



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 284 272**

⑤1 Int. Cl.:
A61F 2/08 (2006.01)
A61B 17/04 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- ⑧6 Número de solicitud europea: **99954936 .3**
⑧6 Fecha de presentación : **18.10.1999**
⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1221909**
⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **17.07.2002**

⑤4 Título: **Aparato para reparación de tendón o ligamento.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

⑦3 Titular/es: **Tendon Technology, Ltd.**
101 Southbend Court
Loveland, Ohio 45140-7134, US

⑦2 Inventor/es: **Lubbers, Lawrence, M.;**
Hughes, Kenneth, E.;
Coleman, Carl, R.;
Williamson, Warren, P., IV;
Berky, Craig;
Huddleston, Matt y
Ward, Thomas

⑦4 Agente: **Izquierdo Faces, José**

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

Aparato para reparación de tendón o ligamento.

Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente al aparato de reparación de tendón o ligamento. Más específicamente, la invención se refiere a la reparación de tendones o ligamentos graves o dañados y la adhesión de tendones o ligamentos al hueso. Tal y como aquí se emplean, los términos “tendón” y “ligamento” se usan de una manera normalmente intercambiable.

Contexto de la invención

La reparación de tendones y ligamentos es un área exigente y propensa a la complicación dentro de la cirugía. Como un ejemplo, el dilema en la operación de reparación de tendón flexor en la mano es para conectar de manera adecuada un tendón dañado sin comprometer la funcionalidad de la mano debido a la intervención quirúrgica y a las técnicas de reparación. Durante los pasados 40 años, ha habido sólo mejoras en las técnicas básicas de sutura para reparar tendones. Con el fin de realizar mejoras sustanciales en la técnica de reparación de un tendón dañado se debe entender en primer lugar la composición y estructura de tendones y ligamentos.

Los tendones pueden mantener fuerzas tensas que resultan de la contracción muscular, aunque son lo suficientemente flexibles como para doblarse en torno a superficies y desviarse por debajo de la retináculo para cambiar la dirección final de la fuerza muscular. Los tendones unen el músculo al hueso y transmiten cargas tensas del músculo al hueso produciendo así el movimiento de la articulación. Los ligamentos unen hueso con hueso y pueden flexionarse para permitir el movimiento natural de los huesos a los que se unen, pero son fuertes y no se pueden extender para que ofrezcan la adecuada resistencia a las fuerzas aplicadas. Los ligamentos aumentan la estabilidad mecánica de las articulaciones. El comportamiento biomecánico de tendones y ligamentos es viscoelástico o dependiente de velocidad o ritmo, es decir, su fuerza y rigidez aumentan con un índice de carga aumentada. Conjuntos de fibras de colágeno unidas en una matriz conectiva, conocido como matriz extracelular amorfa, proporcionan los elementos portadores de carga de los tendones y ligamentos naturales. La disposición de las fibras de colágeno es casi paralela en los tendones, equipándolos para que resistan a las elevadas cargas unidireccionales. La disposición menos paralela de las fibras de colágeno en los ligamentos permite que estas estructuras soporten o aguante fuerzas tensas predominantes en una dirección y fuerzas más pequeñas en otras direcciones. Las matrices extracelulares amorfas en tendones y ligamentos actúan generalmente como una matriz consolidadora que mantiene unidas las fibras de colágeno. La matriz extracelular amorfa retiene grandes cantidades de agua esenciales para la función hidráulica no compresora del tejido móvil. También se incluyen en la composición del tendón fibras, tenocitos, pequeños vasos sanguíneos y nervio. En general, el material celular (fibroblasto) ocupa aproximadamente entre el 20% y 38% dependiendo de referencias, del volumen del tejido total, mientras que la matriz extracelular amorfa ocupa el restante 62% al 80%. Alrededor del 70% de la matriz extracelular amorfa consiste en agua absorbida en una matriz de polisacárido abierta.

Existen dos tipos de tendones en la mano para

conectar los huesos de las falanges (dedos) con los músculos apropiados. Los tendones flexores, que están conectados al lado de la palma de los dedos, tienen la habilidad de doblar los dedos hacia la palma. Los tendones extensores, que están conectados al lado dorsal de los dedos, devuelven los dedos doblados a su posición recta. Las capas y retináculo contienen a la mayoría de los dedos en la mano hasta tal punto y los mantienen cerca del plano del esqueleto para que mantengan un brazo relativamente constante en vez de que se produzcan movimientos de arco a través de las articulaciones. El sistema de polea de la cubierta del tendón flexor en el dedo es el más desarrollado de estos sistemas de retención. El sistema de polea de la funda del tendón flexor permite que los tendones flexores mantengan un brazo con movimiento relativamente constante y ayuda a minimizar las subidas de fuerza entre el tendón y la funda. Este sistema tiene tres funciones importantes. En primer lugar, permiten que el tendón liso se deslice o lubrique; en segundo lugar, las poleas de fuerza retinacular mantienen a los tendones flexores cerca de la superficie de los huesos de los dedos, evitando movimientos de arco; y en tercer lugar, proporciona un ambiente de fluido sinovial cercado para la nutrición y lubricación del tendón. Cuando el dedo se mueve, cada tendón se desliza una cierta distancia, que define la “excursión del tendón”. La excursión tiene lugar de manera simultánea en los tendones flexores y extensores durante el movimiento de articulación. Los tendones del agonista, o músculo contractor, se desplazan en una dirección. Los tendones del antagonista o músculos resistentes se desplazan en la dirección opuesta para acomodar el movimiento.

Hoy en día, los métodos más comunes para reparar roturas, tendones graves o dañados suponen aproximar los extremos de los tendones y suturar un lado del tendón con el otro devolviendo así al tendón a su posición natural. Una técnica popular de sutura es la llamada sutura Kessler y pequeñas modificaciones de la misma. Otras técnicas incluyen la técnica de Becker, Savage, trampa lateral, sutura de cierre de doble lazo, bloqueo de cuatro hebras y variaciones de la técnica de Halsted. Otros métodos colocan material protésico bien dentro o alrededor del tendón. Tiras y fundas de poliéster junto con mallas de poliéster se han empleado para reforzar la interfaz sutura/tendón para proporcionar una reparación más fuerte.

Después de la reparación del tendón flexor, la resistencia al deslizamiento aumenta en la zona de reparación. Las técnicas de reparación que usan un número mayor de hebras de sutura, o cantidades mayores de material de sutura o material protésico aumentan la resistencia a mayor deslizamiento. En particular, se forman adhesiones debido a la respuesta natural del tendón a curarse, es decir, la disminución de células y vasos de tejido conector circundante. La literatura relativa actual sugiere adhesiones que pueden constituir un proceso inflamatorio en el punto de reparación y una extensión del proceso intrínseco del tendón para curarse en el tejido circundante.

Una reparación ideal mostraría gran fuerza, flexibilidad, y una unión de los extremos del tendón sin ningún material externo sobre la superficie externa del tendón. La terapia física debería comenzar inmediatamente después de la reparación para prevenir que el tendón se adhiera a la funda del tendón creando adhesiones que limiten la total excursión del tendón en su

funda. Por este motivo, la zona de reparación debe resistir la fuerza inmediata tensa que está siendo aplicada durante la terapia física. En un estado relajado, un tendón flexor experimenta aproximadamente 2.2 kg (una libra) de tensión constante. Cuando una persona aplica un agarre o resistencia suave, como agarrar una llave, se aplica aproximadamente entre tres y cuatro libras de fuerza tensa en el tendón. Una resistencia o agarre fuerte puede aplicar más de diez libras de fuerza tensa en el tendón.

Debido a que la mayoría de las reparaciones basadas en sutura alcanzan su límite de tensión en aproximadamente 13.2 kg (6 libras), los cirujanos deben equilibrar el deseo de tener total e inmediato movimiento activo para evitar adhesiones contra la necesidad de inmovilización para evitar la rotura de la reparación. La carga temprana de un tendón reparado aumenta un aumento más rápido en la fuerza de reparación. Para que un tendón se reajuste correctamente, los extremos de tendón opuestos no tienen que tocarse pero necesitan estar a aproximadamente 1-2 mm entre sí para unirse adecuadamente. Una reparación ideal de tendón tendría que sujetar los tendones laceados para comenzar la curación y la generación de tejido pero liberar de manera lenta la tensión permitiendo que el tendón se convierta en la carga primaria que soporte la estructura. Los tendones se curarán a un ritmo que es proporcional a la carga que se aplique durante la terapia física.

Otro gran problema es la amortiguación o ablandamiento de los extremos del tendón dañado, que comienza después de que ocurre el daño o lesión y continúa durante aproximadamente los siguientes doce días. Este ablandamiento resulta en un debilitamiento de las fibras del tendón, que contribuye a la formación de un hueco en la zona de reparación durante las primeras fases de la curación del tendón. Se cree que los huecos se forman en la zona de reparación debido a la pérdida de adquisición por la porción agarradera de la sutura en la interfaz tendón-sutura. La sutura agarradera puede incluso romperse por completo, dando como resultando un fallo en la reparación. Un término para este fallo es "rake-out" (rastrillar). Rake-out es un modo de fallo asociado con la reparación de tendón por sutura en la cual el extremo del tendón dañado se ha debilitado y la sutura tiende a salirse de los extremos del tendón. Esto parte el tendón y da como resultado un hueco no deseado o un fallo total. Otro tipo común de fallo en reparación por sutura es el del nudo de sutura.

La eficacia de una sutura depende de muchos factores, como el material de sutura, la técnica con la cual la sutura se inserta, y la fuerza del nudo. Inmediatamente después de que un tendón se haya reparado, la fuerza de la reparación depende casi por completo de la técnica de sutura. El nudo de sutura ideal debería terminar de manera segura, ser fuerte, fácil de manejar y no ser elástico. El material de sutura empleado hoy en día es generalmente poliéster trenzado o un polipropileno de monofilamento. Usando las técnicas de sutura actualmente empleadas, los materiales de sutura absorbentes no tienen la suficiente fuerza de tensión residual durante tiempo como para resistir el espacio o rotura. La técnica de sutura ideal debería ser fácil de usar, minimizar la interferencia con la vascularidad del tendón y ser completamente interna con el tendón sin aumentar el volumen o la masa del tendón. Colocando los nudos fuera del tendón en vez de en

la zona de reparación podría dar como resultado una fuerza final mayor pero también aumentaría el riesgo de adhesiones y aumentaría la fricción a través de poleas. Esta última característica es conocida como "trabajo de flexión".

La mayoría de los métodos de sutura emplean una sutura interna con nudos externos distales y próximos a la laceración o dentro de la laceración. El cirujano normalmente emplea una sutura continua externa en la unión de la reparación, conocida como una sutura epitendinosa, para aproximar los extremos del tendón. El uso de sutura epitendinosa aumenta la fuerza de tensión de la reparación y ayuda a resistir el hueco, pero también puede aumentar el riesgo de adhesiones y resulta difícil realizarlo correctamente y su ejecución es muy tediosa. La evolución de reparación de suturas comienza con la técnica de dos hebras. Algunas de las variaciones de esta técnica son los métodos Bunnell, Kessler y Tsuge. Cuando las reparaciones de dos hebras fallan, el fallo normalmente ocurre en los nudos. Los estudios han demostrado que la fuerza inicial de estas reparaciones es proporcional al número de hebras de sutura que cruzan la zona de reparación. Esto ha llevado a la tendencia a duplicar, triplicar e incluso cuadruplicar el número de hebras ubicadas a lo largo de la zona de reparación. Con estas técnicas de múltiples hebras, Savage, Becker y Ketchum han demostrado significativa fuerza de tensión en comparación con los métodos de dos hebras pero son más difíciles de llevar a cabo y añaden material a la superficie externa del tendón con más nudos expuestos. Estas técnicas se centran principalmente en el efecto aumentado sobre la fuerza de tensión y descuidan la resistencia aumentada con el deslizamiento del tendón por medio de poleas. Por lo tanto, continúa la búsqueda por la técnica de sutura ideal que tenga la fuerza de tensión requerida para permitir que el paciente comience la terapia física inmediatamente, y que tenga el perfil bajo necesario para minimizar las adhesiones que comprenden la habilidad del tendón para deslizarse por medio de poleas.

También se han desarrollado técnicas que incorporan una tablilla protésica interna o externa. Poliéster tejido con baja porosidad que es del mismo material usado para reparación de injerto aórtico se está empleando como una tablilla artificial. Existen dos métodos básicos de reparación por tablilla. La técnica de tablilla interna comprende la ubicación de una tablilla horizontal de manera transversal en cada cabo del tendón próximo y distal a la zona de laceración. Se coloca una pieza rectangular de tablilla de poliéster en esta hendidura en ambos lados del tendón. Posteriormente, se realizan suturas en dirección perpendicular al injerto a lo largo de cada tendón uniéndolo así a la tablilla. Las suturas unen la tablilla, que básicamente es un miembro tenso flexible, con la superficie interior del tendón. Estos nudos de sutura se atan después sobre la parte externa del tendón para facilitar la colocación y se realiza una sutura epitendinosa en la unión de la reparación. Como se ha mencionado previamente, los nudos externos aumentarán el riesgo de adhesiones y también aumentarán el trabajo de flexión. El material de la tablilla del tendón es inerte y similar al material de sutura que se está usando en otras técnicas y su posición interna dentro de la sustancia del tendón debería fomentar la disminución de tejido y mejorar la zona de reparación. Sin embargo, las tablillas grandes en los extremos del tendón po-

drían dañar estructuralmente el suministro de sangre interna del tendón y provocar degeneración del tejido.

En la técnica de tablilla externa, también conocida como técnica de la tablilla del tendón dorsal, el cirujano alinea los dos extremos del tendón y coloca una sutura de núcleo del tipo Savage de doble hebra sobre la superficie anterior del tendón. A continuación el cirujano coloca un tablilla Dacron® rectangular sobre la superficie dorsal del tendón a través de la zona de laceración y sutura hasta ambos extremos del tendón. En esta técnica, como se ha mencionado previamente, la tablilla actúa como un miembro de tensión flexible que previene que el tendón se agriete o rompa durante un movimiento temprano. Como con el método interno, los nudos se colocan sobre la superficie exterior de los tendones y la tablilla está realmente sobre la superficie externa. Esto aumentará el riesgo de adhesiones y como consecuencia aumenta el trabajo de flexión. La tablilla de tendón interna puede añadir demasiada masa a la zona de reparación, y la tablilla de tendón externa puede interferir con el deslizamiento del tendón. Trabajos preliminares de estudios de flexión sugieren que las dos tablillas de tendón aumentan el trabajo de flexión por un 16-19%.

Otra técnica del tipo tablilla que se emplea en la actualidad es una funda de malla Dacron® o Prolene® que rodea los tendones. Los dos extremos de los tendones lacerados están colocados en aperturas próximas y distales de la funda. Los extremos del tendón están embutidos sin ninguna sutura adicional, excepto que se coloca una sutura epitendinosa uniendo de este modo la funda con las superficies externas de los tendones. Esto se realiza en ambos extremos de la funda. Esta técnica es 117% más fuerte en tensión que una técnica de punto de sutura central de doble hebra convencional con una sutura epitendinosa sobre la superficie externa. Al igual que las técnicas de tablilla anteriormente mencionadas, éstas se comprueban *in vitro* (fuera del cuerpo) y no tienen en cuenta ninguno de los problemas *in vivo* (dentro del cuerpo) que ocurren como la colocación de una cantidad significativa de material de reparación externo al tendón y dentro de la funda del tendón. De nuevo, el material de reparación externo proporciona una fuente potencial de adiciones fibrosas y un aumento en el trabajo de flexión.

Las anclas implantadas también se han empleado para adherir dos extremos de un tendón dañado. Este tipo de ancla es similar a una tablilla Dacron® en el concepto pero normalmente se fabrica de acero inoxidable o titanio. La geometría del ancla también diferencia el ancla de una tablilla. El ancla, que puede medir 20 mm de largo, 3 mm de ancho y 1 mm de grosor, tiene una configuración con extremo de doble lengüeta simétrica. El ancla se sitúa en el extremo dañado del tendón haciendo una pequeña incisión transversal. Una vez que el ancla está en la profundidad adecuada el cirujano colocará una sutura a través del tendón en la parte plana de la punta y atará la sutura con un lazo evitando de este modo que el nudo salga del tendón. El tendón será suturado en cada parte plana de la punta, proporcionando dos lazos de sutura por cada extremo de tendón. La misma técnica de sutura se lleva a cabo en ambos extremos reuniendo de este modo el tendón dañado. Esta técnica de reparación muestra un aumento en la fuerza de tensión final media de 49-240% en comparación con las técnicas tradicionales de sutura de doble hebra o multihebra. Esta técnica es

relativamente fácil de llevarla a cabo pero no se dirige a problemas *in vivo* causados por colocar los nudos de sutura en la parte externa del tendón. Aquí, se convierten en una fuente potencial de adhesiones fibrosas y aumentan el trabajo de flexión. Este tipo de ancla de tendón puede limitar el movimiento o puede causar dolor cuando se posiciona directamente sobre la articulación con el dedo en máxima flexión a que es largo y bastante rígido. También, el cirujano deberá juntar los extremos del tendón con una herramienta quirúrgica separada y, en el proceso, correrá el riesgo de dañar los extremos del tendón.

