda en la alineación del vástago 1010 en relación con la placa. Una vez que el tornillo para huesos 170 ha sido insertado, el dispositivo de accionamiento 1004 de la caperuza es impulsado hasta que los filetes de rosca 608 del exterior de la caperuza 610 se acoplan con los filetes de rosca 603 del orificio receptor del tornillo para huesos. Entonces, el dispositivo 1004 de accionamiento de la caperuza es obligado a girar hasta que la caperuza 610 está bien fijada en su lugar.

En la figura 81, se ha mostrado una realización alternativa de la combinación del tornillo para huesos y del dispositivo de accionamiento de la caperuza de bloqueo. En esta realización, no se utiliza cuerpo envolvente. En vez de ello, el dispositivo 1010 de impulsión de la caperuza retiene la caperuza 610 por fricción y el asa 620 para el dispositivo 1010 de accionamiento del tornillo para huesos es obligada a girar. Un conjunto de resorte y bola 622 mantiene el dispositivo 1002 de accionamiento de la caperuza en la parte superior hasta que el tornillo para huesos ha sido atornillado en el orificio receptor del mismo. El dispositivo de accionamiento 1010 tiene una parte alargada que, una vez que el tornillo para huesos ha sido montado, el conjunto 622 de resorte y bola es presionado, y el mango 624 asociado con el dispositivo de accionamiento de la caperuza puede descender para el giro de la caperuza 610. Se puede utilizar un cuerpo envolvente tubular para ayudar en la alineación de la caperuza 610 en el orificio receptor del tornillo para huesos, tal como se ha indicado anteriormente.

Los elementos de accionamiento, mostrados en las figuras 80 y 81, simplifican el procedimiento y reducen el número de instrumentos que es necesario utilizar durante el proceso de montaje. El proceso es rápido y fiable, proporcionándole al médico una mayor seguridad de que no se perderán piezas pequeñas o éstas serán difíciles de manipular.

La figura 52 es una vista superior en planta de la placa 600, parcialmente montada, con caperuzas de bloqueo roscadas 600 montadas en orificios 602 receptores de tornillos para huesos.

Las figuras 54-56 muestran un tornillo para huesos 170 para su utilización con el sistema de placa de bloqueo única, de acuerdo con la invención. El tornillo para huesos 170 difiere del tornillo para huesos 30 anteriormente descrito en detalle, solo en lo que respecta a la configuración escalonada de la cabeza 172. Preferentemente, el tornillo para huesos 170 incluye una parte inferior 174 que es continua al vástago del tornillo, y tiene un diámetro reducido igual al diámetro máximo del vástago 176. La parte 178 de la cabeza 172 tiene, asimismo, un diámetro más pequeño que la parte inferior 174. La rosca 182 tiene la misma configuración que en el tornillo para huesos 30 explicado anteriormente. No obstante, se puede utilizar cualquier realización de tornillos para huesos con cualquiera de las placas.

Igual que en el caso de un sistema de bloqueo por una placa múltiple que se ha descrito anteriormente, los tornillos para huesos 170 para su utilización en un sistema de placa de bloqueo única, son preferentemente macizos, de manera que los tornillos llegan a la superficie de la placa inferior, en cuya situación, los tornillos utilizados con placas de la técnica anterior tienen la mayor tendencia a la rotura, siendo el único rebaje en las cabezas para el acoplamiento de la punta 222 del útil de accionamiento 220 y encontrándose el rebaje por encima del área crítica. Por lo tanto, estos tornillos para huesos 170 continúan siendo robustos. Las cabezas de los tornillos no están

ranuradas profundamente dividiéndolas en partes, y las caperuzas de bloqueo no ejercen una fuerza externa radial sobre las cabezas de los tornillos para huesos asociadas, de manera que las cabezas de tornillos no se abren deformándose y debilitándose.

5 Haciendo referencia a las figuras 71, 73 y 75 se ha mostrado otra realización alternativa del sistema de placa de bloqueo única de la presente invención, habiéndose hecho referencia a la misma con el numeral 500. La placa 500 tiene el mismo contorno que la placa 2 de las figuras 1 a 5, pero asociada con cada una de las aberturas 502 para los tornillos para huesos se encuentran unas aberturas roscadas 524 desplazadas de las aberturas 502 de los
10 tornillos para huesos para recibir el elemento de bloqueo 506-508 mostrados en las figuras 72 y 74 como juego de tornillos de bloqueo roscado o caperuza 506 o tornillo 508.

Se observará que se pueden utilizar otras configuraciones de placas de bloqueo únicas. Haciendo referencia a la figura 82, se ha mostrado una placa de bloqueo única 900 en la que se aprecia un par de orificios 910 receptores de tornillos para huesos en sus extremos 930 y una serie de orificios 950 receptores de tornillos para huesos a lo largo
15 del eje longitudinal de la placa 900. Los orificios adicionales 950 receptores de tornillos para huesos permiten que una sola placa sea capaz de quedar alineada con una serie de espacios discales de vértebras de diferentes dimensiones e injertos de fusión de huesos. Tal como se ha indicado anteriormente, la placa de la presente invención mostrada en las figuras 1-5 requiere la selección de una placa debidamente dimensionada por parte del cirujano, de manera que cada par de orificios receptores de tornillos para huesos 6-8 estén alineados con las
20 vértebras apropiadas. Esto requiere disponer de una serie de placas de diferentes dimensiones para acoplamiento óptimo de los orificios receptores de tornillos para huesos a cada una de las vértebras. Con la placa 900 de la figura 82, la reducida separación y número incrementado de aberturas centrales permiten que el cirujano sitúe, como mínimo, una abertura apropiada alineada con cada una de las vértebras intermedias y/o injertos de huesos.

25 El procedimiento para el montaje de placas de bloqueo de tipo único es sustancialmente el mismo que se ha descrito en detalle para las placas de bloqueo de tipo múltiple. La ranura central longitudinal 670 de las placas de bloqueo de tipo único es utilizada para el proceso de compresión. La misma instrumentación es utilizada para crear el orificio de la placa por medio de un punzón o de una broca. Las figuras 60-69 muestran las diferentes etapas en el procedimiento de montaje de las placas de bloqueo de tipo único, comparables con las etapas utilizadas en el
30 montaje de las placas de bloqueo de tipo múltiple.

Haciendo referencia a las figuras 76-79, las cabezas 507 y 526 de los elementos de bloqueo 508 y 522 tienen un rebaje 510 y 524 correspondiente al radio de las aberturas 502 y 528 para tornillos para huesos, de manera que el elemento de bloqueo 508 y 522 puede ser montado en su lugar antes de la inserción del tornillo para huesos 170 en
35 el orificio 502 y 528 destinado a recibir dichos tornillos. Cuando los elementos de bloqueo 508 y 522 son obligados a girar, una parte de su cabeza se prolonga sobre la parte superior de la cabeza del tornillo para huesos 170 bloqueando en su lugar. Igual que en las realizaciones anteriores, la superficie inferior de los tornillos de bloqueo 508 y 522 puede tener una configuración excéntrica y otra, para acoplamiento con la superficie superior 39 del tornillo para huesos asociado 170.

40 Si bien se han descrito la instrumentación de las placas y su procedimiento, en relación con la fijación de una placa a las vértebras de la columna vertebral, se debe observar que las placas pueden ser adoptadas para su aplicación a otras partes del cuerpo. No obstante, las dimensiones de la placa, el contorno específico de la misma, y la colocación de los orificios receptores de los tornillos para huesos tendrían que ser modificados.

45 De manera similar, los tornillos para huesos descritos en esta solicitud pueden ser utilizados en otras partes del cuerpo, que también tendrían que ser modificadas para servir para el objetivo pretendido, dependiendo de las dimensiones de la parte del cuerpo en la que tienen que ser montadas.

50

REIVINDICACIONES

1. Sistema de placa adaptado para su utilización en la columna vertebral cervical humana anterior para contacto con la protuberancia anterior de, como mínimo, dos cuerpos vertebrales cervicales, comprendiendo dicho sistema de placa:

una placa (600, 900) que tiene un eje longitudinal y una longitud suficiente para extenderse a un espacio discal y solaparse con partes de, como mínimo, dos cuerpos vertebrales adyacentes, teniendo dicha placa (600, 900) una superficie inferior para su colocación contra los cuerpos vertebrales y una superficie superior en oposición a dicha superficie inferior;

como mínimo, dos tornillos para huesos (170), cada uno de los cuales tiene un eje central longitudinal y está adaptado para acoplarse a cada uno de, como mínimo, dos cuerpos vertebrales, respectivamente, teniendo cada uno de dichos tornillos para huesos (170) un extremo delantero para su inserción dentro de los cuerpos vertebrales y un extremo posterior (172) opuesto a dicho extremo delantero, teniendo dicho extremo posterior (172) una primera superficie (178) dirigida hacia arriba, orientada hacia dicha superficie superior de la placa (600, 900), una superficie inferior opuesta a dicha primera superficie dirigida hacia arriba orientada hacia dicha superficie inferior de dicha placa (600, 900) y una segunda superficie dirigida hacia arriba, orientada hacia dicha superficie superior de dicha placa (600, 900) y dispuesta entre dicha primera superficie (178) dirigida hacia arriba y dicha superficie inferior;

como mínimo, dos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos, que se extienden a través de dicha placa (600, 900) desde dicha superficie superior a dicha superficie inferior, teniendo cada uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos, un eje longitudinal central, estando, como mínimo, un primer orificio de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos adaptado para quedar dispuesto por encima de un primer cuerpo vertebral, y estando adaptado, como mínimo, un segundo de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos, para quedar dispuesto por encima de un segundo cuerpo vertebral; y

una serie de elementos de bloqueo (610) adaptado cada uno de ellos para bloquear a dicha placa (600, 900) solamente uno de cada uno de dichos tornillos para huesos (170) insertado en cada uno de los orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos, siendo acoplable cada uno de dichos elementos de bloqueo (610) coaxialmente, como mínimo, parcialmente dentro de solamente uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos para retener dicho tornillo para huesos (170) en dicha placa (600, 900), teniendo cada uno de dichos elementos de bloqueo (610) un perímetro externo que establece contacto, como mínimo, con una parte del perímetro de uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos, teniendo cada uno de dichos elementos de bloqueo (610) una superficie superior configurada para cubrir, como mínimo, una parte de dicha, como mínimo, una superficie dirigida hacia arriba de dicho tornillo para huesos (170) y una superficie inferior en oposición a dicha superficie superior, caracterizado porque