Se han evaluado adhesivos en la búsqueda de la reparación ideal del tendón. Se han llevado a cabo estudios utilizando adhesivos del grupo cianocrilato, más comúnmente conocido como súper pegamentos. Estos adhesivos forman una fuerte unión adhesiva con la mayor parte del tejido humano, en particular con aquellos tejidos que contienen una gran cantidad de proteínas, como la piel y el tejido del tendón, ya que se polimerizan en la presencia de agua y grupos hidroxil, que están presentes de manera abundante en el tejido del tendón, y que no necesitan un disolvente. Se conocen por ser biodegradables, a pesar de que no se conoce el tiempo que precisan para degradarse en los tendones y sólo las variedades de larga cadena son conocidas por ser mínimamente tóxicas para el tejido humano. La aplicación de adhesivos en la reparación del tendón está unida con la sutura de núcleo de doble hebra o multihebra con una sutura epitendinosa. El adhesivo se coloca sobre los extremos del tendón después de que se hayan colocado las suturas y se hayan aproximado para permitir la polimerización. Los fallos que surgieron en relación con la reparación de sutura también se experimentan con las técnicas adhesivas. Algunos problemas con adhesivos incluyen el hecho de que no sea potencialmente biodegradable dentro del tendón, su efecto cuestionable en la curación del tendón, y su potencial toxicidad local y sistémica. Por lo tanto, en la actualidad no proporcionan una solución adecuada para los problemas de reparación de tendones.

Las técnicas de reparación de tendones y ligamentos del pasado y del presente se concentran en aumentar la fuerza de tensión de la reparación añadiendo más componentes estructurales a la reparación, por ejemplo, fundas, tablillas, hebras adicionales de sutura, nudos y adhesivos adicionales. Todas estas técnicas intercambian entre la fuerza de tensión temprana, el trabajo de flexión aumentado, y el riesgo aumentado de adhesión u otros problemas. Mientras el cirujano debate la técnica clínica, el paciente puede sufrir un resultado no deseable e incomodidad durante la duración de la reparación. Las adhesiones pueden causar dolor y limitar el movimiento de las articulaciones afectadas. Aumentando la masa del tendón, el movimiento puede además estar limitado y esto puede dar como resultado un defecto llamado "dedo en gatillo".

Ninguna de estas técnicas ha utilizado la composición fisiológica del tendón para proporcionar una reparación más fuerte. La fuerza de tensión del tendón está provista por las fibras de colágeno longitudinalmente paralelas, que dan la habilidad de soportar las altas cargas de tensión. La matriz extracelular amorfa está hecha principalmente de agua y no puede usarse para proporcionar fuerza a la reparación. La funda del tendón es también demasiado débil para dar ayu-

da significativa sujetando los dos extremos del tendón juntos.

Surgen problemas similares cuando se unen tendones o ligamentos al hueso. Es decir, suturando simplemente el tendón o ligamento al hueso o usando miembros de ancla de tendón externos no se proporciona la fuerza necesaria para la reparación. Como se comentará a continuación, estas técnicas también promueven la formación de adhesión.

Finalmente, la recuperación del tendón también ha supuesto una parte problemática de la cirugía de la reparación de tendón. Normalmente, el cirujano debe usar una pequeña herramienta agarradera con mordazas finas y móviles similares a los alicates con punta fina para agarrar un extremo del tendón y sacarlo y paralizarlo en una posición apropiada de operación. Por desgracia, la recuperación del tendón agarrar los extremos del tendón de esta manera a menudo los daña y hace que el tejido sea menos capaz de sujetar la sutura epitendinosa. Los extremos del tendón dañado también formarán cicatriz o adhesiones que además afectarán de manera adversa a la reparación.

Por lo tanto, existe una necesidad de técnicas y aparatos de reparación de tendón que aprovechen la fuerza intrínseca de las fibras del tendón, pero que permitan que el tendón se flexione mientras se mueva por la funda. Este aparato de reparación debería resistir cualquier ranura o ruptura durante la terapia física inmediata post-operatoria, y residir en el interior del tendón para reducir o posiblemente eliminar las adhesiones post-operatorias. El aparato de reparación debería también producir un bajo trabajo de flexión mientras que se deslice sin obstáculos por las fundas del tendón. Generalmente existe la necesidad de un aparato de reparación de tendón y métodos que permitan que el paciente comience inmediatamente terapia física activa sin correr el riesgo de que falle la reparación del tendón mientras se minimiza o elimina la necesidad de suturas u otra estructura de reparación en las superficies externas del tendón reduciendo de este modo que ocurran adhesiones y fricción entre la reparación del tendón y la polea de la funda. Existe además la necesidad de técnicas y aparatos para la reparación tendón-a-hueso con al menos algunos de estos atributos. Finalmente, existe la necesidad de un dispositivo de recuperación de tendón que también aproveche la fuerza inherente de las fibras del tendón y minimice el daño del extremo del tendón recuperado.

DE-A-3227984 describe las características de la parte precaracterizante de la Reivindicación 1.

Resumen de la invención

La presente invención se define en la Reivindicación 1 y referencias a "la invención" a partir de ahora deben interpretarse como corresponde.

La presente invención normalmente proporciona un aparato para la reparación de tendones y ligamentos lesionados. Los varios aparatos de acuerdo con la invención emplean un miembro tenso adaptado para extenderse en el interior del tendón o ligamento y varios tipos de estructuras de ancla configuradas para la inserción en el interior del ligamento o tendón. Las estructuras de ancla son móviles y bloqueables para el miembro tenso alargado en una posición determinada. Como algunos ejemplos, estas estructuras de ancla pueden comprender anclas concéntricas con miembros retenedores de fibras de tendón conectables de manera separada, anclas helicoidales compre-

sibles, cuerpos de ancla asegurado dentro del tendón con suturas o proyecciones como puntas, y miembros de ancla del tipo rizo que agarran las fibras del tendón entre dos partes o miembros en forma de rizo, así como otras configuraciones. Aquí se describen varias realizaciones de aparatos de reparación cada una de ellas con fines diferentes para dirigirse a las necesidades y fallos generales presentados por la técnica anterior como se ha expuesto anteriormente.

Entre las varias ventajas y objetivos de esta invención, se presentan aparatos que constan al menos de una o más estructuras de ancla de tendón o ligamento en combinación con un miembro de tensión alargado y utilizan la fuerza inherente del conjunto de fibras de colágeno paralelas en los tendones o ligamentos. Las técnicas de reparación se exponen para dirigirse al componente de tensión de la reparación y eliminar el aumento de masa en el tendón o ligamento. Esto se logra reduciendo los componentes situados externamente que ponen en peligro la habilidad del tendón para deslizarse a través de las poleas. Por medio de una comprensión y utilización de la fuerza inherente provista por el conjunto de fibras de colágeno paralelas, los inventores han desarrollado estructuras de ancla que agarran estas fibras de elevada fuerza sin estrechar o reducir el flujo de sangre al tendón, y sin añadir más externa o nudos adicionales. Los sistemas de ancla de esta invención además permiten que el paciente comience una inmediata terapia física de movimiento activo dando como resultado una reparación del tendón más rápida y fuerte con menos adhesiones. También, la estructura de ancla combinada y miembro de tensión alargado de esta invención proporcionan una reparación de tendón o ligamento que puede soportar mayores cargas de tensión en comparación con técnicas del pasado o presente mientras mantienen los extremos del tendón o ligamento reparados en una posición viable de reparación.

Como se plantea de modo general, la presente invención tiene al menos una estructura de ancla enganchada para moverse a lo largo de la longitud de un miembro de tensión alargado. La estructura de ancla es bloqueable en un punto deseable a lo largo del miembro de tensión y generalmente incluye una primera y segunda porción de agarre de fibra configuradas para la inserción en el interior del tendón o ligamento. Las porciones de agarre pueden estar en dos componentes separadas de la estructura de ancla o pueden ser porciones del mismo componente. En varias realizaciones de la invención, al menos una de las porciones de agarre de fibra es móvil con respecto al otro para agarrar las fibras entre sí. Aquí se describen muchas configuraciones diferentes de estructuras de ancla incluyendo estructuras de ancla de una sola pieza y estructuras de ancla multipieza. En las estructuras de ancla de una sola pieza, una porción de un miembro, como un miembro curvado, es móvil hacia otra porción del miembro para agarrar las fibras del tendón entre sí. En otras realizaciones, piezas separadas de la estructura de ancla se juntan y se cierran para agarrar, enganchar o comprimir las fibras de tendón entre sí. En las realizaciones más preferentes, dos estructuras de ancla son inicialmente móviles a lo largo de la longitud del miembro de tensión alargado en partes opuestas de una porción de tendón torcido, lacrado o dañado. Las estructuras de ancla pueden bloquearse con las fibras dentro del tendón y dentro del tendón y con el propio miembro de tensión alargado

cuando el tendón está en la posición adecuada de reparación. Varias realizaciones más específicas de las estructuras de ancla y miembros de tensión alargados de esta invención se describen a continuación.

En una realización de la invención, un cuerpo de ancla en la forma de al menos un ancla helicoidal se configura para la inserción en el interior del tendón o ligamento. Al menos un miembro de retención se engancha con el miembro de tensión alargado y proporciona una estructura asegurador para sujetar el ancla helicoidal con las fibras que se extienden en el interior del tendón o ligamento. En un aparato preferente de este tipo, se proporcionan una primera y segunda ancla helicoidales con respectivos primero y segundo miembros retenedores cada uno de ellos enganchables para moverse a lo largo del miembro de tensión alargado en partes opuestas de la zona de reparación. Los miembros retenedores pueden incluir cada uno, por ejemplo, un agujero axial para permitir este movimiento. De manera opcional, se puede proporcionar una ranura longitudinal en el miembro retenedor. En esta realización, y otras realizaciones de la invención, el miembro de tensión alargado puede constar de un miembro rígido, semirígido o flexible, incluyendo suturas flexibles formado de materiales absorbibles y no absorbibles, así como miembros de tensión formados de varios metales biocompatibles, plástico, cerámica, etc. El ancla helicoidal preferentemente consta de una bobina helicoidalmente enrollada que puede tener un diámetro constante o variable y puede estar formada de un metal biocompatible. De manera opcional, la bobina puede estar formada de material absorbible u otros materiales biocompatibles no absorbibles. Preferentemente el miembro retenedor está configurado para ser recibido en un ancla correspondiente helicoidal para comprimir las fibras entre el miembro retenedor y el ancla helicoidal. Mientras el ancla helicoidal rota en el tendón o ligamento, las fibras del tendón o ligamento serán capturadas en el interior de las bobinas del ancla. Cuando el miembro retenedor es posteriormente insertado y se pega en el ancla helicoidal, la superficie externa del miembro retenedor se comprime las fibras contra las superficies internas de las bobinas helicoidales. Preferentemente, la estructura de bloqueo en la forma de al menos un miembro de bloqueo se emplea para sujetar el miembro retenedor con el miembro de tensión alargado en una posición deseada. Este miembro de bloqueo puede ser un miembro separado ajustable de manera deslizante o una porción integral del miembro retenedor correspondiente, por ejemplo, comprendiendo una parte deformable o curvada del miembro retenedor o un miembro separado curvado.

El miembro o miembros retenedores tienen preferentemente una estructura retenedora asociada bien aquí integrada o usada como estructura separada para agarrar las fibras del tendón contra el ancla helicoidal. Por ejemplo, la estructura retenedora puede comprender una superficie discontinua adaptada para ayudar en la sujeción de las fibras entre el miembro retenedor y el ancla helicoidal. Como ejemplos, esta superficie discontinua puede ser una superficie exterior serrada, una superficie generalmente ensartada, u otro tipo de superficie enrevesada o discontinua. Esta superficie también puede servir para prevenir que el miembro retenedor se sala del ancla helicoidal.

Como otra característica, el miembro de tensión alargado y el respectivo miembro retenedor o miem-

bro pueden incluir respectivas porciones enganchables, como porciones similares a un trinquete, para sujetar el miembro retenedor en la parte deseada a lo largo del miembro de tensión alargado.

Otra característica es que al menos uno de los miembros de tensión alargado, el primer ancla helicoidal y el miembro retenedor puede estar compuestos de un material absorbible. Durante el proceso de absorción, esto permitirá una transferencia gradual de carga de tensión a la zona de reparación para ayudar en la curación. Expresado de manera más general, al menos un componente del sistema de ancla estará hecho de un material absorbible, como ácido poliglicólico o poligliconato. Esto permitirá que la fuerza tensora del sistema de ancla se vaya transfiriendo de manera gradual desde el sistema de ancla al tendón durante la curación de la zona de reparación del tendón. Como se ha revelado previamente, la respuesta de curación del tendón es directamente proporcional a la cantidad de tensión que se está aplicando al tendón. En otras palabras, cuanto mayor tensión haya en el tendón, más fuerte será la reparación. Sin embargo, la condición inicial del tendón reparado no suporta ninguna carga tensora. Por lo tanto, una liberación cronometrada de la tensión que está siendo aplicada al tendón dará como resultado una reparación más fuerte. Realizando un componente o varios componentes de un material absorbible, el aparato de reparación transfiere de manera lenta la tensión al tendón hasta que los componentes se degradan por completo y liberan toda la tensión a la zona de reparación del tendón.

Como una característica adicional de la invención, los miembros retenedores pueden incluir una estructura para enganchar el ancla helicoidal con el fin de prevenir que los miembros retenedores se salgan de las anclas helicoidales después de la implantación. Como un ejemplo, esto puede incluir la estructura del tipo trinquete sobre el miembro retenedor adaptado para enganchar el extremo que arrastra del ancla helicoidal.

Los miembros retenedores de las diferentes realizaciones de esta invención también pueden tener varias configuraciones. Una configuración es un miembro retenedor helicoidal. En este caso, el ancla helicoidal se recibirá bien dentro del miembro retenedor helicoidal o puede recibir el miembro retenedor helicoidal. Cada construcción forma miembros helicoidales. Esto es de ayuda porque los miembros helicoidales comprimirán las fibras del tendón o ligamento entre ellas en un patrón generalmente sinusoidal. Al menos uno de los miembros helicoidales internos y externos se colapsa o expande hacia el otro para sujetar o comprimir las fibras del tendón o ligamento entre ellas. Esto puede lograrse, por ejemplo, a través de la acción de un muelle mecánico de los miembros helicoidales durante la inserción o por medio del uso de deformación de impulso electromagnético. En este último caso, y como se detallará a continuación, un miembro helicoidal puede estar formado por un material magnético mientras el otro no. Tras la aplicación de uno o más impulsos de energía electromagnética, el miembro helicoidal magnético colapsa con el miembro helicoidal no magnético comprimiendo las fibras del tendón entre ellas.

Como otra opción, el ancla helicoidal de esta invención puede estar formada por un material flexible de sutura. En este caso, el miembro retenedor se adapta para insertarse en el tendón o ligamento y el mate-

rial flexible de sutura entonces se envuelve normalmente helicoidalmente en torno al miembro retenedor para sujetar las fibras del tendón o ligamento entre ellas. Como el material flexible de sutura que está envuelto alrededor del miembro retenedor no está sujeto con demasiada tensión, puede estar formado de un material que tenga una fuerza tensora más baja que el miembro tensor alargado.

En otra realización de la invención, el aparato puede constar de una primera y una segunda ancla helicoidal íntegramente formadas a partir de un alambre con miembro tensor alargado extendiéndose entre ellas. En esta realización, las anclas están helicoidalmente enrolladas en direcciones opuestas de tal modo que la rotación del aparato integral en una sola dirección, con el miembro tensor alargado dispuesto por norma general entre los extremos dañados o graves del tendón, causará rotación de cada respectivo miembro helicoidal en un extremo respectivo del tendón. Los miembros retenedores de acuerdo con la invención pueden usarse para agarrar, comprimir o sino enganchar las fibras del tendón con las anclas helicoidales.

En otra realización de la invención, el aparato puede incluir un ancla helicoidalmente enrolada y compresible para su inserción en el interior del tendón o ligamento y enganchable con el miembro tensor alargado. Este ancla compresible atrapa las fibras del tendón o ligamento entre las bobinas cuando sus bobinas se mueven de su estado no comprimido a su estado comprimido. Como con las otra realizaciones de la invención, el aparato preferentemente incluye una segunda estructura de ancla en la forma de otro ancla helicoidalmente enrolada y compresible que también es enganchable con el miembro tensor alargado. También debe señalarse que el miembro tensor alargado de esta invención puede formarse por dos o más miembros tensores alargados, como sutura, que por lo tanto se atan o sino se pegan directa o indirectamente durante el procedimiento de reparación de tal modo que el miembro tensor alargado unitario se forme conectando al menos dos anclas para sujetar el tendón o ligamento en una posición aproximada de reparación. En otras palabras, el miembro tensor alargado puede formarse a partir de un número de diferentes segmentos o partes que al final están aseguradas entre sí o aseguradas a las estructuras de ancla. En la realización que emplea anclas compresibles, estas anclas están preferentemente enganchadas para moverse a lo largo del miembro tensor alargado e incluyen respectivos miembros de bloqueo, preferentemente enganchados de manera deslizante al miembro tensor alargado, y adaptados para sujetar las anclas compresibles en las posiciones deseadas sobre el miembro tensor alargado. Los miembros de bloqueo pueden estar formados, por ejemplo, como miembros curvados u otras estructuras formadas íntegramente o de manera separada de la correspondiente ancla compresible.

Los miembros retenedores de esta invención también pueden ser miembros rasurados. En un sentido general, esto permite que el miembro retenedor se enganche al miembro tensor alargado sin usar necesariamente un movimiento deslizante a lo largo del miembro tensor junto con un miembro retenedor que incluye un orificio axial. La ranura o ranura pueden además actuar como una estructura de collar configurada para sujetar en el miembro tensor alargado tras la inserción en el ancla helicoidal o por medio del uso de

una herramienta separada. En otra realización ventajosa de una estructura de collar, el miembro retenedor puede ser una estructura de collar ranurada con dos piezas con una pieza interior y una pieza exterior. Tras la inserción de la pieza exterior en el ancla helicoidal y la pieza interior en la pieza exterior, la pieza interior se configura para sujetar el miembro tensor alargado y la pieza exterior se configura para que se expanda en el interior del ancla helicoidal para comprimir las fibras contra el ancla helicoidal.

En otra realización, el miembro tensor alargado se bloqueará con el ancla helicoidal atrapando el miembro tensor alargado entre el miembro retenedor interno y el ancla helicoidal. Esto eliminará la necesidad de tener una característica de bloqueo construida en el miembro retenedor interno con el fin de bloquear el miembro tensor alargado con el ancla helicoidal.

En otra realización, el aparato de reparación de tendón tiene múltiples anclas helicoidales. En esta realización, hay más de un ancla helicoidal colocada dentro del tendón. Las anclas helicoidales pueden estar enrolladas en direcciones opuestas y/o entrelazadas. Esta configuración se basa en el método anteriormente mencionado de sujeción de fibras de colágeno paralelas. Una ventaja para múltiples anclas es que la cantidad de fibras de colágeno que se atrapan es directamente proporcional con la cantidad de bobinas o rollos en el ancla helicoidal. Aumentando la longitud y el número de bobinas del ancla helicoidal habrá más posibilidades de que aumente la cantidad de fibra de colágeno atrapada. Debido a que existen limitaciones con la longitud del ancla, se coloca un ancla adicional de la misma longitud en el tendón.

Otra estructura de ancla más específica de esta invención utiliza un miembro de ancla de tipo rizo. En esta realización, una de las partes que cogen la fibra además consta al menos de una primera parte deformable adaptada para curvarse dentro del tendón o ligamento para agarrar las fibras. En una realización específica, el miembro curvado tendrá patas opuestas que pueden deformarse una hacia otra o en las fibras del tendón. El miembro curvado puede además constar una segunda porción deformable configurada para curvarse en el miembro tensor alargado para retener el miembro curvado en la posición deseada del mismo. En una realización relacionada, la estructura de ancla puede además comprender un primer y segundo miembro curvado separado para curvarse en las fibras generalmente desde lados opuestos del miembro tensor alargado. Este primer y segundo miembro curvado puede cada uno de ellos incluir un respectivo conjunto de patas deformables configuradas para bloquearse después del agarre para sujetar de manera segura el primer y segundo miembro curvado con las fibras del tendón. Este primer y segundo miembro curvado pueden además incluir respectivas porciones configuradas para curvarse sobre el miembro tensor alargado para retener el primer y segundo miembro curvado en la posición deseada a lo largo de la longitud del miembro tensor. Como otra alternativa, puede emplearse un miembro de bloqueo separado para retener el primer y segundo miembro curvado en la posición deseada a lo largo de la longitud del miembro tensor.

En otro aspecto, las estructura de ancla además comprenden un primer y segundo cuerpo de ancla con respectivas primera y segunda estructuras de seguridad. Estas estructuras pueden comprender, por ejemplo, proyecciones que se extienden respectivamente

desde el primer y segundo cuerpo de ancla que retienen los cuerpos del ancla en el interior del tendón o ligamento. Los cuerpos de ancla pueden ser miembros con forma tubular o miembros que tienen varias otras formas configuradas para la inserción en el tendón o ligamento. Como otra alternativa o estructura adicional de seguridad, los cuerpos de ancla pueden incluir porciones para recibir suturas usadas para asegurar el primer y segundo cuerpo de ancla en el interior del tendón o ligamento. Como con las realizaciones previas, la estructura de bloqueo puede, por ejemplo, incluir un miembro capaz de curvarse o deformarse o una porción integral del cuerpo de ancla operable para fijar el cuerpo de ancla en el miembro tensor alargado. En muchas de las realizaciones de esta invención, los dos cuerpos de ancla están cada uno de ellos inicialmente conectado para moverse a lo largo del miembro tensor alargado y las respectivas primera y segunda estructuras o miembros de seguridad se emplean para bloquear cada cuerpo de ancla con el miembro tensor alargado con el tendón o ligamento en una posición de reparación deseada.

Como otro aspecto adicional, la invención proporciona un aparato para fijar un tendón o ligamento al hueso. En esta realización, el aparato incluye un miembro tensor alargado, una estructura de ancla de ligamento o tendón construida de acuerdo con una de las estructuras de ancla de esta invención, y un ancla de hueso. El miembro tensor alargado, por ejemplo puede ser una sutura flexible adaptada para extenderse en el interior del tendón o ligamento. El ancla del hueso está enganchada con el miembro tensor alargado y está configurado para retenerse en el interior del hueso. Como una característica más específica de la realización preferente de esta invención, el ancla del tendón o ligamento puede ser un ancla helicoidal como se ha descrito de manera general anteriormente y puede ser compresible. Un miembro retenedor se adapta para retenerse en la posición seleccionada a lo largo del miembro tensor alargado para sujetar el ancla del hueso, el miembro tensor alargado y el ancla helicoidal junto con el tendón o ligamento contra el hueso. El miembro retenedor y el ancla del hueso pueden incluir porciones de bloqueo cooperante para conectar el miembro retenedor y el ancla del hueso junto con el ancla helicoidal sujeta generalmente entre ellos. De manera alternativa, o en adición a lo mencionado, el miembro retenedor puede tener el tamaño y estar configurado de tal modo que sea recibido al menos parcialmente en el interior del ancla helicoidal y un miembro de bloqueo, como un rizo, puede engancharse con el miembro tensor alargado para sujetar el miembro retenedor en la posición deseada. Como con las otras realizaciones de la invención, el miembro de bloqueo puede ser, por ejemplo, un miembro curvado deformable y deslizable bien formado separadamente o íntegramente formado con el miembro retenedor.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de recuperación de tendón o ligamento y opera para mover un extremo del tendón o ligamento a una posición de operación deseada. El dispositivo generalmente comprende un cuerpo alargado, un miembro helicoidal enganchado con el cuerpo alargado y al menos un mecanismo flexible enganchado con el miembro helicoidal para efectuar movimiento rotacional del miembro helicoidal en el tendón o ligamento y el subsiguiente movimiento transnacio-

nal del miembro helicoidal para mover el tendón o ligamento a la operación de operación deseada. Para facilitar esta función, el miembro helicoidal se monta para movimiento rotacional y transnacional relativo al cuerpo de alargamiento. El cuerpo de alargamiento se adapta para insertarse en una funda del tendón, por ejemplo, y preferentemente es flexible para permitir la manipulación en su interior por parte del cirujano. El cuerpo de alargamiento puede también incluir una punta distal con estructura anti-rotación para enganchar el extremo del tendón o ligamento y prevenir la rotación del mismo cuando el miembro helicoidal rota en el extremo del tendón o ligamento. Como una característica opcional anti-rotación, el miembro helicoidal puede además incluir primero y segundo cuerpos de agarre helicoidales contra-rotatorios estando cada uno de ellos conectados para la rotación y translación por medio del mecanismo flexible.

También se contemplan varios métodos de acuerdo con la invención en relación con la reparación de tendón y ligamento. Un método representativo implica la instalación de un miembro tensor alargado en el interior del tendón o ligamento y la conducción de un primer miembro helicoidal al tendón o ligamento. Posteriormente el tendón o ligamento se mueve a una posición de reparación al menos antes de asegurar la segunda ancla helicoidal con el miembro tensor alargado sobre el cual posteriormente se ajusta la segunda ancla helicoidal con el miembro tensor alargado para sujetar el tendón o ligamento en la posición de reparación. Las distintas estructuras de tendón o ligamento aquí descritas pueden emplearse para llevar a cabo los métodos de reparación y otros métodos adicionales de reparación resultarán más obvios tras la revisión de la descripción detallada de esta invención.

Varias características, ventajas y objetivos de la invención resultarán más aparentes para aquellos especializados en la materia tras la revisión de la siguiente descripción de las realizaciones preferentes junto con los dibujos acompañantes:

Breve descripción de los Dibujos

Fig. 1A es una vista seccional que muestra una realización alternativa de un aparato de reparación tendón-a-hueso en forma explotada;

Fig. 1B es una vista seccional similar a la Fig. 1A, pero que muestra el aparato en forma montada que une el tendón con el hueso;

Fig. 1C es una vista seccional aumentada del aparato como se muestra en la Fig. 1B, que muestra de manera específica la compresión de las fibras del tendón en el interior del ancla helicoidal de la presente invención;

Fig. 2A es una vista seccional de otro aparato alternativo de reparación tendón-a-hueso mostrado en forma explotada;

Fig. 2B es una vista seccional similar a la Fig. 2A, pero que muestra el aparato en forma montada;

Fig. 2C es una vista seccional aumentada del aparato como se muestra en la Fig. 2B,

Fig. 3A es una vista en perspectiva que muestra otro aparato alternativo de reparación tendón-a-hueso mostrado en forma explotada;

Fig. 3B es una vista seccional de otro aparato de reparación tendón-a-hueso;

Fig. 4 es una vista seccional que ilustra otro aparato alternativo de reparación tendón-a-hueso que también incluye un sistema de ancla helicoidal de acuerdo con la invención;

Fig. 5 es una vista superior que muestra incisiones realizadas con un dedo para acceder al tendón;

Fig. 6 es una vista superior similar a la Fig. 5, pero que aísla el dedo a ser reparado y que muestra la transfijación de los segmentos del tendón;

Fig. 7 es una vista esquemática en perspectiva que muestra pasos iniciales en el proceso de reparación de tendón usando el aparato de acuerdo con la invención;

Fig. 8 es una vista en perspectiva aumentada del extremo distal de la herramienta mostrada en la Fig. 7, que muestra la unión de un ancla helicoidal de acuerdo con la invención;

Fig. 9 es una vista en perspectiva que muestra la inserción del ancla helicoidal en el interior de un segmento del tendón;

Fig. 9A es una vista en perspectiva parcialmente transversal del ancla helicoidal en el interior de un segmento del tendón;

Fig. 10 es una vista en perspectiva similar a la Fig. 9, pero que muestra la siguiente inserción de un miembro retenedor en el segmento del tendón;

Fig. 11 es una vista seccional parcialmente fragmentada similar a la Fig. 10, pero que muestra el bloqueo del miembro retenedor con el miembro tensor alargado;

Fig. 12 es una vista seccional tomada a lo largo de la línea 34-34 de la Fig. 11;

Fig. 12A es una vista seccional similar a la Fig. 12, pero que ilustra la porción de bloqueo del miembro retenedor en una condición curvada o deformada;

Fig. 13 es una vista en perspectiva del tendón reparado que usa el aparato de acuerdo con la invención;

Fig. 14 es una vista seccional aumentada que esquemáticamente ilustra la unión de un aparato de reparación de tendón con las fibras del tendón;

Fig. 15 es una vista plana de un miembro tensor alargado, ancla helicoidal, y miembro retenedor de acuerdo con otra realización de la invención;

Fig. 15A es una vista en perspectiva de otra realización de un ancla helicoidal construida de acuerdo con la invención;

Fig. 15B es una vista elevacional del aparato de reparación que incluye el ancla helicoidal de la Fig. 15A y un miembro retenedor mostrado fija a un miembro tensor alargado en el tendón de acuerdo con la invención;

Fig. 16 es una vista en plano seccionada que muestra otra realización de un sistema de ancla helicoidal;

Fig. 17 es una vista aumentada parcialmente seccionada similar a la Fig. 16, pero que ilustra la absorción parcial del miembro retenedor de acuerdo con esta realización;

Fig. 18 es una vista seccional esquemática que muestra una configuración alternativa de un ancla helicoidal;

Fig. 19 es una vista seccional esquemática que muestra otra ancla helicoidal alternativa;

Fig. 20 es una vista seccional esquemática de otra ancla helicoidal alternativa;

Fig. 21 es una vista parcialmente seccionada de otro aparato de reparación alternativo conectado en el interior del tendón;

Fig. 22A es una vista parcialmente seccionada de otro aparato de reparación alternativo de acuerdo con la invención;

Fig. 22B es una vista parcialmente seccionada similar a la Fig. 22A pero que ilustra la absorción par-

cial del miembro retenedor de acuerdo con esta realización;

Fig. 23A es una vista parcialmente seccionada que muestra otra realización alternativa de un aparato de reparación de acuerdo con la invención;

Fig. 23B es una vista parcialmente seccionada similar a la Fig. 23A, pero que muestra absorción parcial de los varios componentes del aparato;

Fig. 23C es una vista parcialmente seccionada similar a la Fig. 23B, pero que ilustra una absorción completa del ancla helicoidal y miembro retenedor interno y una absorción parcial del miembro tensor alargado;

Fig. 24 es una vista en perspectiva que muestra la condición parcialmente montada de otro aparato de reparación alternativo que emplea una ancla helicoidal compresible;

Fig. 25A es una vista en perspectiva de un aparato alternativo que emplea un ancla helicoidal compresible con un miembro de bloqueo integrado;

Fig. 25 B es una vista en perspectiva que ilustra la realización de la Fig. 25A en una condición comprimida y bloqueada en el interior del tendón.