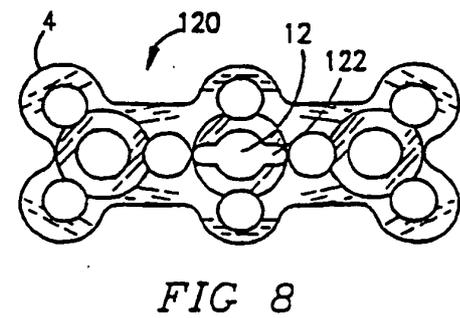
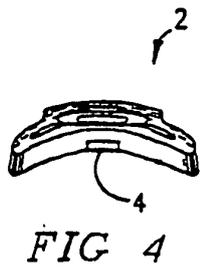
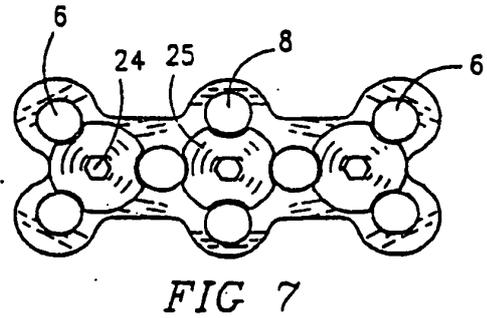
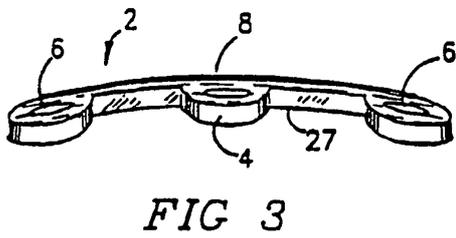
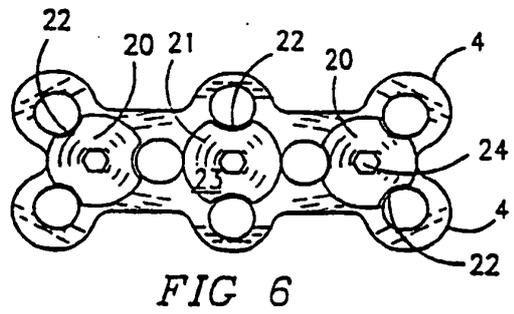
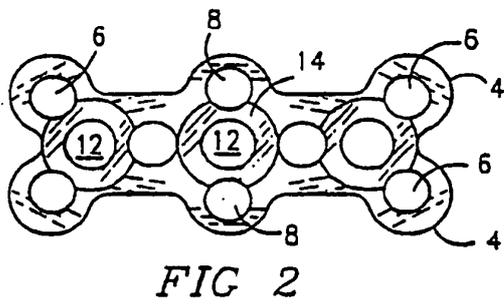
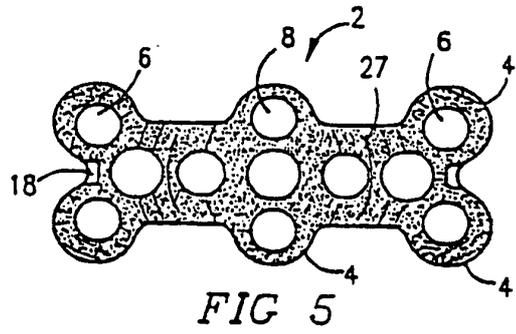
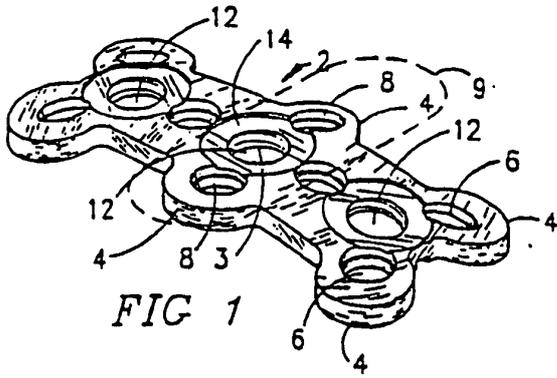
cada uno de dichos elementos de bloqueo (610) tiene un orificio pasante (306) que atraviesa dicha superficie superior y dicha superficie inferior, teniendo dicho orificio pasante un eje longitudinal central fijado coaxialmente con respecto al eje longitudinal central de uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos y el eje longitudinal central de uno de dichos tornillos para huesos (170) cuando dichos tornillos para huesos (170) y dicho elemento de bloqueo (610) son recibidos en dicho orificio (602, 910, 950) receptor de tornillos para huesos, teniendo la segunda superficie dirigida hacia arriba de, como mínimo, uno de dichos tornillos para huesos (170) una superficie de contacto de forma general plana por debajo de, como mínimo, uno de dichos elementos de bloqueo (610) cuando dicho, por lo menos, un tornillo para huesos (170) y dicho, por lo menos, un elemento de bloqueo (610) son recibidos en un orificio correspondiente (602, 910, 950) receptor de tornillos para huesos, siendo dicha superficie inferior de dicha placa (600, 900) cóncava a lo largo de una parte sustancial del eje longitudinal de dicha placa (600, 900) y estando configurado cada uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos para impedir que dicha superficie inferior de dicho extremo posterior de dicho tornillo para huesos (170) sobresalga por debajo de dicha superficie inferior de dicha placa (600, 900).

2. Sistema de placa, según la reivindicación 1, en el que dicha superficie inferior de dicha placa (600, 900) es cóncava, como mínimo, en una parte transversal con respecto al eje longitudinal de dicha placa (600, 900).

3. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicha superficie inferior de dicha placa (600, 900) es plana, por lo menos en parte transversalmente al eje longitudinal de dicha placa (600, 900).

4. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, como mínimo, uno de dichos elementos de bloqueo tiene forma general circular y el eje longitudinal central de dicho elemento de bloqueo es el eje de rotación de dicho elemento de bloqueo, siendo el eje de rotación coaxial con el eje longitudinal central de uno de dichos orificios receptores de tornillos para huesos cuando dicho elemento de bloqueo es insertado en dicho orificio receptor de tornillos para huesos.

5. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, como mínimo, uno de dichos elementos de bloqueo (610) comprende, como mínimo, un tornillo y una caperuza.
- 5 6. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que, como mínimo, uno de dichos elementos de bloqueo (610) comprende una parte roscada (608).
7. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el extremo posterior de, como mínimo, uno de dichos tornillos para huesos (170) está configurado para cooperar con uno de dichos elementos de bloqueo (610) para bloquear dicho tornillo para huesos (170) a dicha placa (600, 900).
- 10 8. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, por lo menos, uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos, es roscado.
- 15 9. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, como mínimo, uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos está configurado para constituir un encaje con interferencia con uno de dichos tornillos para huesos (170).
10. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en combinación con un injerto de hueso.
- 20 11. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en combinación con un material de fomento de crecimiento de huesos.
12. Sistema de placa, según la reivindicación 11, en el que dicho material de fomento de crecimiento del hueso comprende, como mínimo, uno de hueso, proteína morfogénica de hueso, hidroxiapatita y fosfato tricálcico de hidroxiapatita.
- 25 13. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, como mínimo, una parte de una de dichas placas (600, 900), dichos elementos de bloqueo (610) y dichos tornillos para huesos (170) es de un material bioabsorbible.
- 30 14. Sistema de placa, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, como mínimo, uno de dichos orificios (602, 910, 950) receptores de tornillos para huesos tiene una dimensión reducida en las proximidades de dicha superficie inferior de dicha placa (600, 900) para formar un asiento, teniendo dicho asiento una superficie que es, como mínimo, en parte plana y adaptada para establecer contacto con dicha superficie inferior de dicho extremo posterior de dichos tornillos para huesos (170).
- 35



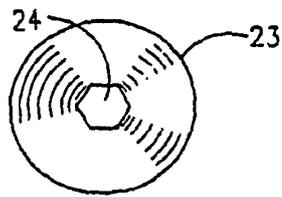


FIG 9

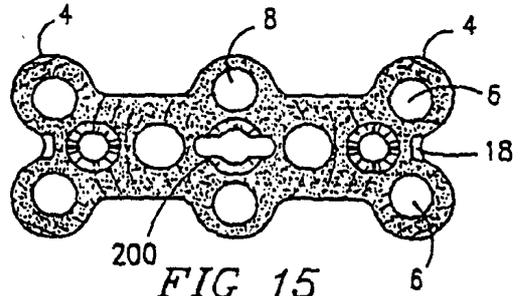


FIG 15

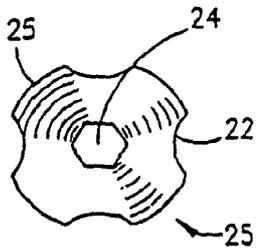


FIG 10

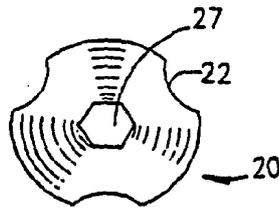


FIG 11

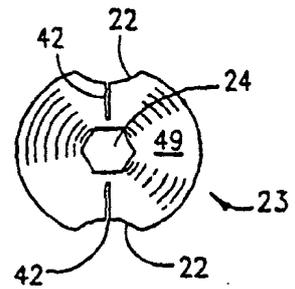


FIG 16

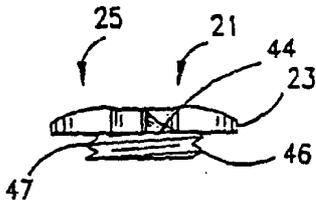


FIG 12



FIG 13

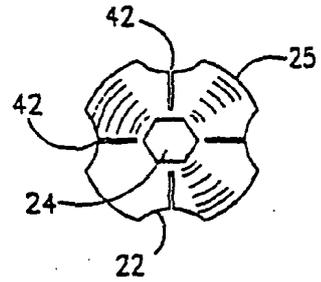


FIG 17

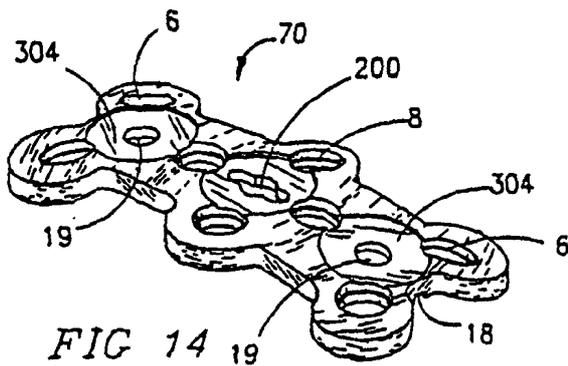


FIG 14

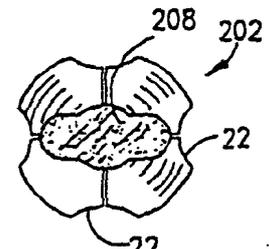


FIG 18

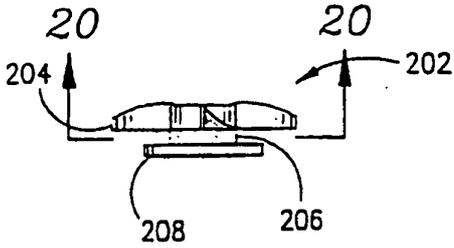


FIG 19

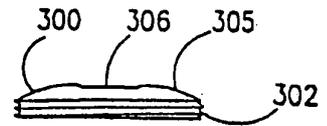


FIG 23

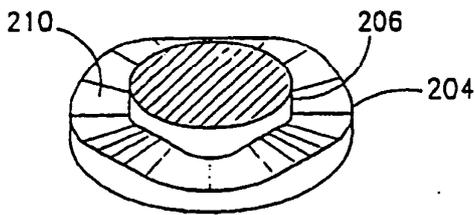


FIG 20

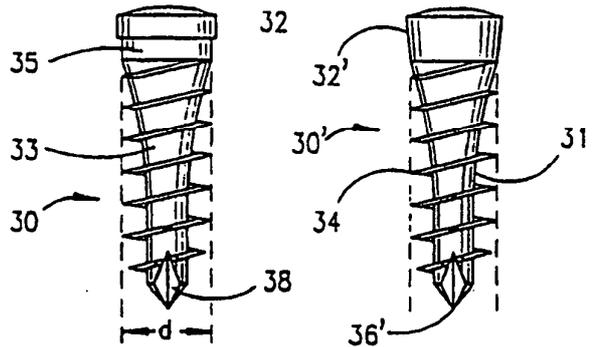


FIG 24A

FIG 25

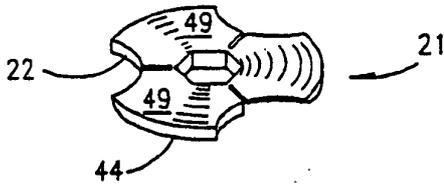


FIG 21

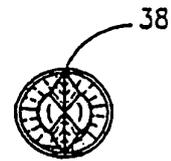


FIG 26

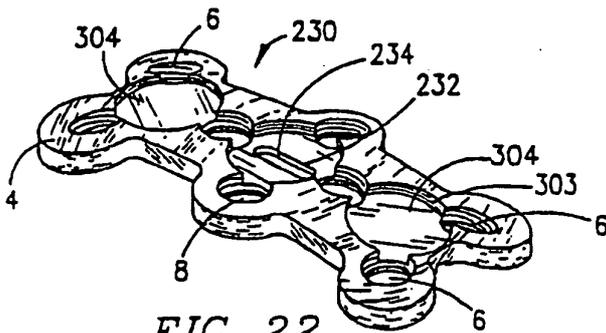


FIG 22

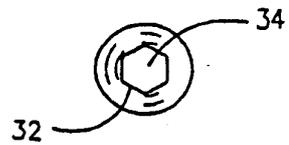
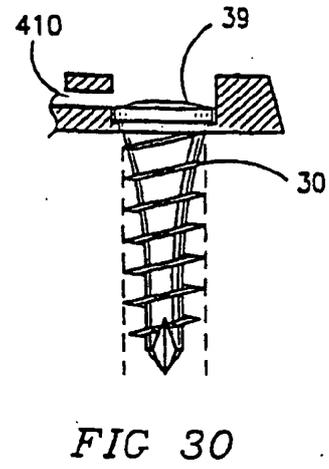
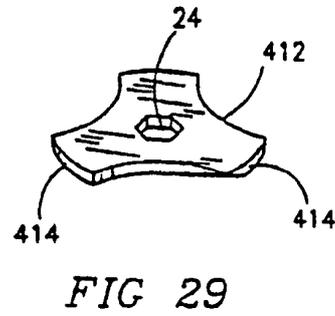
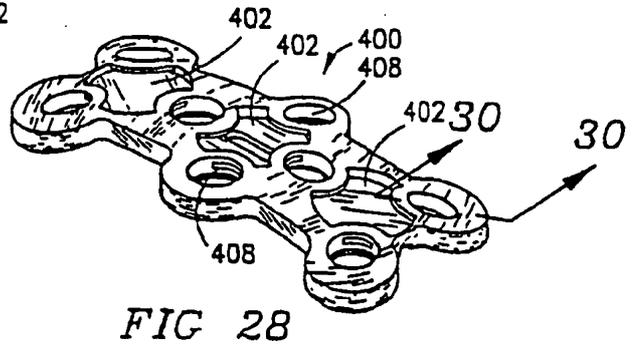
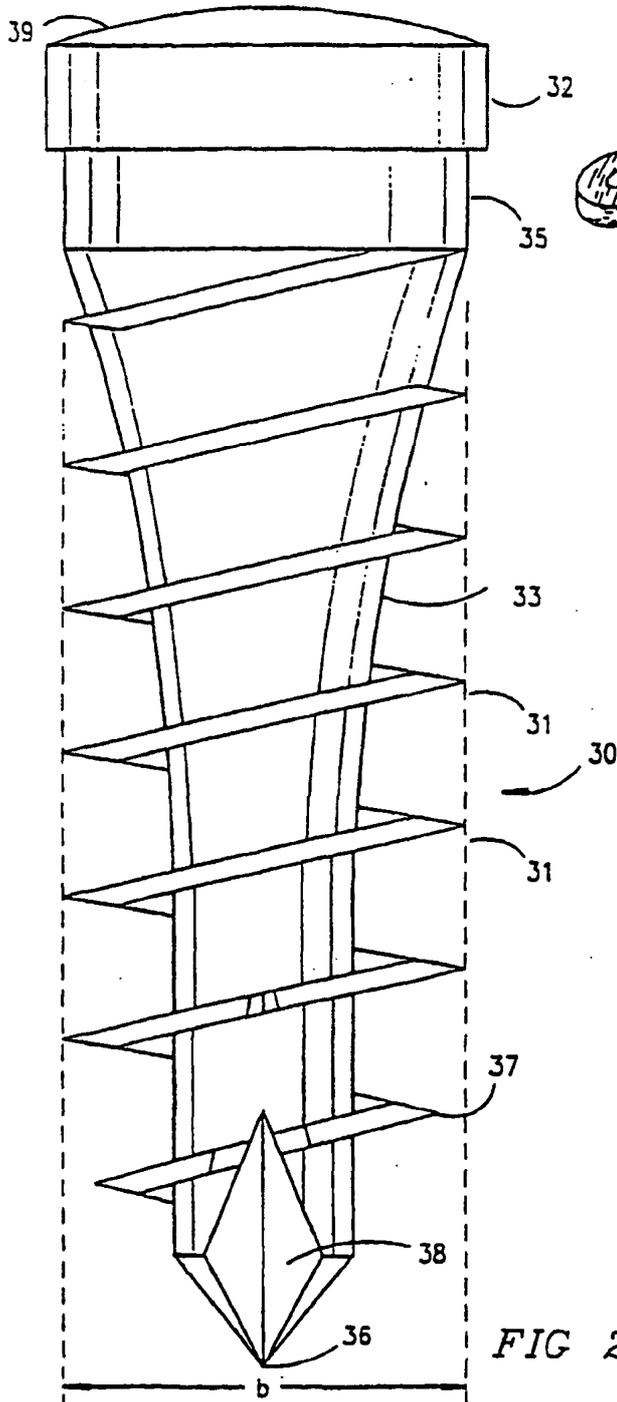
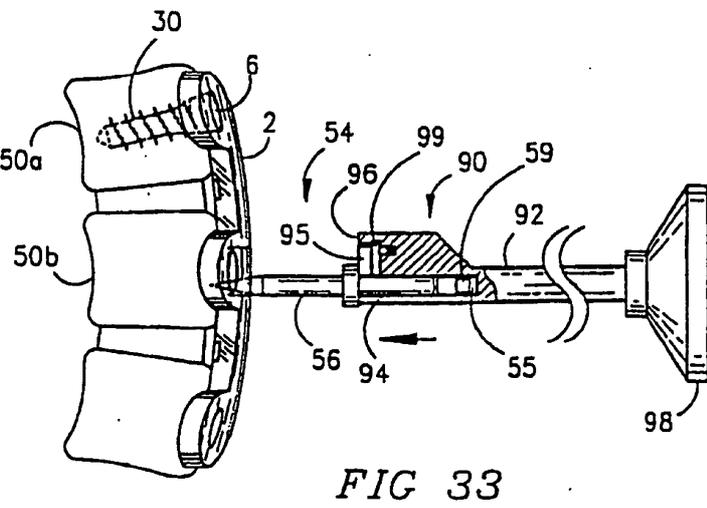
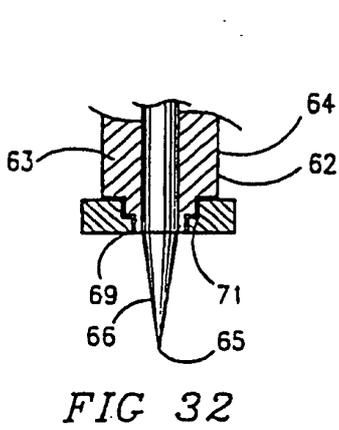
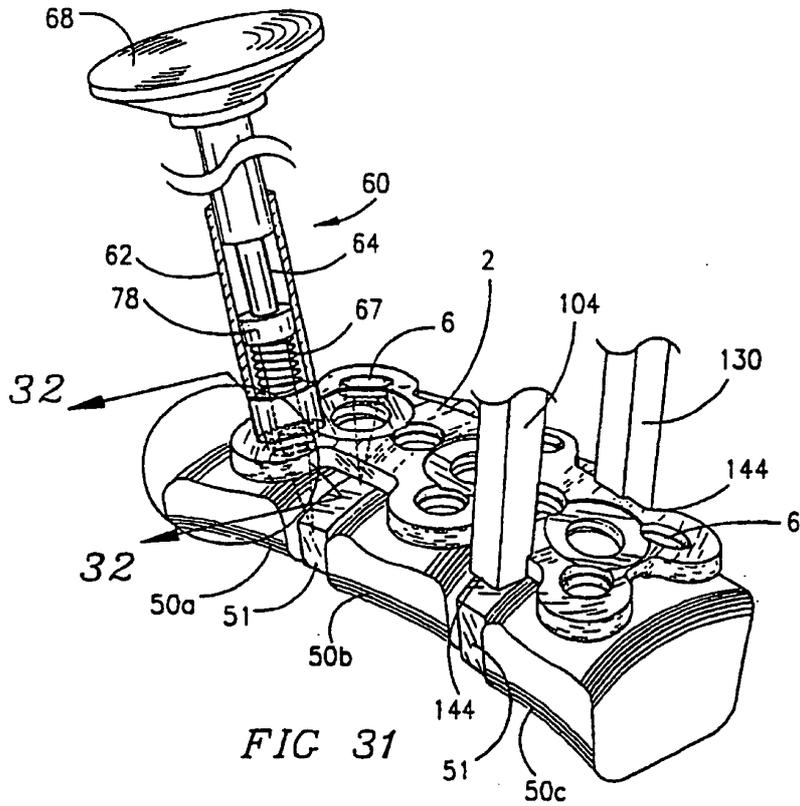