Fig. 26A es una vista parcialmente seccionada de una realización alternativa por un miembro de bloqueo empleado para retener un ancla helicoidal en una posición seleccionada a lo largo del miembro tensor alargado y que muestra el miembro de bloqueo en una condición ajustable;

Fig. 26B es una vista parcialmente seccionada similar a la Fig. 26A, pero que muestra el miembro de bloqueo en una condición bloqueada;

Fig. 27A es una vista en perspectiva que muestra otro aparato de reparación de tendón alternativo que emplea anclas compresibles, helicoidales de acuerdo con la invención;

Fig. 28 es una vista en perspectiva similar a la Fig. 27A, pero que muestra el aparato totalmente implantado para la reparación del tendón;

Fig. 29A es una vista parcialmente seccionada de otro aparato de reparación de tendón alternativo que emplea energía de impulso electromagnético para colapsar un miembro helicoidal contra otro y que muestra la condición colapsada;

Fig. 29B es una vista parcialmente seccionada similar a la Fig. 29A, pero que muestra la condición colapsada del miembro helicoidal externo y la unión de un miembro de bloqueo en el interior de un tendón;

Fig. 29C es una vista parcialmente seccionada similar a la Fig. 29B, pero que ilustra una realización alternativa que tiene un miembro retenedor interno y no helicoidal;

Fig. 30 es una vista esquemática en perspectiva que muestra un generador de impulso magnético operativamente conectado al dedo del paciente para generar el impulso electromagnético requerido en las realizaciones de fig. 29A y 29B;

Fig. 31A es una vista esquemática en perspectiva que muestra otra realización alternativa de un aparato de reparación de tendón que emplea un miembro helicoidal plegable;

Fig. 31B es una vista esquemática en perspectiva que muestra un paso intermedio en la aplicación del miembro helicoidal plegable en el interior del tendón;

Fig. 31C es una vista esquemática en perspectiva similar a la Fig. 31B, pero que muestra un paso siguiente con el miembro helicoidal plegable siendo

plegado sobre otro miembro helicoidal para comprimir las fibras del tendón entre sí;

Fig. 32 es otra realización alternativa similar a la realización de las Figuras 31A-31C, pero que esquemáticamente ilustra un miembro helicoidal expansible para atrapar las fibras del tendón con otro miembro helicoidal;

Fig. 33 es una vista plana fragmentada que muestra otro aparato de reparación de tendón que emplea una estructura de collar de acuerdo con la invención;

Fig. 34 es una vista en perspectiva de otra estructura de ancla del tipo collar mostrada en forma explotada;

Fig. 35 es una vista parcialmente seccionada de la realización mostrada en la Fig. 34, pero que ilustra la condición montada de esta realización dentro del tendón;

Fig. 36 es una vista en perspectiva de otra ancla helicoidal alternativa y miembro retenedor interno que muestra una estructura de trinquete para evitar la contra-rotación del miembro retenedor;

Fig. 37 es una vista en perspectiva de otra realización que emplea dos miembros helicoidales con bobinas de interbloqueo e interengranado;

Fig. 38 es una vista en perspectiva de otra estructura de ancla alternativa que emplea un ancla flexible envuelta alrededor de un miembro retenedor;

Fig. 39 es un gráfico que ilustra una curva de fuerza/desplazamiento que compara un aparato de reparación con ancla helicoidal de la invención con una técnica convencional de reparación Kessler;

Fig. 40 es una vista en perspectiva de otra realización alternativa de la invención que emplea dos anclas helicoidales integradas en un miembro tensor alargado;

Fig. 41 es una vista parcialmente seccionada de un dispositivo de recuperación de tendón;

Fig. 42 es una vista en perspectiva que muestra el uso del dispositivo de recuperación de la Fig. 41;

Fig. 43 es una vista en perspectiva que ilustra una realización alternativa de doble hélice útil en el dispositivo de recuperación de tendón;

Fig. 44 es una vista final tomada a lo largo de la línea 66-66 de la Fig. 43;

Fig. 45 es una vista en perspectiva que ilustra otra estructura de ancla alternativa que emplea dos miembros de ancla curvables, y un miembro tensor alargado;

Fig. 46 es una vista en perspectiva de una parte de una herramienta empleada para aplicar la estructura de ancla mostrada en la Fig. 45;

Fig. 47 es una vista parcialmente seccionada que ilustra el uso de la herramienta para curvar los miembros ancla en el tendón y el miembro tensor alargado;

Fig. 48 es una vista seccional tomada generalmente a lo largo de la línea 70-70 de la Fig. 45, pero que ilustra la condición curvada o deformada de los miembros curva sobre el tejido del tendón;

Fig. 49 es una vista seccional tomada generalmente a lo largo de la línea 71-71 de la Fig. 45, pero que ilustra la condición curvada o deformada de los miembros curva bloqueados sobre el tejido del tendón;

Fig. 50 es una vista en plano que ilustra una estructura de ancla alternativa del tipo curva que emplea un único miembro curva y miembro tensor alargado;

Fig. 51 es una vista seccional tomada generalmente a lo largo de la línea 73-73 de la Fig. 50, pero que ilustra la condición curvada o deformada del miembro

curva sobre el tejido del tendón y a lo largo del miembro tensor alargado;

Fig. 52 es una vista seccional tomada generalmente a lo largo de la línea 74-74 de la Fig. 50, pero que ilustra la condición curvada o deformada del miembro curva sobre el miembro tensor alargado.

Una realización de un aparato 250 para la reparación tendón a hueso se muestra en las Figs. 1A-1C. En esta realización, el aparato 250 incluye un miembro tensor alargado 252 conectado a un extremo con un ancla de hueso 254, mediante un nudo o un miembro freno 252a. El ancla del hueso 254 puede ser un ancla convencional para hueso configurada para la retención dentro del hueso 256. El aparato además incluye un ancla helicoidal, compresible 258 que ha rotado en el tendón o ligamento 260. un miembro retenedor 262, que puede simplemente comprimir un pequeño botón en esta realización, recibe el miembro tensor alargado 252, que puede ser una sutura fuerte, y se desliza hacia el tendón 260 tal y como se muestra en la Fig. 1B. Un miembro de bloqueo, que puede ser un miembro curvado 264 recibe el miembro tensor alargado 252 y se desliza hacia la parte superior del miembro retenedor 262 donde se deforma o curva y se bloquea en el miembro tensor alargado 252 para sujetar el aparato 250 con una parte del tendón 260 firmemente sujeta contra el ancla del hueso 254. Tal y como se detalla en la Fig. 1C, el ancla helicoidal compresible 258, que puede tener una configuración en forma de cuña como se muestra u otras configuraciones como aquí se detallan, atrapa las fibras 266 del tendón 260 en un patrón generalmente sinusoide entre las respectivas bobinas del ancla 258.

Otra realización de un aparato 270 de reparación tendón a hueso se muestra en las Figs. 2A-2C. El aparato 270 también consta de un miembro tensor alargado 272 conectado con un ancla para hueso 274 de nuevo por medio de un freno adecuado, nudo u otro método. El ancla para hueso 274 está asegurada de manera fija en el interior del hueso 276. Un ancla helicoidal 278 rota en el tendón o ligamento 280 y es comprimible. Sin embargo, a diferencia de la realización previa, el ancla 278 se inserta generalmente con su eje en línea con la longitud del tendón o ligamento 280, y el ancla 278 es comprimible generalmente a lo largo de su longitud, como se muestra en la Fig. 2B. Cuando el miembro retenedor 282 es recibido en el miembro tensor alargado 272, éste comprimirá el ancla helicoidal 278 en una manera lateral tal y como se muestra. Un miembro de bloqueo 284, que de nuevo puede ser un miembro curvado integral o separado del miembro retenedor 282, es posteriormente deslizado por debajo del miembro tensor alargado contra el miembro retenedor 282 para sujetar el aparato 270 en la posición mostrada en la Fig. 2B. Como se muestra en la Figura 2C, el miembro tensor alargado se extiende a través del centro del ancla helicoidal 278 generalmente a lo largo de un eje longitudinal del mismo y desde un extremo al otro, a pesar de que el ancla helicoidal puede intervenir con las bobinas del ancla 274 de otros modos también. Las fibras 286 del tendón 280 se extenderán entre las bobinas del ancla 274 en una patrón generalmente sinusoide atrapando firmemente por lo tanto el ancla 274 dentro del tendón o ligamento 280.

Otra realización 290 se muestra en la Fig. 3A. El aparato 290 comprende un miembro tensor alargado 292 conectado de manera adecuada a un ancla para

hueso 294 por medio de un nudo o miembro freno 292a u otro método. El aparato 290 además incluye un ancla helicoidal 298, que de nuevo es preferiblemente comprimible, y se recibe en el miembro tensor alargado 292. Un miembro retenedor 302 también se recibe en el miembro tensor alargado 292 como se muestra en la Fig. 3A. Los miembros de bloqueo, en la forma de proyecciones 294a, 294b, 294c, se disponen sobre el ancla para el hueso 294 y se registran en ranuras receptoras 302a, 302b, 302c en el interior del miembro retenedor 302. El aparato 290 se usa de una manera similar al aparato 250 mostrado en las Figs. 1A-1C, excepto en que después de que el ancla helicoidal 298 ha rotado en el tendón, el miembro retenedor 302 se empuja o rota simultáneamente con el ancla helicoidal 298 si el ancla 298 se une al miembro retenedor 302, y se bloquea en el ancla para hueso 294 por medio de la recepción de proyecciones 294a, 294b, 294c en las respectivas ranuras 302a, 302b, 302c. La inserción y retención del ancla helicoidal 298 en el tendón o ligamento puede darse de manera ventajosa en un único paso quirúrgico si el ancla helicoidal 298 se conecta para rotación con el miembro retenedor 302. En este caso, por ejemplo, la rotación del miembro retenedor 302 puede simultáneamente rotar el ancla helicoidal 298 en el tendón o ligamento y bloquear el montaje en el ancla del hueso 294.

Otra realización de un aparato 310 de reparación tendón a hueso se muestra en las Figs. 3B. En el aparato 310, un miembro tensor alargado 312 se conecta de nuevo con un ancla para hueso 314 mediante un método adecuado, como un nudo 312 a. El ancla para hueso se fija de manera segura, por medio de una acción de enhebrar dentro de un hueso 316. Un ancla helicoidal 318 se recibe en el miembro tensor alargado 312 y se adapta para rotar en el tendón 320. El ancla helicoidal 318 se conecta a un miembro retenedor 322 en esta realización bien a través de una conexión mecánica o integral. Un miembro de bloqueo 324, que de nuevo consta de un miembro curvado, está íntegramente formado con el miembro retenedor 322 en esta realización alternativa. En su configuración adjunta, el aparato 310 es muy similar al aparato 250 mostrado en las Figs. 1A-1C con el ancla helicoidal 318 estando atrapada en el interior del tendón 320 y las fibras del mismo estando generalmente atrapadas de manera sinusoide entre las bobinas del ancla 318.

Otro aparato alternativo para la reparación tendón hueso 330 se muestra en la Fig. 4. El aparato incluye un miembro tensor alargado 332 conectado de una manera rígida adecuada al ancla para hueso 334 de tal modo que pueda ponerse en tensión. El ancla para hueso 334 se ajusta de nuevo de manera segura en el interior del hueso 336. Un ancla helicoidal 338 rota en el tendón o ligamento 340 de una manera similar a la realización, por ejemplo, de las Figs. 1A-1C. En esta realización, sin embargo, se proporciona un miembro retenedor 342 para al menos una inserción parcial en el ancla 338 como se muestra en la condición montada de la Fig. 4. Esto atrapa las fibras entre el miembro retenedor 342 y las bobinas del ancla 338. una vez que el miembro retenedor 342 es recibido de manera segura en el ancla 338, un miembro de bloqueo, 344, que puede ser integral o separado del miembro retenedor 342, se desliza en el miembro tensor alargado 332 contra el miembro retenedor 342 y se curva en el miembro tensor 332. Se debe observar que, a pesar de que los miembros tensores de las realizaciones mos-

tradas en las Figuras 1A-4 son suturas flexibles, pueden también ser miembros tensores más rígidos, como los miembros hechos de metales biocompatibles o de modo alternativa pueden estar formados por materiales absorbibles. Uno o más del resto de los elementos de estos aparatos para reparación de tendón a hueso puede también estar formados por materiales absorbibles.

Aparato Alternativo de Reparación de Tendón

La invención contempla otras realizaciones de aparatos de reparación tendón-a-tendón y ligamento-a-ligamento. Para simplificar, sólo el término "tendón" se emplea aquí en varios puntos. Una revisión del procedimiento general es apropiada con referencia en primer lugar a las Figs. 5 y 6. Cuando se enfrenta a la reparación de un tendón grave o dañado, el cirujano debe realizar una incisión para reparar el tendón grave o dañado. La Fig. 5 muestra el punto real de laceración 350 de un dedo 351 y la incisión aumentada 352 realizada por el cirujano para lograr el acceso. Después de que se ha realizado la incisión las capas de la piel 354 se reflejan hacia atrás para una completa visualización del daño. El cirujano recuperará el segmento próximo al tendón 356 del tendón dañado por medio de una incisión de acceso en forma de ventana triangular 358 realizada en la funda del tendón 360. La incisión triangular 358 ayuda a evitar que el extremo del segmento próximo al tendón 356 se imponga en la ventana de incisión 358 cuando se recupera. El segmento distal 362 del tendón dañado también se recuperará de la misma manera. Una vez que los extremos del tendón se han recuperado como se muestra en la Figura 6, se sujetan en el sitio adecuado temporalmente mediante agujas de transfijación 364. La función de estas agujas es sujetar los segmentos del tendón 356, 362 sin dañar las puntas del tendón que deben mantenerse libres de trauma todo lo posible para conseguir una óptima reparación.

La Figura 7 muestra los extremos del tendón transfijados 370, 372 sin la anatomía circundante y las agujas de transfijación 364. De acuerdo con la invención, las incisiones de acceso 374 de aproximadamente 0.5 cm de largo se realizan aproximadamente 2-3 cm de los extremos lacerados 370, 372 del tendón. Preferentemente, una sutura número 2 376 se coloca a través de la incisión de acceso 374 del segmento próximo al tendón 356 a través del extremo lacerado 372 del segmento próximo al tendón 356 en el extremo lacerado 370 del segmento distal del tendón 362 y a través de la incisión de acceso 374 del segmento distal del tendón 362. Una vez que se ha colocado la sutura 376 longitudinalmente a través del tendón con una aguja 378, el cirujano coloca un sistema de anclaje de esta invención en el cuerpo del tendón.

La Fig. 9A ilustra una herramienta alternativa 392' para rotar el ancla helicoidal 390 en el tendón. La herramienta 392' incluye un eje hueco y flexible 396' aunque en esta realización el eje 396' está contenido en una funda hueca 397 que también es flexible. La estructura anti-rotación 399 se dispone dentro de la funda 397 y puede accionarse entre una posición retraída en la funda y en una posición extendida como se muestra en la Fig. 9A. En este ejemplo ilustrativo mostrado, la estructura 399 consta de pinchos o puntas que se levantan hacia fuera en el segmento del tendón 356 para evitar la rotación del segmento del tendón 356 cuando el eje flexible 396' rota, mientras que la funda 397 permanece inmóvil. Esto previene

la tendencia del tendón a rotar con el ancla cuando el ancla rota en su lugar.

En referencia a las Figs. 7-9, un primer aparato alternativo de reptación de ancla helicoidal se muestra cuando se inserta en los segmentos del tendón 356, 362. Esto incluye una primera ancla helicoidal 390 que se está aplicando con una herramienta 392 que tiene un mango 394 y un eje flexible 396. Se observará que pueden emplearse muchas configuraciones diferentes en lugar de la herramienta 392. Un extremo distal de la herramienta 392 incluye una porción de montaje de ancla 398 que tiene una punta desafilada. Un extremo arrastrante 400 del ancla helicoidal 390 incluye una poción tractora recibida en la apertura 402 asociada con un centro 404 de la poción del extremo 398. El ancla 390 además incluye un extremo principal 406 que puede formarse bien como una punta afilada o desafilada. La poción del montaje de ancla 398 además incluye una apertura adecuada (no mostrada) a lo largo de su longitud de tal modo que el miembro tensor alargado o sutura 376 puede enhebrarse a través como se muestra en la Fig. 7. Por lo tanto, el ancla 390 está unida de manera que se pueda liberar a la porción del extremo 398 y el miembro tensor alargado 376 se extiende a través del centro del ancla helicoidal 390.

La herramienta 392 se emplea para rotar el ancla 390 como un tornillo en el segmento del tendón 356 por medio de la incisión de acceso 374 y rota en su lugar como se muestra en la Fig. 9. En este punto, el cirujano extrae la herramienta 392 liberando de este modo el extremo del montaje 398 del ancla helicoidal 390. En este momento, como se muestra en la Fig. 10, se instala un miembro retenedor 410 al menos parcialmente en el interior del ancla helicoidal 390. Se emplea una herramienta de instalación 412 para agarrar el miembro retenedor 410, que es recibido de manera deslizante en el miembro tensor alargado 376. El cirujano desliza el miembro retenedor 410 a lo largo del miembro tensor alargado o sutura 376 hasta que alcanza la posición mostrada en la Fig. 11. Esto atrapa y comprime las fibras del tendón entre el miembro retenedor 410 y el ancla helicoidal 390 de una manera que se explicará más adelante. Cuando el miembro retenedor se sitúa firmemente en el ancla helicoidal 390, el cirujano puede deformar una porción trasera curvable 414 como de muestra en las Figs. 11, 12, 12A. En este aspecto, la Fig. 12 muestra la porción trasera curvable 414 en una posición curvada fijada de modo segura con el miembro tensor alargado 376. Esto fija la estructura del ancla, comprendiendo el ancla 390 y el miembro retenedor 410 de manera segura con las fibras en el segmento del tendón 356 y también fija la estructura del ancla a la posición deseada sobre la sutura del miembro tensor alargado 376. Tras la finalización de este paso, el cirujano mueve se mueve al segmento del tendón 362 y aplica un procedimiento similar para fijar una segunda ancla helicoidal 420 y miembro retenedor 422 con la sutura 376 a través de la incisión de acceso 374. Antes de curvar el miembro retenedor 422 en la sutura 376, el cirujano debe ajustar la distancia entre los extremos del tendón 370, 372 deslizando la estructura de ancla 420, 422 a lo largo de la sutura 376 mientras se aplica una fuerza, como la de la herramienta 412, para mover el ensamblaje 420, 422 junto con el segmento del tendón 362 hacia el segmento opuesto 356. Cuando se alcanza la posición deseada para la reparación, por ejemplo, con los

extremos del tendón 370, 372 aproximadamente distanciados por 1-2 mm, el cirujano curva el miembro retenedor 422 a la sutura 376 de una manera similar a la Fig. 12A.

Resultará comprensible que otras maneras de miembros de bloqueo y retención, como miembros 410 y 422, pueden usarse en lugar de los miembros curvados o porciones deformables de los miembros retenedores. Como se muestra en la Fig. 13, los extremos opuestos de sutura 376 se cortan en puntos cercanos a los respectivos miembros retenedores 410, 422 y las incisiones de acceso se cierran, bien por medio del uso de suturas 424, 426 o por medio de otro método aceptable. Finalmente, se coloca una sutura continua 428 en la unión de los extremos del tendón 370, 372 o, de nuevo, otro método aceptable de conexión puede emplearse.

La Fig. 14 ilustra un ancla helicoidal alternativa 440 y miembro retenedor 442 conectado con el miembro tensor alargado o sutura 376 y sujeto dentro del segmento del tendón 356. La Fig. 14 además ilustra los beneficios de la invención con mayor detalle. En este aspecto, las fibras 444, que se extienden longitudinalmente en el interior del segmento del tendón 356 se han enganchado en las bobinas 446 del ancla 440 cuando el ancla 440 rota en su lugar como se ha descrito previamente. Este enganche normalmente se dará con un patrón sinusoide como se muestra, a pesar de que el número y densidad de fibras 444 se ha reducido drásticamente en la figura para conseguir claridad. El miembro retenedor 442 también puede tener una superficie externa discontinua 448, como se muestra, como una superficie serrada que se muestra en sección transversal en esta vista. Esto además ayudará a retener las fibras del tendón 444 entre el miembro retenedor 442 y el ancla helicoidal 440 y evitar que el miembro retenedor 442 se salga del ancla helicoidal 440. Un miembro de curvatura integral 450 está dispuesto sobre el extremo arrastrante del miembro retenedor 442. Un miembro de curvatura separado u otra estructura de bloqueo puede usarse en su lugar.

La Fig. 15 describe otra realización alternativa que incluye un ancla helicoidal 460 y un miembro retenedor 462 adaptado para fijarse en lugar en el miembro tensor alargado 376 de una manera normalmente similar a las realizaciones previas de ancla helicoidal. En esta realización, el miembro retenedor 462 incluye una superficie externa discontinua en la forma de una superficie enhebrada 464 que proporciona una función anti-retractor y permitirá la adhesión de las fibras del tendón cuando el miembro retenedor 462 rota en el ancla helicoidal 460. Puede proporcionarse un miembro de curvatura 466 para fijar el miembro retenedor 462 en su lugar como se ha descrito previamente. También, pueden proporcionarse cavidades adecuadas 468 para el enganche de la herramienta permitiendo la rotación del miembro retenedor 462.

Las Figs. 15A y 15B respectivamente ilustra otra realización alternativa de un ancla helicoidal 460' y una estructura de ancla que comprende un ancla helicoidal y miembro retenedor 460', 462'. El ancla helicoidal 460' tiene extremos opuestos estrechos pero sin punta afilada 460a', 460b' para permitir la inserción en el tendón bien en el extremo 460a' o 460b'. Los extremos no afilados 460a', 460b' extenderán el tejido del tendón durante la entrada en oposición al desgarrar, partición o daño del tejido. También se pue-

den emplear otras configuraciones de extremos afilados. El miembro retenedor 462' incluye una ranura 462a' en un extremo arrastrante para el enganche con una herramienta de rotación, y un extremo principal estrechado 462b' para la entrada en el ancla helicoidal 460'. Una superficie externa 462c' es discontinua de una manera enrevesada y generalmente helicoidal para registrarse con las bobinas del ancla helicoidal 460'. Por lo tanto, las fibras 444 se retendrán durante el uso de una manera generalmente sinusoidal entre las bobinas del ancla helicoidal 460' y la superficie externa enrevesada 462c' del miembro retenedor 462'. Finalmente, el miembro retenedor 462' incluye una apertura central 463 a lo largo de su eje longitudinal para recibir el miembro tensor alargado como la sutura anteriormente descrita 376.

Las Figs. 16 y 17 ilustran otra realización alternativa que utiliza un miembro tensor alargado modificado 376' que tiene una estructura en forma de punta o trinquete 470. La estructura de trinquete 470 se engancha con una porción interna 472 de un miembro retenedor 474. Por lo tanto, cuando el miembro retenedor 474 se mueve al ancla helicoidal 460, la interacción de las estructuras 470 y 472 evitará que el miembro retenedor 474 vaya hacia atrás y salga. Esto por lo tanto proporciona una estructura alternativa de bloqueo para sujetar el miembro retenedor 474 contra el ancla 460 con las fibras del tendón atrapadas y comprimidas entre sí. Como además se muestra en la Fig. 17, el miembro retenedor 474 puede estar formado por material absorbible, como ácido poliglicólico o polilactonato. Cuando se absorbe el miembro retenedor, se experimentará mayor fuerza tensora en el punto de reparación cuando el miembro retenedor 474 tenderá a moverse ligeramente al ancla helicoidal 460. Este aumento gradual en la fuerza tensora en el punto de reparación provocará una curación más rápida y fuerte.

Las Figs. 18-20 ilustran tres realizaciones alternativas potenciales de anclas helicoidales, en concreto, 480, 482 y 484. Como se contempla actualmente, las anclas se estrecharán de un diámetro más grande en el extremo arrastrante a un diámetro más pequeño en su extremo principal para ayudar a enhebrar el ancla en el tejido del tendón. Sin embargo, se entenderá que muchas otras configuraciones son posibles así como con una pocas posibilidades ilustradas en las Figs. 18-20. En la Fig. 18, el ancla helicoidal 480, mostrada en sección transversal, tiene un diámetro variable a lo largo de su longitud y un eje 486 que no es paralelo con el miembro tensor alargado 376 durante el uso. También, el miembro tensor 376 viaja parcialmente en las bobinas del ancla 480 y parcialmente fuera de las bobinas. En la Fig. 19, se muestra una configuración similar, excepto en que el miembro tensor 376 está contenido por completo en el ancla helicoidal 482 y el ancla 482 tiene bobinas de aproximadamente igual diámetro a lo largo de su longitud. La Fig. 20 ilustra un ancla 484 que converge en diámetro centralmente desde cada extremo.

La Fig. 21 ilustra otra realización de la invención donde el miembro tensor alargado 376 se retiene mediante una acción de presión entre el miembro retenedor 490 y un ancla helicoidal 492. El miembro retenedor 490 puede tener una superficie externa serrada o sino discontinua 494 para ayudar a presionar y retener el miembro tensor alargado 376 contra las fibras del tendón 496 y el ancla helicoidal 492. De nuevo, el

número y densidad de las fibras 496 se reduce drásticamente en la Fig. 21 para conseguir mayor claridad.

Otra realización de la invención se muestra en las Figs. 22A y 22B. Esta realización es similar a la realización mostrada en la Fig. 14 pero muestra el efecto de formar el miembro retenedor 442' a partir de material absorbible. El efecto es similar al efecto descrito anteriormente en relación con las Figs. 16 y 17. Es decir, cuando el miembro retenedor 442' se absorbe en el tendón, la zona de reparación experimentará una cantidad más grande de fuerza tensora durante la terapia física u otro movimiento del tendón. De nuevo, esto acelerará el proceso de curación y dará como resultado un refuerzo en el punto de reparación.

Las Figs. 23A-23C ilustran un uso adicional de materiales absorbibles para el ancla helicoidal 440', el miembro retenedor 442' y el miembro tensor alargado 376". En esta realización, cada uno de los elementos gradualmente absorbe como se muestra progresivamente en las figuras de tal modo que la función de la fuerza de transferencia más tensora para el punto de reparación se lleva a cabo y de modo que el aparato de reparación como un todo absorberá por completo o sustancialmente en el tendón después de que haya cumplido su función de reparación. En esta realización, los ritmos de absorción de los diferentes componentes pueden variar usando diferentes materiales. Por ejemplo, el miembro retenedor 442' puede estar formando para absorber más rápido el miembro tensor alargado 376" o el ancla 440' de tal modo que la tensión, al principio, se transfiere gradualmente al punto de reparación. Posteriormente, después de que ha tenido lugar la completa curación, los componentes restantes pueden absorberse en el tendón, retirando todo el refuerzo tensor de la reparación.

La Fig. 24 ilustra una realización alternativa de la invención que comprende un ancla compresible helicoidal 500 que recibe el miembro tensor alargado 376 y adaptado para retenerse en lugar dentro del tendón por medio de una acción compresora provocada por una estructura adecuada sobre el miembro tensor alargado 376, como un miembro de curvatura separado 502 o un miembro de curvatura integral o unido asociado con el ancla helicoidal 500 tal y como se muestra en las Figs. 25A y 25B, cuando el miembro de curvatura 502 o 504 se fija en el miembro tensor alargado 376, un miembro tensor alargado 376, las bobinas del ancla helicoidal 500 se comprimirán y se engancharán de manera segura las fibras del tendón en ella. De esta manera, el ancla helicoidal 500 se bloqueará en las fibras del tendón 508 y los segmentos del tendón se acercan en el punto de reparación del modo en el que se ha descrito anteriormente.

Un miembro de curvatura alternativo se muestra en las Figs. 26A-26B. En esta realización, el miembro de curvatura 520 consta de una primera y segunda parte móvil 522, 524 conectadas a una parte central 526. El miembro de curvatura 520 puede recibirse y deslizarse a lo largo del miembro tensor alargado 376 en relación colindante con la porción final arrastrante 500a del ancla helicoidal 500 y curvarse contra el miembro tensor alargado 376 por extremos de presión 528, 530 como se muestra en la Fig. 26B. Se pueden proporcionar una protuberancia 532 y un hueco opuesto 534 para ayudar a retener el miembro de curvatura 520 fijado contra el miembro tensor alargado 376. Extremos opuestos 536, 538 pueden soportarse contra la porción final arrastrante 500a. De esta mane-

ra, el montaje puede usarse, por ejemplo, de la manera descrita con respecto a la Fig. 25B.

Una realización alternativa de un aparato de reparación 550 que incorpora un miembro tensor alargado 552 y un par de hélices comprimibles helicoidales 554, 556 se muestra en las Figs. 27A y 27B. En esta realización, el miembro tensor alargado está formado inicialmente por dos segmentos de sutura 552a, 552b. Como en otras realizaciones puede ser sutura USP número 2. Como en las realizaciones anteriores, un miembro de curvatura 558, 560 puede asociarse con cada ancla compresible helicoidal 554, 556 o los respectivos segmentos de miembro tensor 552a, 552b pueden conectarse con las anclas 554, 556 de una manera adecuada. Los dos segmentos de miembro tensores 552a, 552b se enhebran a través de un miembro de curvatura central 562 después de que se han introducido a través de los respectivos segmentos del tendón 564, 566 preferentemente por medio de respectivas ventanas próximas y distales en el tendón como se ha descrito anteriormente. Los segmentos de miembro tensor 552a, 552b se extraen de manera tirante a través del miembro central de curvatura 562. Esto simultáneamente comprime las anclas helicoidales 564, 566 y extrae los segmentos del tendón 564, 566 para una posición de reparación como se muestra en la Fig. 27B. En este momento, una sutura continua convencional 568, u opcionalmente un adhesivo u otro método aceptable, puede emplearse para conectar los segmentos de tendón 564, 566 en el punto de reparación.

Otra realización de un aparato de reparación de tendón 570 se muestra en la Fig. 28. El aparato 570 utiliza un miembro tensor alargado 572, como una sutura que comprende un segmento de sutura rodeado por medio de un conjunto de, por ejemplo, cuatro anclas comprimibles helicoidales 574, 576, 578, 580. En esta realización, los miembros de curvatura separados en cada ancla helicoidal pueden suprimirse cuando la propia sutura sacará cada una de las anclas helicoidales 574, 576, 578, 580 a una posición comprimida cuando los dos extremos de sutura 572a, 572b, salen por medio del miembro central de curvatura 582. Como en la realización de las Figs. 27A y 27B, sacando los dos extremos 572a, 572b por medio del miembro central de curvatura 582 simultáneamente comprimirá cada una de las anclas helicoidales 574, 576, 578, 580 y unirá los segmentos 584, 586 a una posición de reparación cuyos extremos 572a, 572b pueden cortarse y puede emplearse una sutura continua u otro método de adhesión final por parte del cirujano para completar la reparación.

Las Figs. 29, 29B y 30 ilustran una manera alternativa de empleo de anclas helicoidales para conectar el aparato de reparación con el tendón y ligamentos. Específicamente, este sistema emplea un primer y un segundo miembro helicoidal 590, 592 con al menos unos de los miembros helicoidales 590, 592 siendo móvil hace el otro para atrapar y comprimir las fibras del tendón o ligamentos 594 del tendón o ligamento 596 entre sí. Como con las otras realizaciones de la invención, puede emplearse un miembro adecuado de bloqueo, como un miembro de curvatura 600, para conectar el miembro tensor alargado 598 para el movimiento con los miembros de ancla 590, 592, de tal modo que el segmento de tendón 596 pueda salir y colocarse bajo tensión con el miembro tensor alargado 598. En la realización específica mostrada en las

Figs. 29, 29B y 30, un generador de impulso magnético 602 se conecta con una unidad suministradora de impulso magnético 604 dispuesta alrededor del dedo del paciente 606. Sistemas análogos están disponibles por parte de Maxwell Magneform® en San Diego, California. Cuando se suministran un impulso o varios impulsos magnéticos con el generador 602 esto colapsará el primer miembro helicoidal 590 en el segundo miembro helicoidal 592. Para conseguir esto, por ejemplo, el primer miembro helicoidal o el miembro helicoidal externo 590 pueden estar formados por un material de metal magnético, mientras que el segundo miembro helicoidal o miembro interno 592 está formado de un material no magnético y, por lo tanto, no se deforma tras la aplicación de un impulso electromagnético. Como con el resto de realizaciones de esta invención, ésta de nuevo emplea la técnica general de proporcionar dos porciones de estructura de tendón o ligamento con al menos una porción o parte siendo móvil hacia la otra parte para atrapar y comprimir las fibras del tendón o ligamentos entre sí. Además, antes de la curvatura del miembro 600, el miembro de curvatura 600 puede moverse a lo largo del miembro tensor alargado 598, después de colapsar el miembro helicoidal externo 590 de tal modo que el segmento de tendón 596 se mueva a una posición apropiada de reparación en cuyo momento el cirujano puede curvar el miembro 600 para retener el segmento de tendón 596 en la posición de reparación.

La Fig. 29C ilustra otra realización alternativa similar en concepto a la realización de las Figs. 29 A y 29B. En esta realización, sin embargo, un miembro retenedor interno 462' puede estar formado por un núcleo sólido, en oposición a un miembro helicoidal. El miembro retenedor 462' puede estar formado de materiales absorbibles y no absorbibles. El miembro retenedor 462' preferentemente se enhebra sobre el miembro tensor alargado 598 tras la inserción del miembro helicoidal externo 590 en el interior del tendón 596. Inicialmente, el miembro helicoidal externo 590 está en un estado no colapsado o expandido, como se muestra en las líneas imaginarias, y recibe tanto el miembro tensor alargado 598 como el miembro retenedor 492'. Tras la inserción del miembro retenedor 462', se suministran uno o más impulsos electromagnéticos para colapsar el miembro helicoidal externo 590 generalmente a la posición mostrada en líneas continuas comprimiendo de este modo las fibras del tendón 594 entre el miembro helicoidal externo 590 y el miembro retenedor 462'. Como además se muestra, el retenedor 462' puede incluir una superficie externa discontinua, como una superficie enrevesada o enhebrada 462c' para ayudar a retener, agarrar o sino engancher las fibras 594. Si es necesario, se puede curvar un miembro de bloqueo 600' o sino bloquearse en el miembro tensor alargado 598 y contra el miembro retenedor 462' para bloquear la estructura de ancla, que comprende el miembro retenedor 492' y el miembro helicoidal 590, con el miembro tensor alargado. Se apreciará que el miembro retenedor 600' puede no ser necesario en ninguna aplicación dada de los conceptos inventivos.