FIG 27





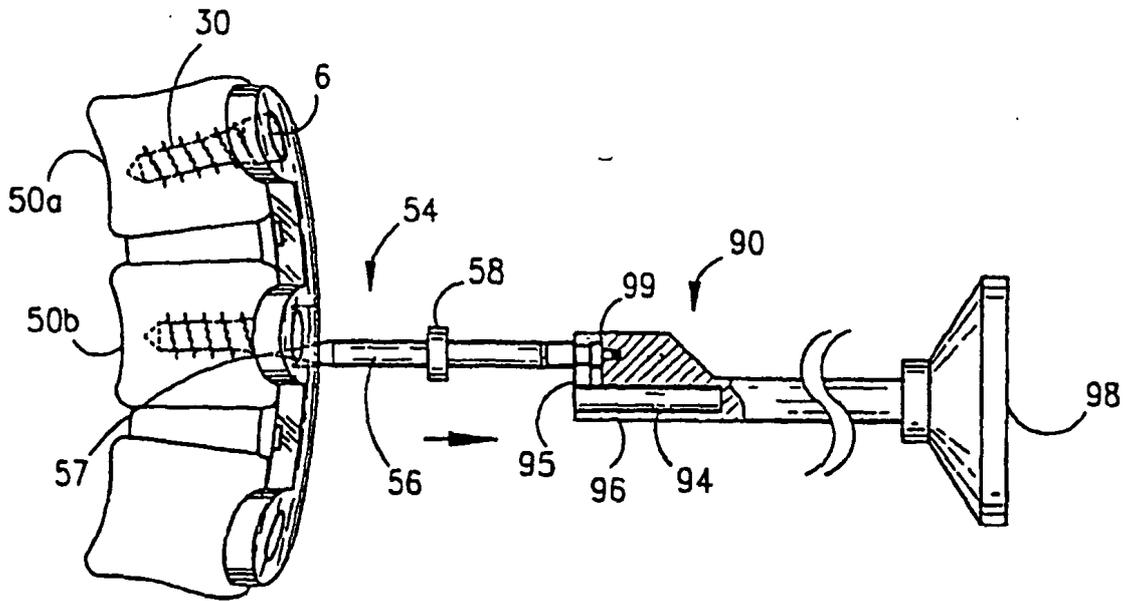


FIG 34

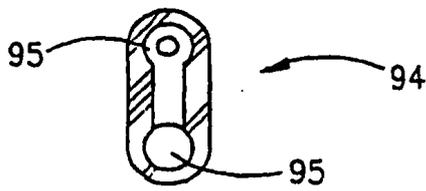


FIG 35

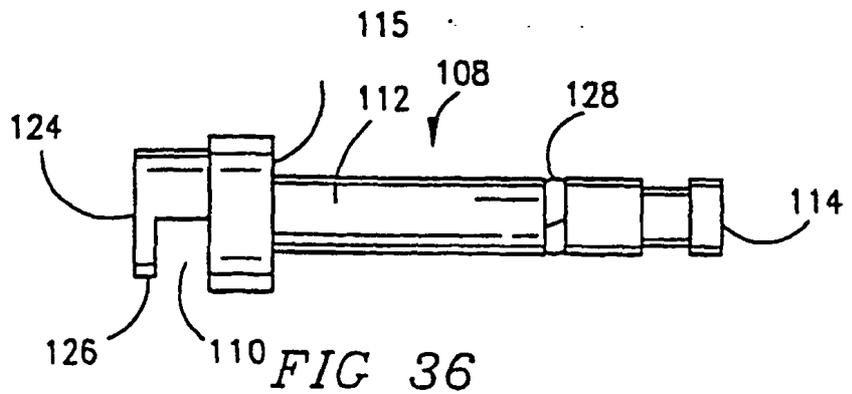


FIG 36

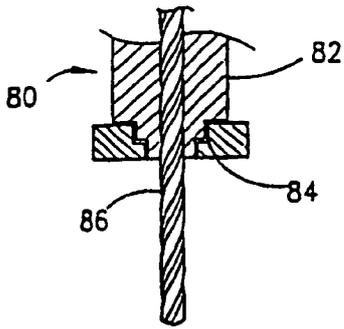


FIG 37

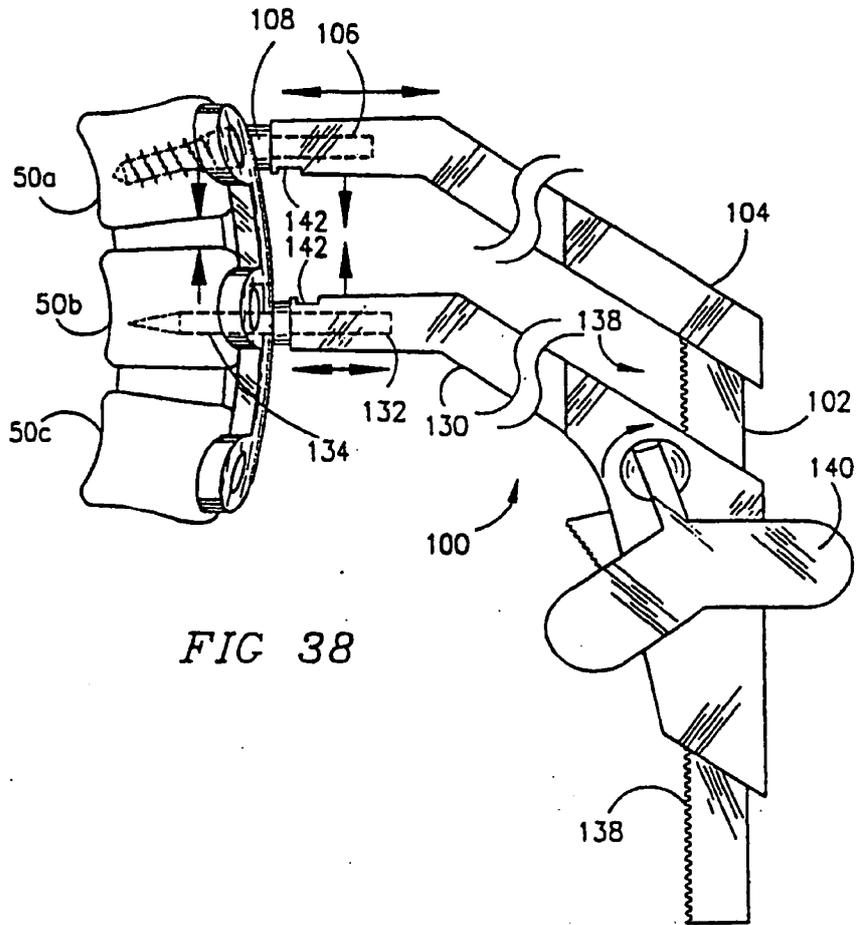
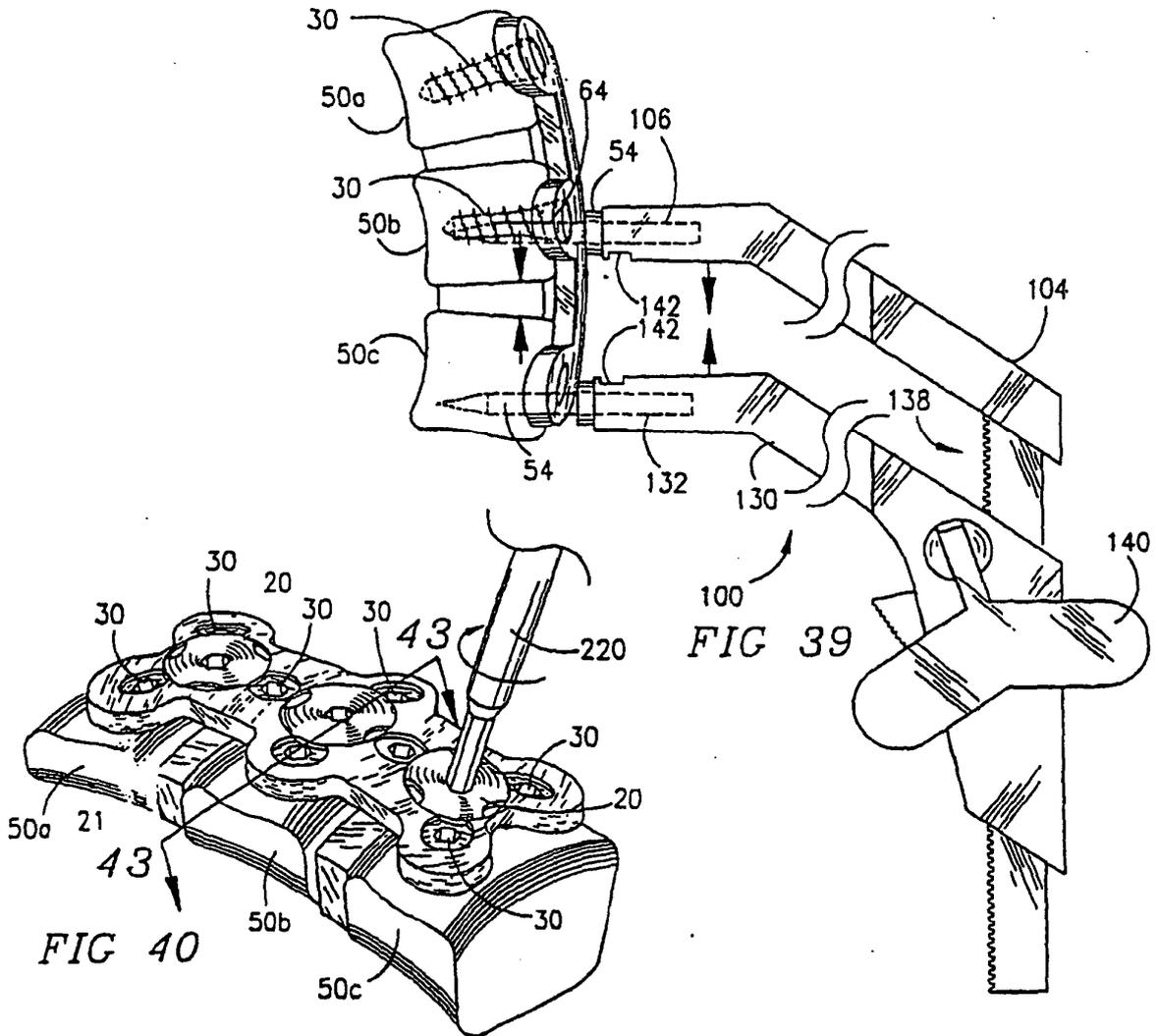


FIG 38



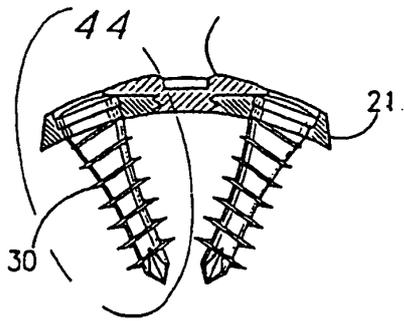


FIG 43