Las Figs. 31A-31C ilustran otra realización alternativa de un aparato de reparación 610 que emplea conceptos generalmente similares a las realizaciones de las Figs. 29A-29B. Específicamente, en la Fig. 31A, el aparato 610 se emplea en un segmento de tendón 612 y de nuevo incluye un miembro ten-

sor alargado 614 conectado con un primer miembro helicoidal 616 por un conector adecuado 618. Un segundo miembro helicoidal 620 es inicialmente contenido en un hueco, portador helicoidal 622. El portador 622 tiene un diámetro "D" que es mayor que el diámetro "d" del segundo miembro helicoidal 620. Por lo tanto, cuando el segundo miembro helicoidal 620 rota en el portador 622, el miembro 620 se expande elásticamente a la forma del portador 622 y por lo tanto se dispone inicialmente o se lleva al diámetro "D". Como además se muestra en la Fig. 31B, cuando el portador 622 y el segundo miembro helicoidal 620 rotan en el segmento del tendón 612 a través de una incisión de acceso 624, el portador 622 rota sobre el primer miembro helicoidal 616. Como además se muestra en la Fig. 31C, cuando el portador 622 contrarota o rota en una dirección inversa, el segundo miembro helicoidal 620 se queda detrás y de manera flexible se contrae o comprime alrededor del primer miembro helicoidal 616 atrapando de este modo las fibras del tendón (no mostradas) entre el miembro 616 y el miembro 620. Puede ser necesario que el cirujano sujete el segundo miembro helicoidal 620 de manera estática mientras contrarota el portador 622 como se muestra en la Fig. 31C. Tras la retirada del portador 622, el miembro tensor alargado 614 se conectará de manera efectiva con el segmento del tendón 612 y puede colocarse bajo tensión mientras, por ejemplo, se saca el segmento de tendón 612 a una posición de reparación como se ha descrito previamente.

La Fig. 32 ilustra una realización alternativa de un aparato 630 que esencialmente emplea una técnica inversa en comparación con la realización de las Figs. 51A-51C. En esta realización, un hueco, un portador helicoidal 632 tiene un diámetro "d" externo más pequeño, que los respectivos diámetros "D" asociados con el primer y segundo miembro helicoidal 634, 636. El miembro tensor alargado 614 puede estar conectado de manera adecuada con el primer miembro helicoidal 634, como por medio del uso de un nudo de sutura 614a. En esta realización, el primer miembro helicoidal rota en el segmento del tendón 612 en una de las maneras previamente descritas y, de manera similar el portador 632, que contiene el segundo miembro helicoidal 636 en un estado flexiblemente comprimido rota alrededor del centro del primer miembro helicoidal 634. Con el segundo miembro helicoidal 636 sujeto de manera estática, el portador helicoidal 632 contrarota, como se muestra en la Fig. 32, dejando que el segundo miembro helicoidal 636 se expanda de manera flexible a su diámetro "D" normal atrapando de este modo las fibras del tendón (no se muestra) entre el primer y segundo miembro helicoidal 634, 636. Con el portador 632 retirado, y los miembros helicoidal 634, 636 fijados de manera segura a las fibras del tendón, el miembro tensor alargado 614 puede colocarse bajo tensión y usarse para sacar el segmento del tendón 612 a una posición de reparación como se ha descrito previamente. Debería apreciarse que los respectivos diámetros de los miembros helicoidales 616, 620 y 634, 636 pueden variar dentro del mismo sistema de anclaje. Es decir, el ancla helicoidal 616 puede ser ligeramente más pequeña o más grande que el ancla helicoidal 620 y el ancla helicoidal 634 puede ser ligeramente más pequeña o más grande que el ancla helicoidal 636 mientras mantenga la habilidad para atrapar las fibras del tendón entre sí. De nuevo, cada una de estas estructuras de ancla emplea la menos

una parte de ancla móvil para atrapar las fibras entre ella y otro miembro de anclaje.

La Fig. 33 ilustra otro aparato alternativo 640 que consta de un ancla helicoidal 642 y un miembro tensor alargado 644 y un miembro retenedor 646. Estos tres elementos operan juntos de manera similar a las realizaciones previas en el aspecto de que el ancla helicoidal 642 y el miembro retenedor 646 son inicialmente deslizables a lo largo del miembro tensor alargado 644. El miembro tensor alargado 644 puede de nuevo ser una sutura flexible, semiflexible o miembro tensor alargado. En esta realización, el miembro retenedor 646 actúa como una estructura collar e incluye uno o más orificios 648 que se extienden desde un extremo principal 646a. También, el miembro retenedor puede incluir una superficie externa discontinua 650, como una superficie que tiene una configuración generalmente enhebrada. Se apreciará que, cuando el miembro retenedor 646 rota en torno al ancla helicoidal 642, las fibras del tendón o ligamento (no mostradas) quedarán atrapadas entre la superficie 650 del miembro retenedor 646 y las superficies internas del ancla helicoidal 642. Al mismo tiempo, la estructura de collar en el extremo principal del miembro retenedor 646 se comprimirán debido al orificio u orificios 648 y se sujetarán contra el miembro tensor alargado 644 para retener el ensamblaje fijado sobre el miembro tensor alargado 644. El miembro retenedor 646 puede estar formado por un material que permita que el extremo principal se deforme plásticamente para sujetarse en el miembro tensor alargado 644.

Una realización relacionada que utiliza una estructura del estilo collar se muestra en las Figs. 34 y 35. En esta realización, un aparato 660 normalmente incluye un ancla helicoidal 662 y una estructura con un miembro retenedor de dos piezas que está formado por elementos retenedores internos y externos 664, 666. En ancla 662 y los elementos retenedores 664, 666 inicialmente son deslizables a lo largo del miembro tensor alargado 668. Se forman uno o más orificios 670 en el extremo principal del elemento retenedor interno 664 y uno o más orificios 672 se forman en el extremo arrastrante del elemento retenedor externo 666. De nuevo, una superficie externa 674 puede ser discontinua para ayudar a atrapar las fibras del tendón entre el elemento retenedor externo 666 y el ancla helicoidal 662 como se ha descrito anteriormente. Un repaso de la Fig. 35 indicará la función de los varios elementos mostrados en la Fig. 34. Más en particular, después de que el ancla helicoidal 662 haya rotado en torno al segmento del tendón 676, el cirujano desliza el elemento retenedor interno 664 en el ancla helicoidal 662 para atrapar las fibras del tendón 678 entre la superficie externa 674 y el ancla helicoidal 662. Para bloquear el ensamblaje en su lugar y expandir el elemento retenedor interno 664 para además bloquear la fibra del tendón 678, el cirujano desliza el elemento retenedor interno 664, o de manera alternativa, rota el elemento retenedor interno 664 en el elemento retenedor externo 666. Esto simultáneamente expande el elemento retenedor externo 666 por medio de la acción de los orificios 672 y contra el extremo principal del elemento retenedor interno 664 por medio de la acción de los orificios 670 y una superficie interna estrechada 680 del elemento retenedor externo 666. Por lo tanto, en la posición mostrada en la Fig. 35, el aparato 660 está listo para su uso de acuerdo con los conceptos inventivos para reparar el tendón colocan-

do el segmento del tendón 676 en tensión usando el miembro tensor alargado 668.

La Fig. 36 ilustra un aparato alternativo 690 que de nuevo emplea un miembro de ancla helicoidal 692 y un miembro retenedor 694 cada uno de ellos conectado para un movimiento deslizante a lo largo del miembro tensor alargado 696. El miembro retenedor 694 puede de nuevo incluir una parte tractora 698 para permitir que el miembro retenedor 694 rote en torno al ancla helicoidal 692. Esta realización ilustra una manera de prevenir la contrarrotación o retroceso del miembro retenedor 694 después de la instalación dentro del tendón. En este aspecto, se dispone una estructura trinquete 700 en la parte del extremo arrastrante del miembro retenedor 694 para enganchar el extremo arrastrante 692a del ancla helicoidal 692. Cuando el miembro retenedor 694 rota en el ancla helicoidal 692, la estructura trinquete 700 se enganchará con el extremo arrastrante 692a para evitar contrarrotación del miembro retenedor 694.

La Fig. 37 ilustra dos anclas helicoidales 702, 704 en las cuales las bobinas helicoidales están bloqueadas o entrelazadas. Esto puede usarse en las varias realizaciones de la invención para bloquear mejor la estructura de ancla helicoidal con las fibras del tendón. Por ejemplo, mientras un ancla helicoidal 702 puede inicialmente rotar en torno al tendón y, seguidamente, el segundo ancla helicoidal 704 puede rotar en un modo bloqueador con el primer ancla helicoidal 702. Por lo tanto, este ensamblaje se usa de acuerdo con la invención, y con uno o más miembros tensores alargados o segmentos de miembro tensores para colocar un tendón bajo tensión durante una reparación como se describe aquí de manera general. De modo alternativo, las bobinas del ancla 702, 704 pueden bloquearse en una dirección lateral como se muestra en la Fig. 37 sin realmente tener las bobinas de un ancla rotando en las bobinas del otro ancla.

La Fig. 38 ilustra un aparato alternativo 710 en el cual un ancla helicoidal flexible 712 está envuelta alrededor de un miembro retenedor interno 714. El ancla helicoidal 712 puede estar formada por un material de sutura, por ejemplo, el mismo que el del miembro tensor alargado 716 usado de acuerdo con los conceptos inventivos o separado de un miembro tensor alargado que puede extenderse por medio de una apertura longitudinal central (no mostrada) dentro del miembro retenedor 714. Los miembros de anclaje principal y arrastrante 718, 720 pueden estar provistos de un ancla helicoidal guía en los extremos del miembro retenedor 714.

La Fig. 31 muestra curvas de fuerza versus desplazamiento para el aparato de ancla helicoidal de la presente invención con comparación con las técnicas de reparación convencionales de Kessler. El aparato de reparación de ancla helicoidal representado en la Figs. 31 corresponde con la realización de la Fig. 15B. Las técnicas de punto de sutura Kessler se llevaron a cabo con suturas 3-0 Vicryl y cada reparación tuvo lugar en tendón porcino de aproximadamente 5 mm de diámetro. El gráfico muestra que los puntos Kessler permiten desplazamiento y hueco entre los segmentos del tendón a bajos niveles de fuerza tensora en comparación con las estructuras de ancla helicoidal y miembro tensor alargado de la presente invención. En otras palabras, las anclas helicoidales de la presente invención soportarán niveles mucho más elevados de fuerza tensora sin cantidades significantes de

hueco entre los extremos del tendón en comparación con la técnica de punto de sutura de Kessler. Por esta razón, un paciente que ha sufrido una reparación usando la presente invención puede experimentar una terapia física con más fuerza y más inmediatamente que un paciente que haya sido tratado con la técnica de punto de sutura de Kessler. Por último, el paciente experimentará una recuperación más rápida y mayor movilidad próxima al punto de reparación mediante el empleo de la presente invención.

La Fig. 40 ilustra una realización alternativa de la invención donde un aparato integral 730 consta de un miembro tensor 732 y anclas helicoidales opuestas 734, 736. Las anclas helicoidales 734, 736 están enrolladas en direcciones opuestas de tal modo que la rotación del aparato 730 en una única dirección provocará que las porciones helicoidales 734, 736 roten en los respectivos segmentos del tendón opuestos 738, 740. El aparato 730 puede estar formado por varios grados de rigidez o flexibilidad adecuadas para el punto de reparación. Los miembros retenedores (no mostrados) de acuerdo con la invención pueden usarse para sujetar las anclas 734, 736 de manera segura con el tejido del tendón.

Los conceptos empleados en el ancla helicoidal basados en el aparato de reparación de la presente invención puede también usarse en un dispositivo de recuperación de tendón 750 como, por ejemplo, se muestra en las Figs. 41 y 42. El dispositivo de recuperación 750 puede insertarse en una funda de tendón por medio de una ventana 752, que puede ser de forma triangular como se ha descrito previamente. El dispositivo de recuperación 750 más específicamente comprende un eje o varilla rotatoria 754 que tiene un miembro de recuperación helicoidal 756 en un extremo y un nudo rotatorio 758 conectado en el extremo opuesto. El eje o varilla 754 está contenida en un núcleo interno hueco 760 que, a su vez, está conectado en un núcleo externo 762. Los miembros anti-rotación 764, 766 se proporcionan preferentemente en el núcleo interno hueco 762 y pueden accionarse desde posiciones no operativas a las posiciones operativas mostradas en la Fig. 41. Esto se consigue correspondiendo un nudo 768 hacia atrás y hacia delante. Cuando el nudo 768 se mueve hacia la izquierda, como se ve en la Fig. 41, extiende los miembros anti-rotación 764, 766 en la funda del tendón 770 para evitar rotación del mismo cuando el nudo rotatorio 758 rota seguidamente y se mueve hacia dentro para rotar el miembro helicoidal 756 en el extremo del tendón 772. Una vez que el miembro helicoidal 756 rota por completo en el extremo del tendón 772, el nudo 758 puede extraerse a la derecha, como se observa en la Fig. 41, para recuperar el extremo del tendón 772.

Se apreciará que el dispositivo de recuperación 750 puede modificarse de muchas maneras consistentes con los conceptos aquí descritos. Como un ejemplo, el dispositivo 750 puede además incluir un miembro retenedor interno que puede insertarse en el miembro helicoidal 756 para retener las fibras del tendón como se ha descrito previamente con respecto al aparato de reparación tendón-a-hueso y tendón-a-tendón. Otra alternativa potencial se muestra en las Figs. 43 y 44 en la cual se emplean miembros de recuperación helicoidal interno y externo 776, 778 para contrarrotar en el extremo del tendón 772. Estructuras de actuación adecuadas (no mostradas) serán empleadas para contrarrotar los miembros helicoidales 776,

778, eliminando de este modo la rotación del tendón mientras el dispositivo de recuperación está unido al extremo del tendón 772.

Las Figs. 45-49 ilustran otra realización alternativa de la presente invención que emplea conceptos análogos a las realizaciones previas donde al menos una porción de una estructura de anclaje se mueve con respecto a otra a una posición en la cual las fibras quedan atrapadas entre las porciones y la estructura de ancla está fijada a un miembro tensor alargado. En particular, se muestra un aparato 800 que consta de un par de miembros de ancla 802, 804 que pueden curvarse juntas y simultáneamente curvarse en un tendón 806 y de manejar segura contra un miembro tensor alargado 808, como una sutura u otro miembro tensor descrito anteriormente. Cada miembro de anclaje 802, 804 incluye respectivas patas largas 810 y respectivas patas cortas 812 que registran juntas de un modo alternativo cuando se da la relación opuesta como se muestra en la Fig. 45 y como se muestra cuando se aplica a través de incisiones de acceso opuestas 814, 816 en la Fig. 47.

Las Figs. 68 y 69 ilustran una herramienta 820 que tiene un par de mordazas móviles 822, 824 usada para aplicar los miembros de anclaje 802, 804 al tendón 806. Las mordazas 822, 824 incluyen respectivas agarraderas 826, 828 para sujetar los miembros de anclaje 802, 804 en relación opuesta como se muestra en la Fig. 47. Como mejor se detalla en la Fig. 46, cada mordaza 822, 824 incluye bolsillos 830 que se alinean con los extremos de las patas 810, 812 del miembro ancla opuesto 802 u 804. Un gancho, u otra estructura, puede facilitarse para retener el miembro ancla 802 y 804 en su lugar hasta que la operación de curvatura se haya completado. Como se muestra en las Figs. 48 y 49, cuando las mordazas 822, 824 y las agarraderas 826, 828 se juntan desde la posición mostrada en la Fig. 47 a la posición mostrada en las Figs. 48 y 49, las patas 810, 812 se deformarán o curvarán permanentemente en la posición mostrada por los respectivos bolsillos 830. En las localizaciones próximas a las patas más largas 810, esto bloqueará los miembros de anclaje 802, 804 al tejido del tendón 834 y, más específicamente, a las fibras del tendón que comprenden el tejido 834. En el área próxima a las patas más cortas 812, el miembro de anclaje 802, 804 se curvarán más directamente en el miembro tensor alargado 808. Esta acción se logra por el ángulo estrechado de las agarraderas 826, 828 tal y como se muestra en la Fig. 46 y en comparación con las Figs. 48 y 49 que muestran las agarraderas en la misma posición activada.

En esta realización, la herramienta 820 puede accionarse a una primera posición suficiente para agarrar las fibras del tendón 834, pero aún así permite un movimiento deslizante a lo largo del miembro tensor alargado 808. Empleando la herramienta 820, u otro método, el tendón 806 puede extraerse a una posición de reparación por los miembros de anclaje

deslizantes 802, 804 a lo largo del miembro tensor alargado 808. En la posición de reparación adecuada, la curva puede acabarse por una herramienta adicional activadora 820 a la posición mostrada en las Figs. 48 y 49. En una reparación tendón-a-tendón, como con las realizaciones previas, un par de miembros ancla 802, 804 puede fijarse rígidamente al tendón 806 del modo ilustrado en la Fig. 48 y 49, sobre un lado de una rotura, y el ajuste de deslizamiento puede lograrse en el lado opuesto de la rotura seguido por una acción final de curvatura sobre el segundo conjunto de miembros ancla 802, 804 como se ha descrito previamente.