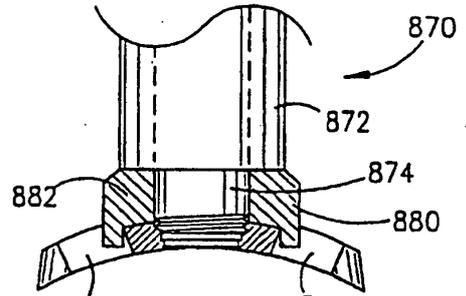


FIG 45

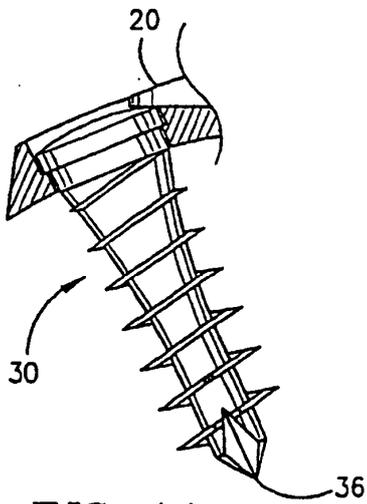


FIG 44

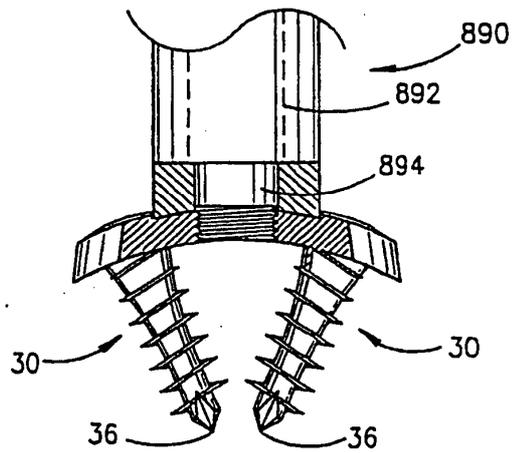
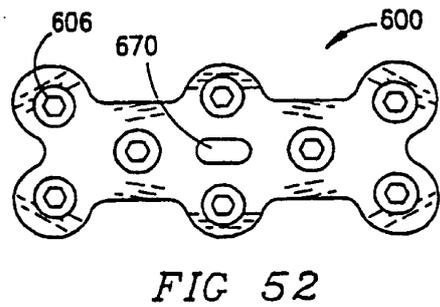
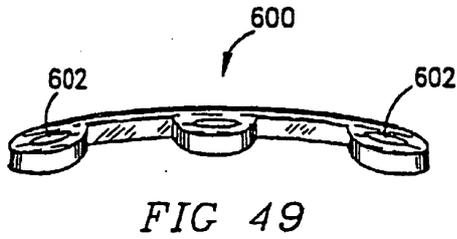
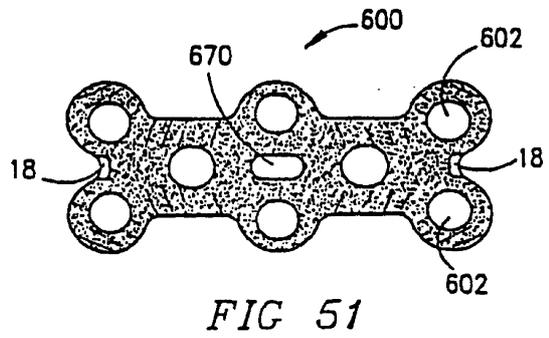
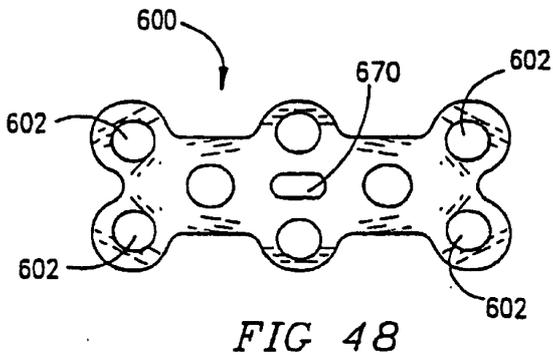
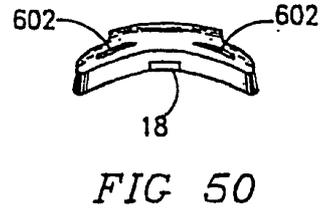
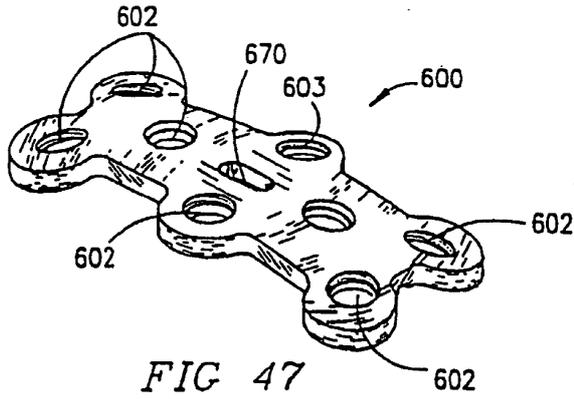


FIG 46



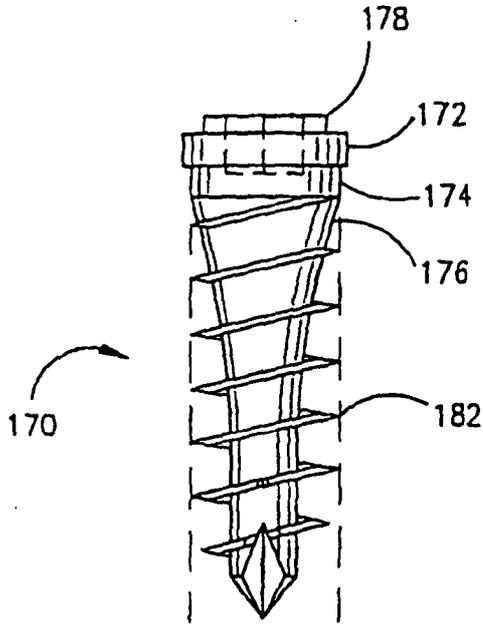


FIG 53

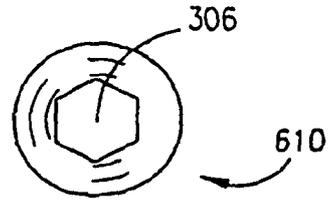


FIG 56

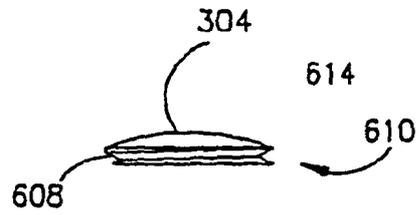


FIG 57

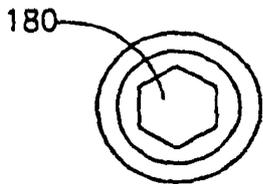


FIG 54

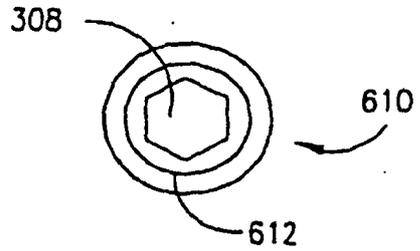


FIG 58



FIG 55

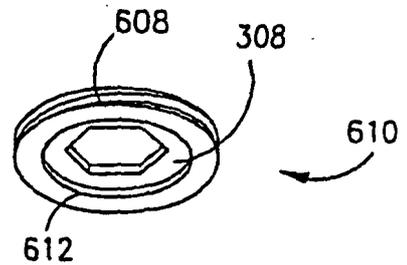
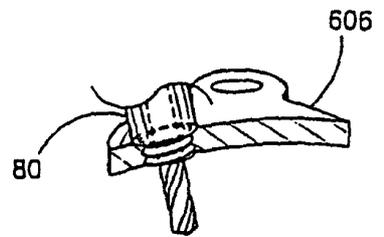
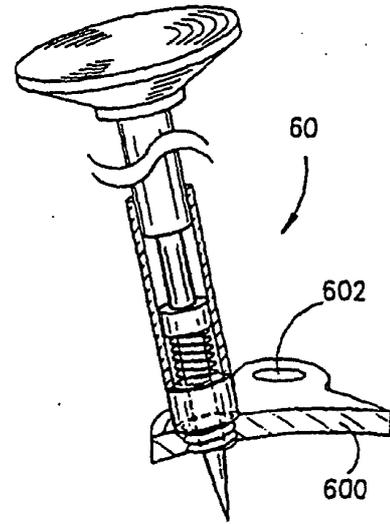
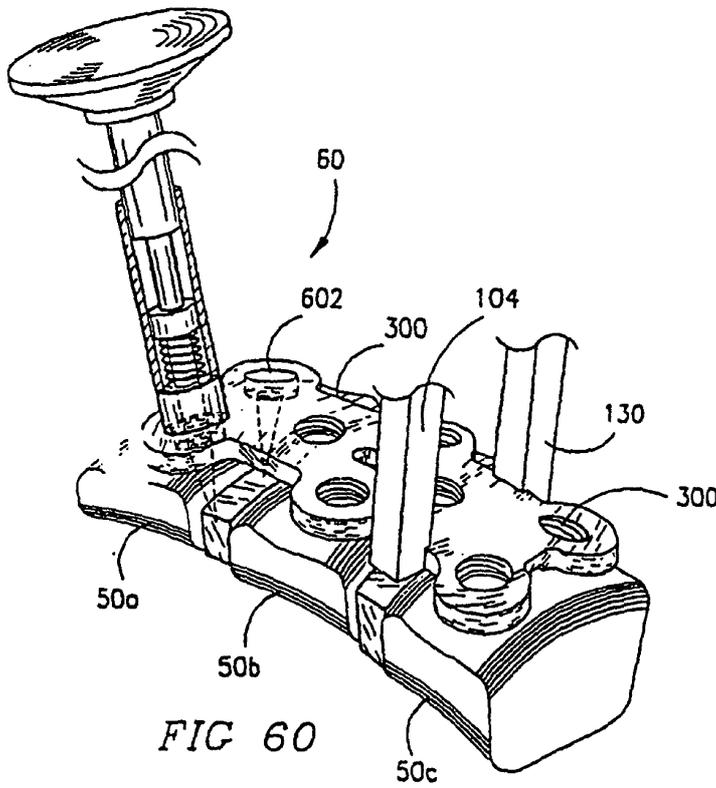
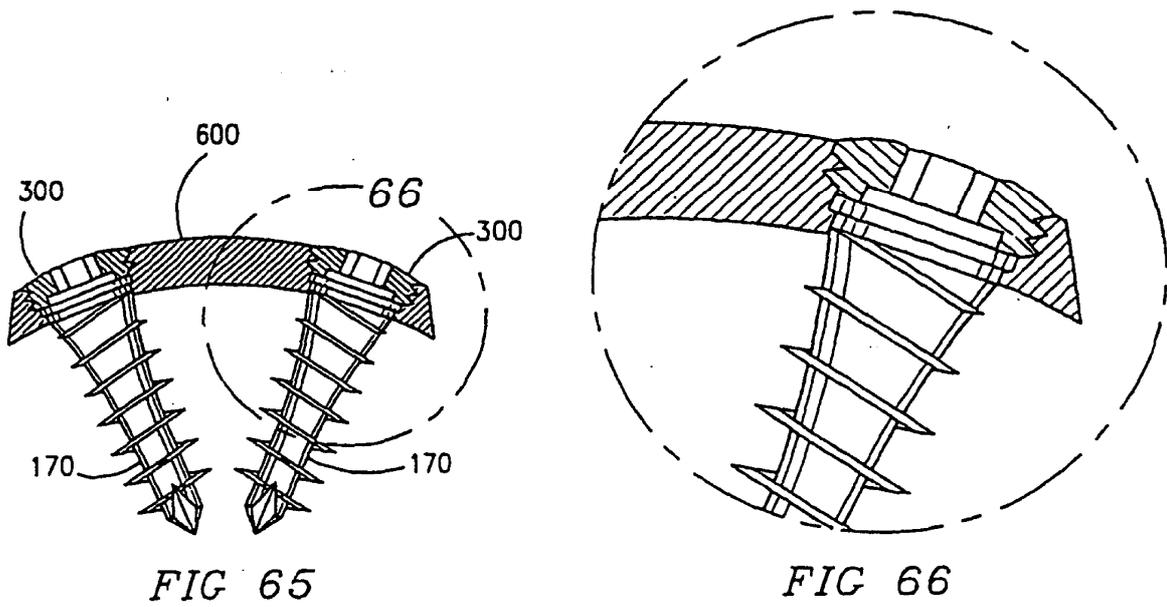
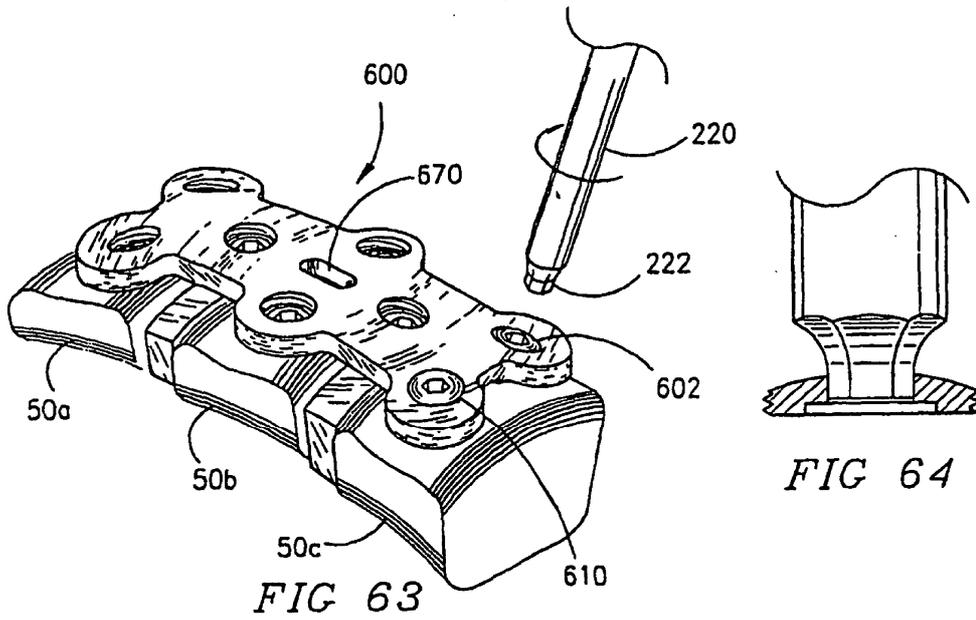