Las Figs. 50-52 ilustran otro aparato similar al de las Figs. 45-49, pero que emplea un único miembro ancla 840 que tiene respectivas patas largas y patas cortas 842, 844. La operación de esta realización es similar a la realización previa, excepto en que sólo una de las mordazas opuestas requerirá una superficie de yunque, como la que formada de ranuras o bolsos o bolsillos, con el fin de doblar las piernas 842 a una posición adecuada para agarrar firmemente el tejido del tendón 834 contra el miembro tensor alargado 808 y también deformar firmemente las piernas 844 sustancialmente directamente contra el miembro tensor alargado 808 como se muestra en la Fig. 52. De nuevo, esta realización comprende una estructura de anclaje que tiene un miembro ancla 844 con al menos una porción móvil con respecto a la otra para agarrar y comprimir el tejido del tendón entre sí. Además, antes de que tenga lugar la acción de curvatura, el miembro ancla 840 puede inicialmente agarrar el tejido 834 y moverse al lo largo del miembro tensor alargado 808 hasta una posición adecuada de reparación donde después el cirujano puede finalmente curvar el miembro ancla 840 de manera segura contra el miembro tensor alargado 808 como se muestra en la Fig. 52. Como además se muestra en la Fig. 52, cada incisión de acceso 814, 816 se cierra posteriormente usando puntos 846, 848 u otro método adecuado.

Mientras la presente invención se ha ilustrado por una descripción de las realizaciones preferentes y mientras estas realizaciones se han descrito con cierto detalle, no es la intención del Solicitante restringir o limitar de ninguna manera el alcance de las reivindicaciones adjuntas hasta tal detalle. La presente descripción se ha ilustrado con muchas características que pueden modificarse, usarse singularmente o en varias combinaciones que no se deben limitar por los detalles aquí provistos. Ventajas y modificaciones adicionales resultarán fácilmente obvias para aquellos especializados en la técnica. Esto ha sido una descripción de la presente invención, junto con los métodos preferentes de uso de la presente invención tal y como se conocen actualmente. Varios métodos de la presente invención pueden usarse solos o en diferentes combinaciones. El alcance de la invención por sí solo debería definirse por las reivindicaciones adjuntas, donde reivindicamos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la reparación de tendón o ligamento, comprendiendo el aparato de:

un miembro tensor alargado (376) que tiene una longitud adaptada para extenderse en el interior del tendón o ligamento;

una primera ancla (390, 440) que tiene un interior con una superficie interna, dicha primera ancla (390, 440) siendo insertable en el tendón o ligamento;

caracterizado en que un primer miembro retenedor (410, 442) se posiciona en el interior de dicha primera ancla (390, 440) de tal modo que las fibras de dicho tendón o ligamento se agarran con compresión entre dicho primer miembro retenedor (410, 442) y dicha superficie interna de dicha primera ancla (390, 440).

2. El aparato de la reivindicación 1, donde dicha primera ancla (258, 278) es helicoidal.

3. El aparato de las reivindicaciones 1 y 2, donde la primera ancla (258, 278) está enganchada a dicho miembro tensor alargado (252) para permitir su movimiento a lo largo del miembro tensor alargado (252).

4. El aparato de las reivindicaciones precedentes, donde dicho primer miembro retenedor (410) está configurado para recibirse dentro de la primera ancla (390) para sujetar dichas fibras entre dicho primer miembro retenedor (410) y dicha primera ancla (390).

5. El aparato de las reivindicaciones precedentes, donde la superficie exterior de dicho primer miembro retenedor (442, 462) es discontinua para ayudar en la sujeción de dichas fibras entre dicho primer miembro retenedor (442, 462) y dicha primera ancla (258).

6. El aparato de las reivindicaciones precedentes, que incluye un ancla hueso (294, 374) enganchado a dicho primer miembro tensor (292, 312).

7. El aparato de las reivindicaciones precedentes, que incluye una segunda ancla (420).

8. El aparato de la reivindicación 7, donde bien la primera o segunda ancla (258, 390, 420) está enganchada a dicho miembro tensor alargado (252, 376) para permitir movimiento a lo largo del miembro tensor alargado (252, 376).

9. El aparato de la reivindicación 7 o reivindicación 8, donde dicha primera o segunda ancla (258, 390, 420) comprende un cable o alambre helicoidalmente enrollado.

10. El aparato de la reivindicación 7 o reivindicación 8, donde la segunda ancla (420) es helicoidal e incluye un segundo miembro retenedor (422) enganchado a dicho miembro tensor alargado (376) y operable para sujetar la mencionada segunda ancla (420) entre dichas fibras.

11. El aparato de la reivindicación 10, donde los respectivos primer y segundo miembro retenedor (262, 422) también está enganchado a dicho miembro tensor alargado (252, 376) para que permita su movimiento a lo largo de dicho miembro tensor alargado (252, 376).

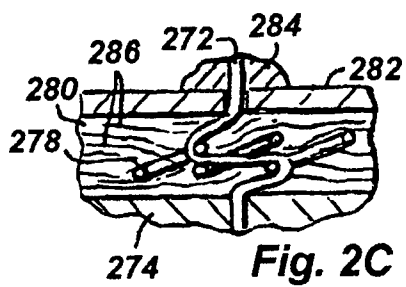
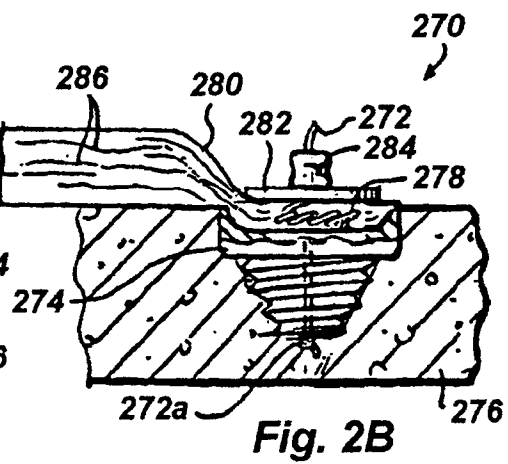
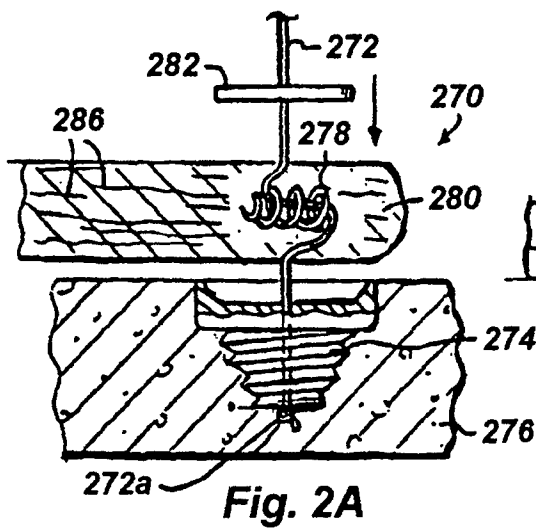
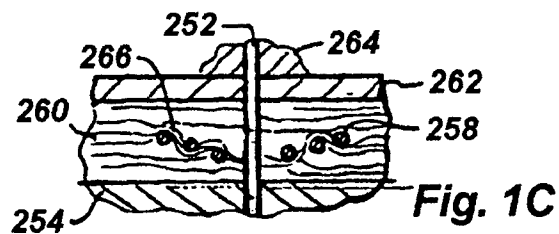
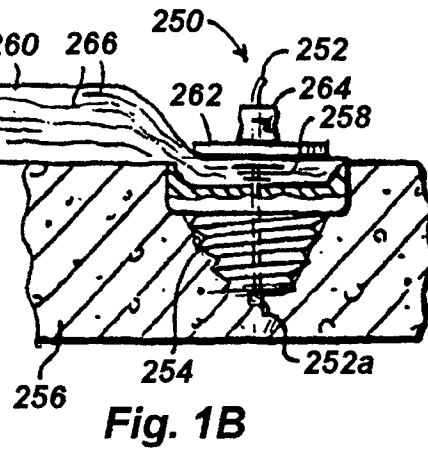
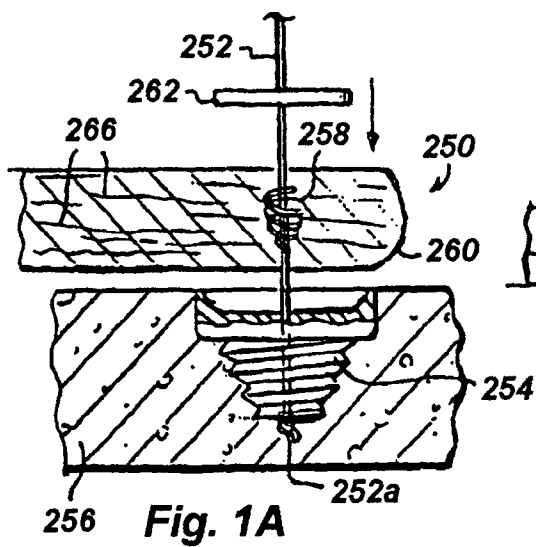
12. El aparato de la reivindicación 10 o reivindicación 11, donde los mencionados primer y segundo miembro retenedor (262, 422) están configurados para ser recibidos al menos parcialmente dentro de las respectivas primera y segunda anclas (390, 420) para sujetar las respectivas porciones de fibras entre sí.

13. El aparato de la reivindicación 12, donde las superficies exteriores de dicho primer y segundo miembro retenedor (442, 462) es discontinuo para ayudar en la sujeción de dichas fibras respectivamente entre el primer y segundo miembro retenedor (442, 462) y dicha primera y segunda ancla (258).

14. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, donde los respectivos enganches entre el primer y segundo miembro retenedor (694) y la primera y segunda ancla (692) provoca que dichas fibras queden atrapadas entre ellas y además incluye una estructura (692a, 700) para evitar que dicho miembro retenedor se salga de su ancla.

15. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 7 a 14 donde la primera y segunda ancla (258, 390) tiene una parte tractora (400) en un extremo para enganchar una herramienta (392) para dirigir el ancla (258, 390) al tendón o ligamento.

16. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 7 a 15, donde la primera y segunda ancla (702) es una de las dos anclas bloqueadoras helicoidales (702, 704).