FIG 59





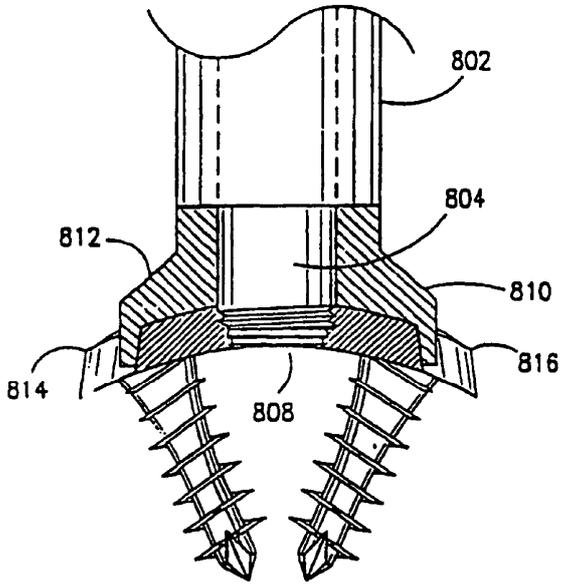


FIG 68

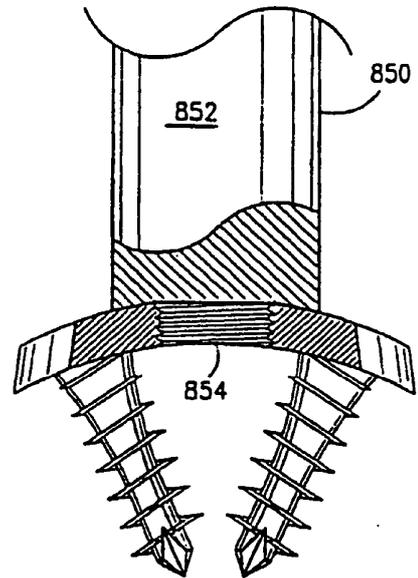


FIG 69A

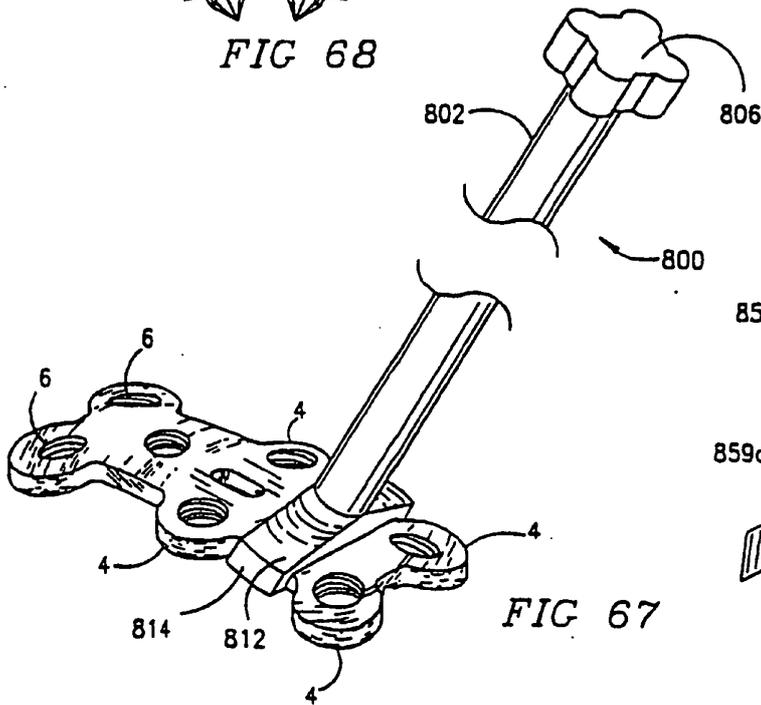


FIG 67

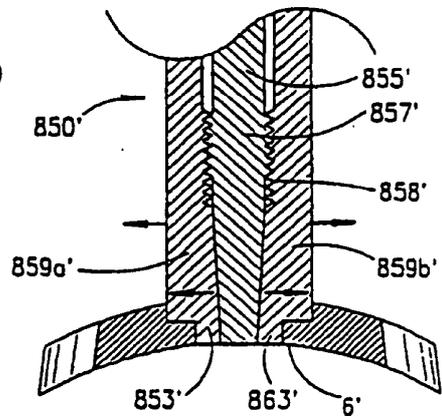


FIG 69A

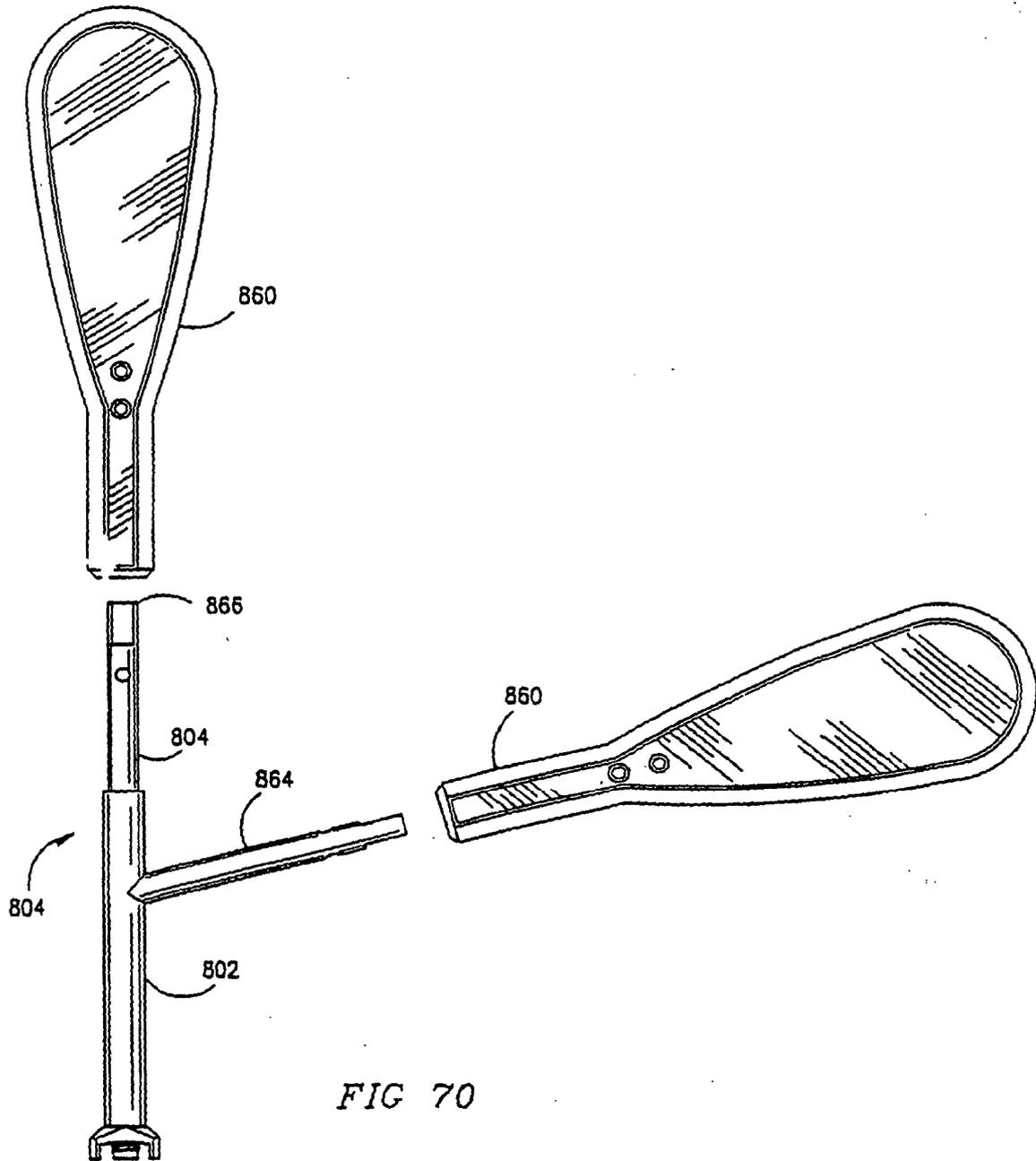


FIG 70

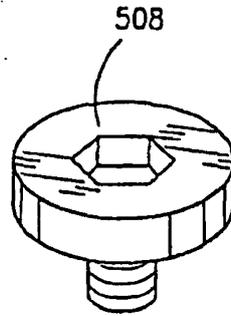
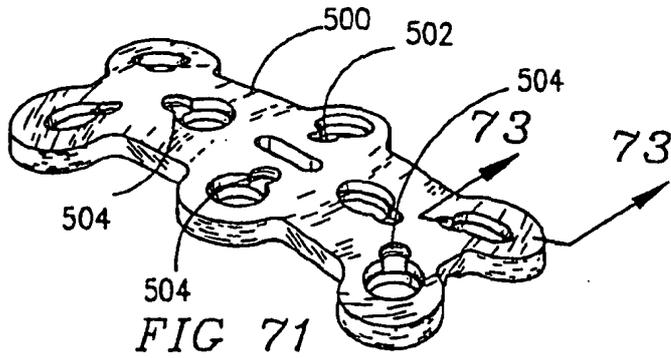


FIG 74

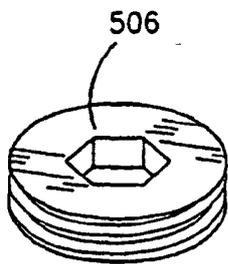


FIG 72

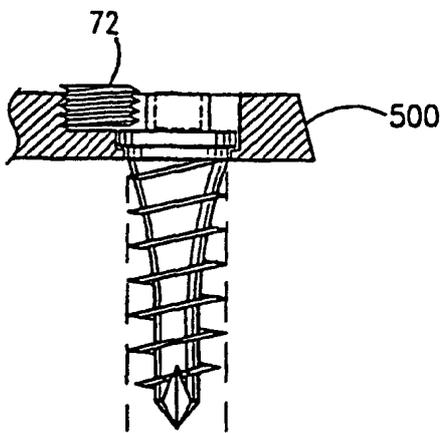


FIG 73

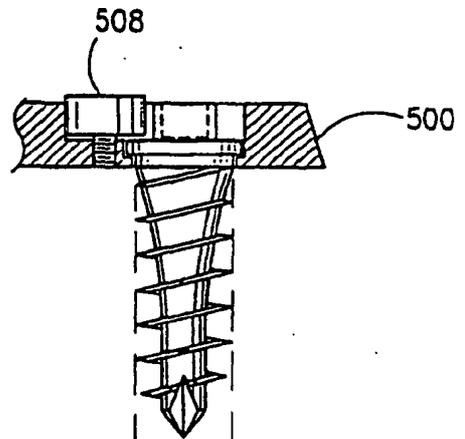


FIG 75

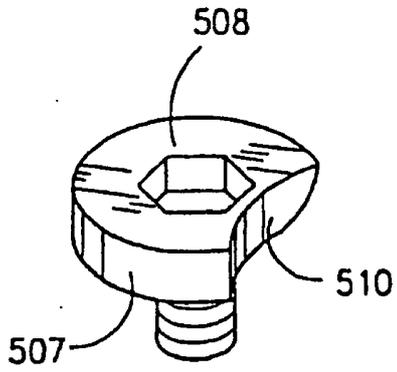


FIG 76

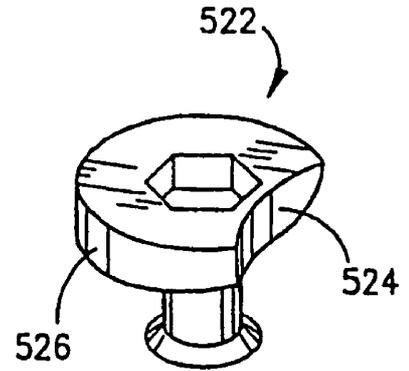


FIG 78

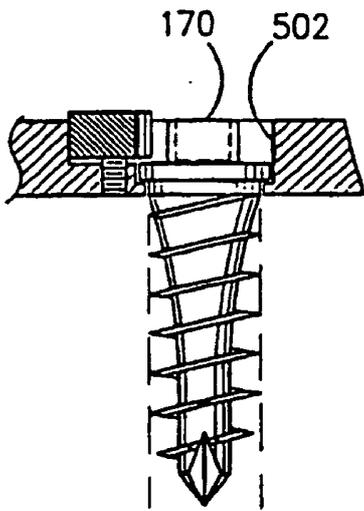


FIG 77

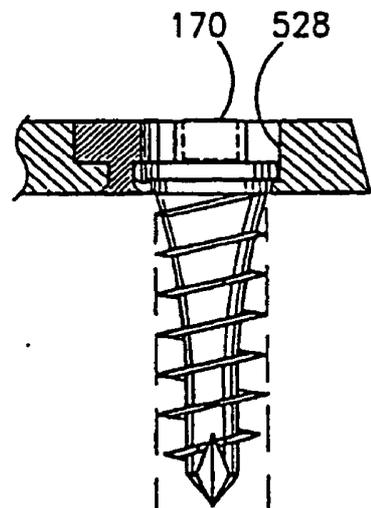


FIG 79

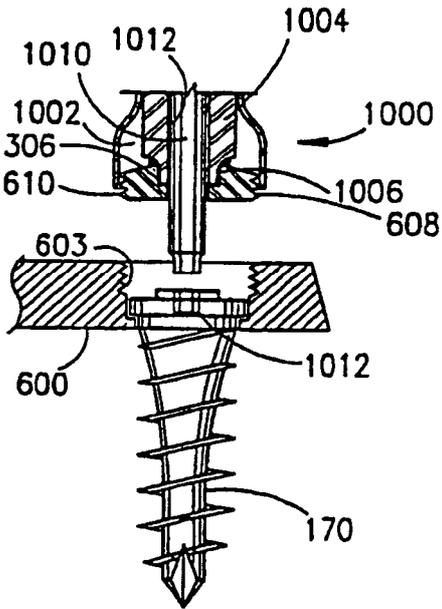


FIG 80

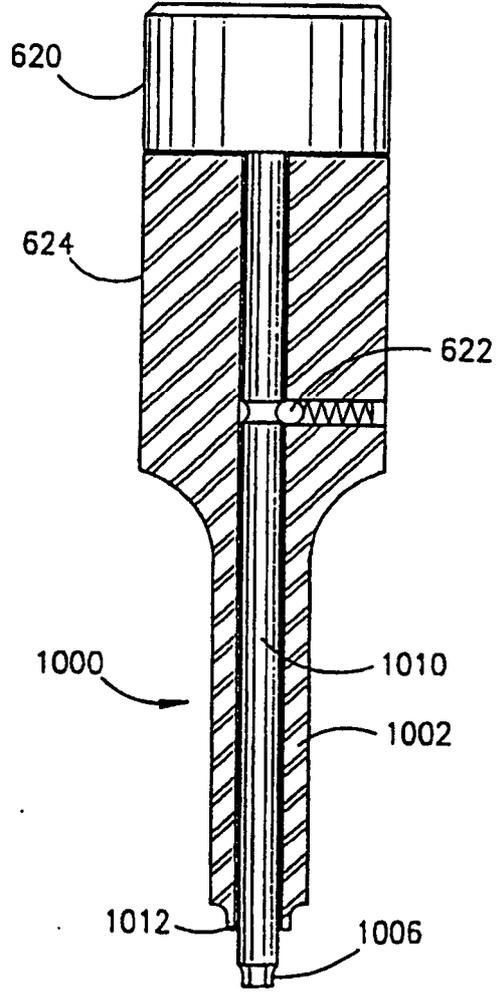


FIG 81

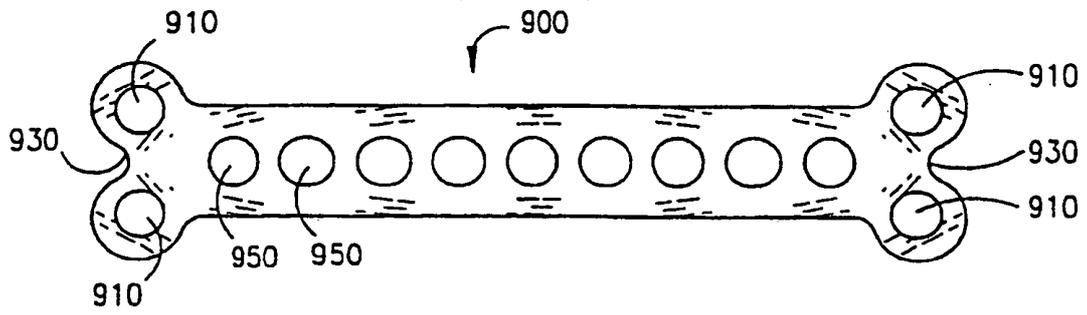


FIG 82

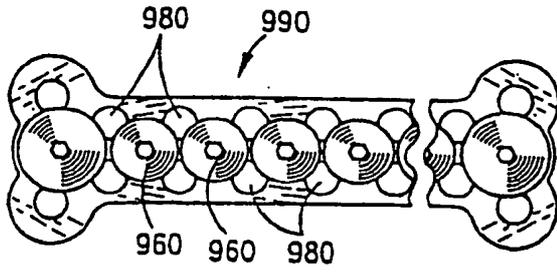


FIG 83

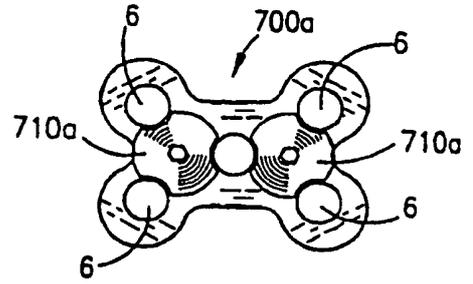


FIG 84A

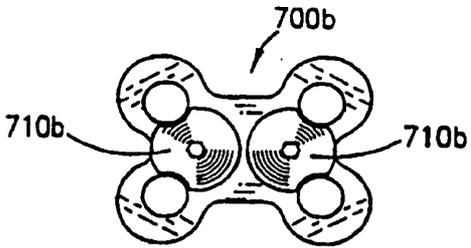


FIG 84B

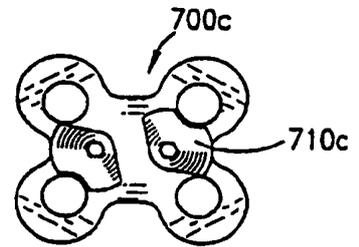


FIG 84C

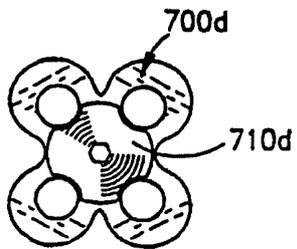


FIG 84D

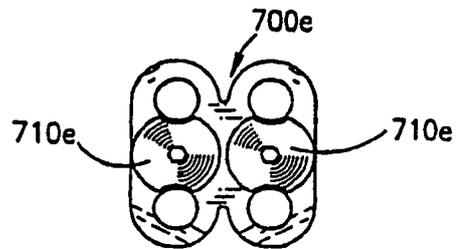


FIG 84E