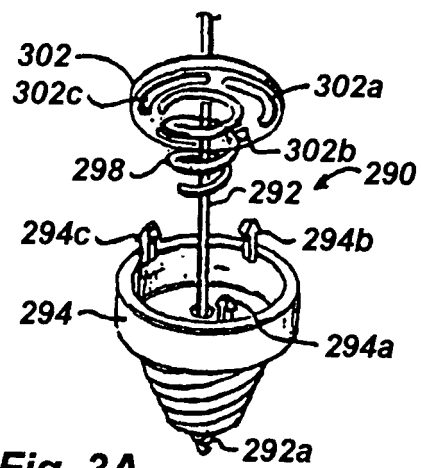


Fig. 3A

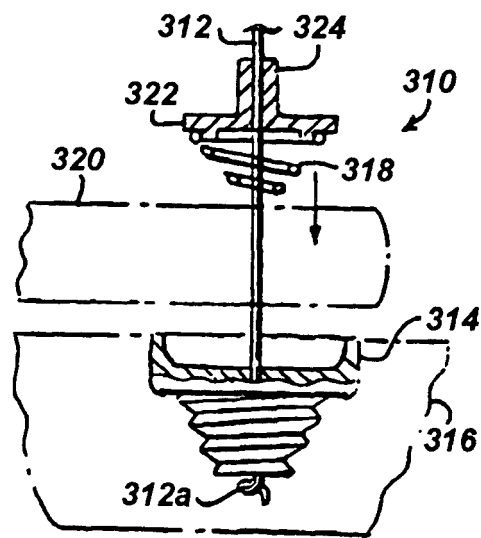


Fig. 3B

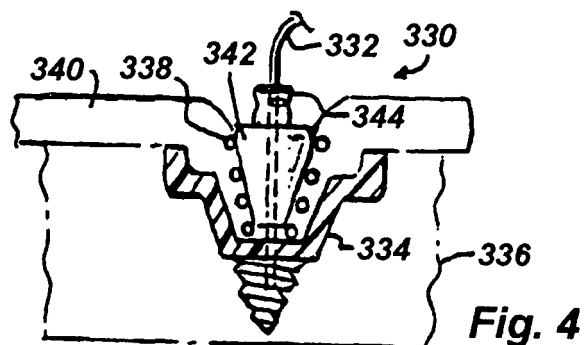


Fig. 4

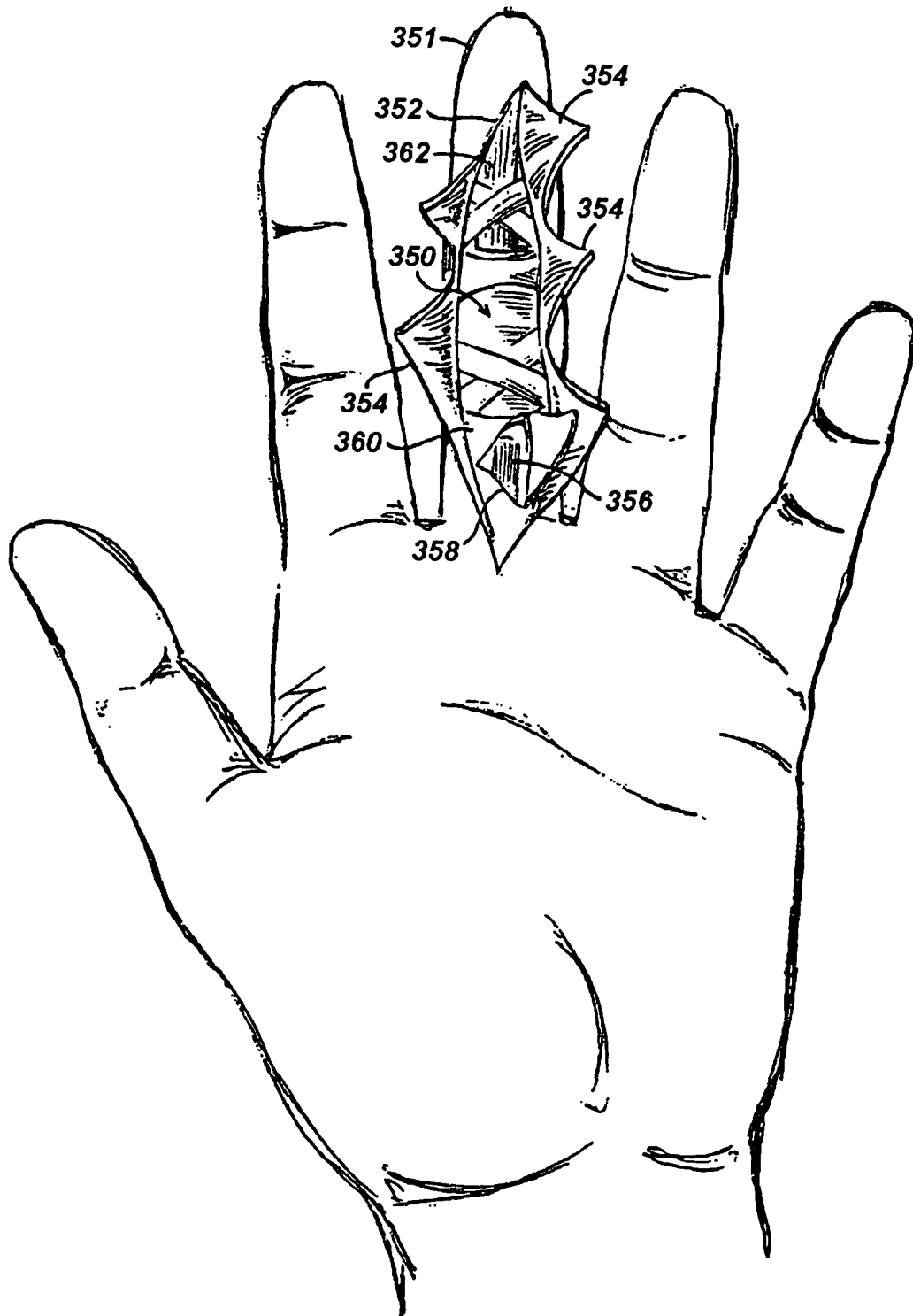
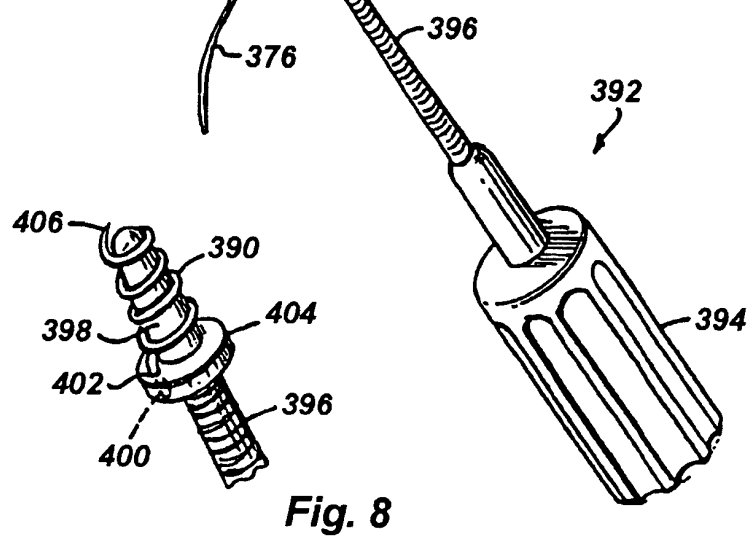
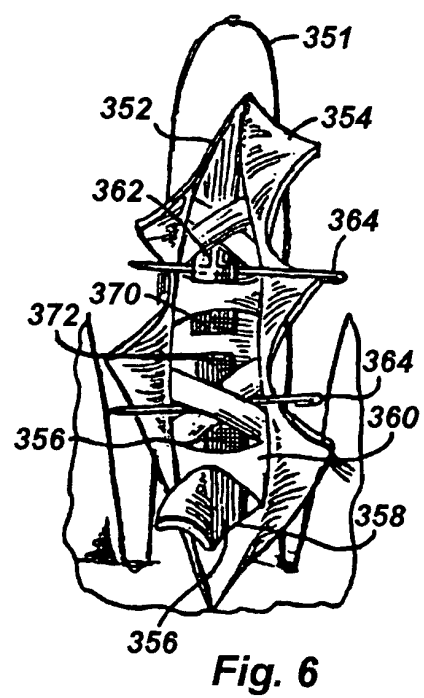
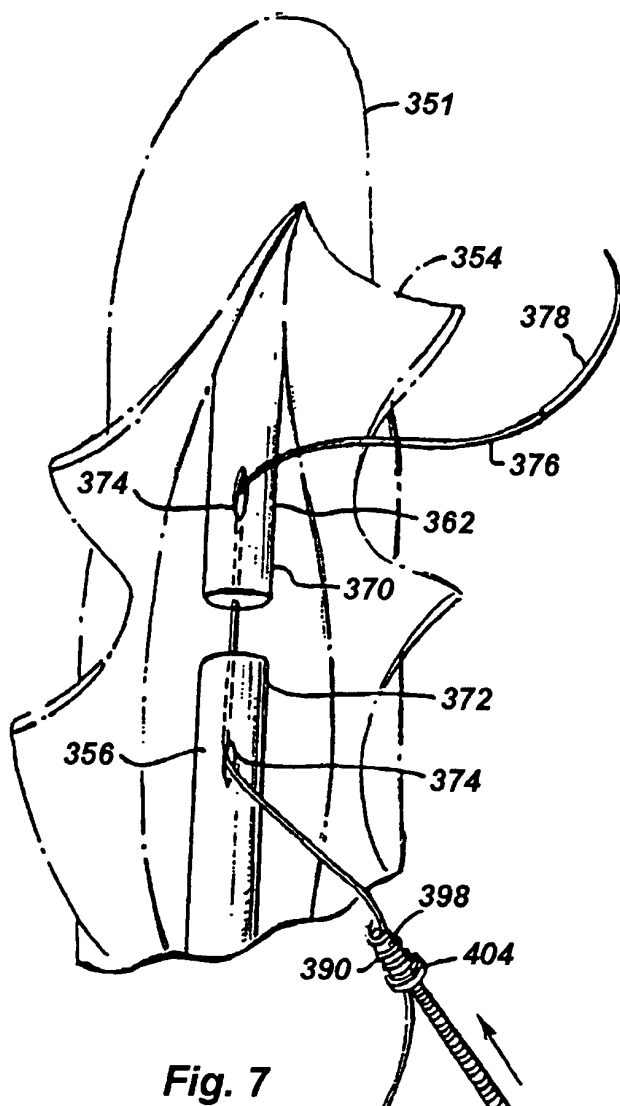
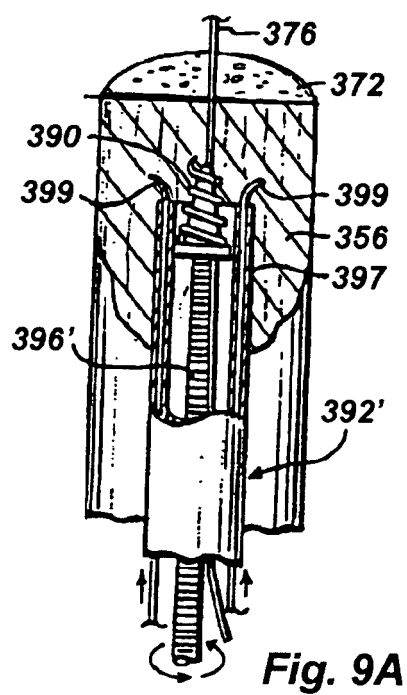
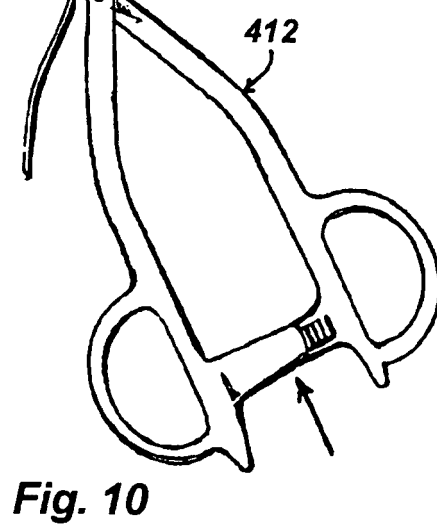
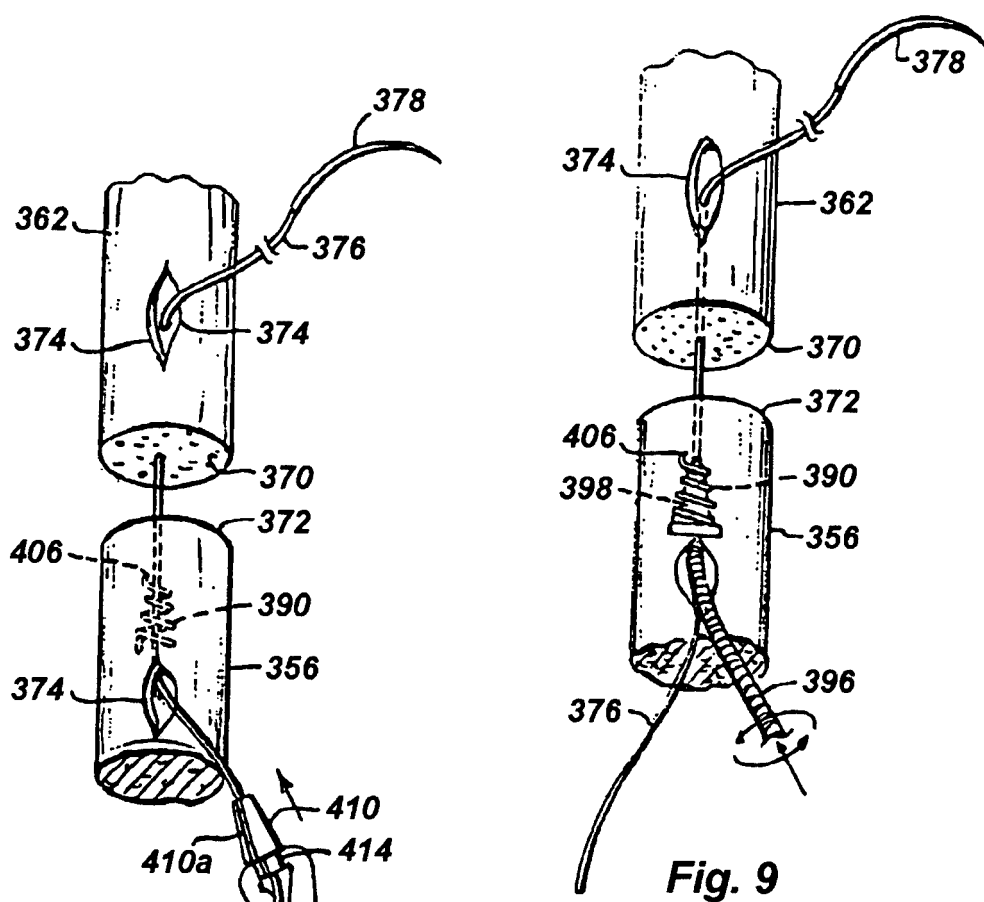


Fig. 5





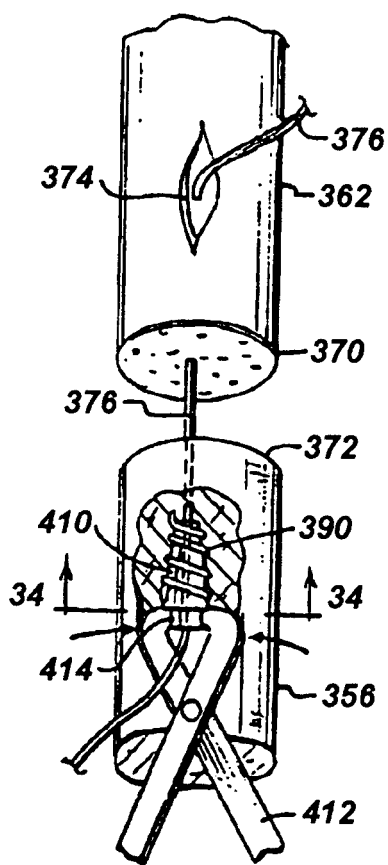


Fig. 11

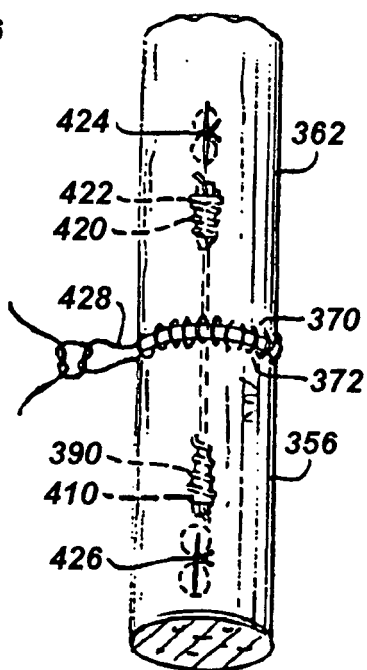


Fig. 13

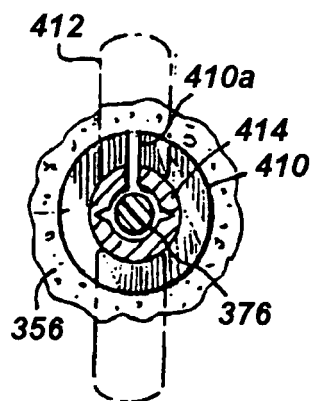


Fig. 12

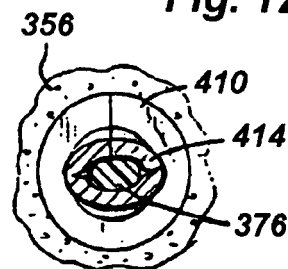


Fig. 12A

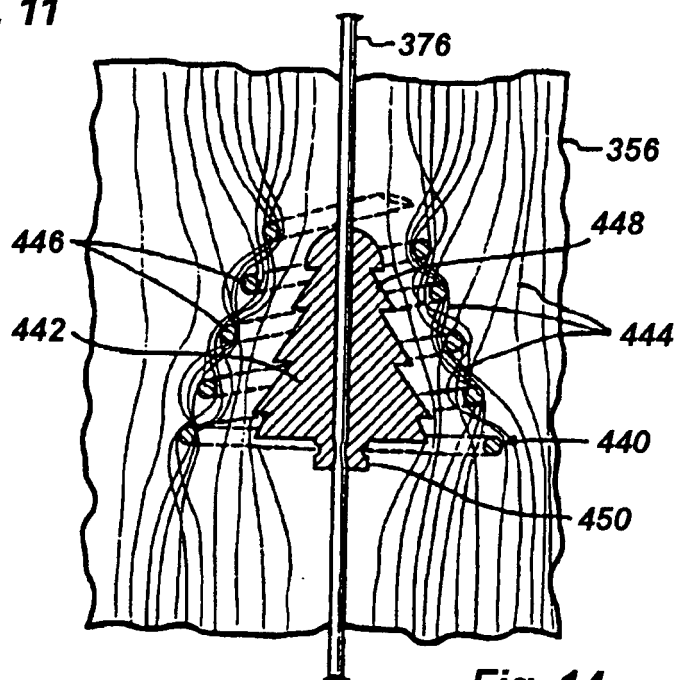


Fig. 14

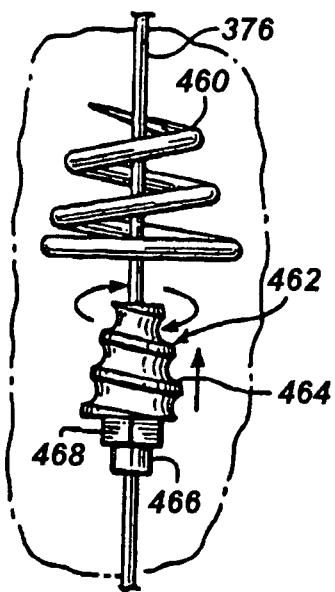


Fig. 15

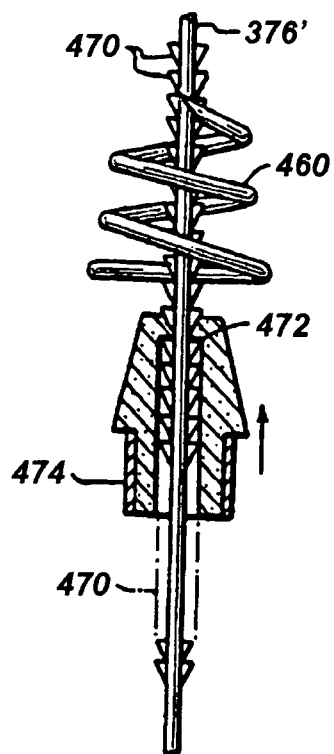


Fig. 16

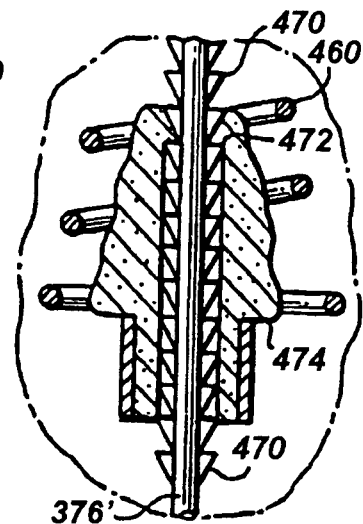


Fig. 17

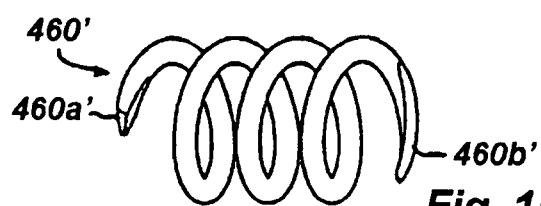


Fig. 15A

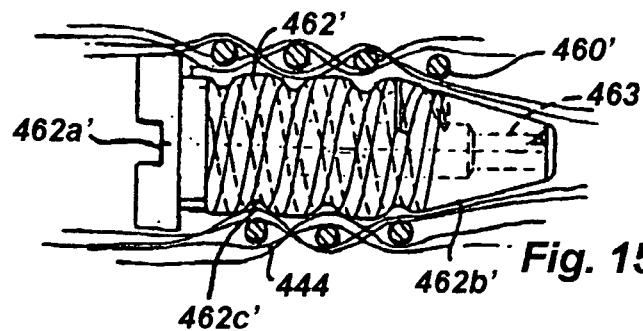
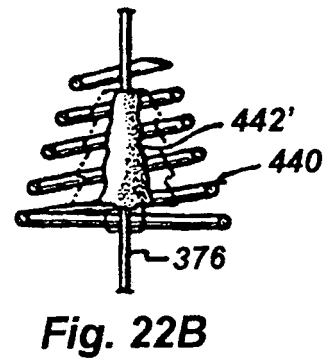
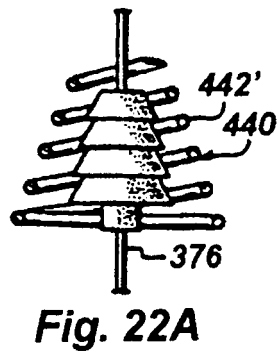
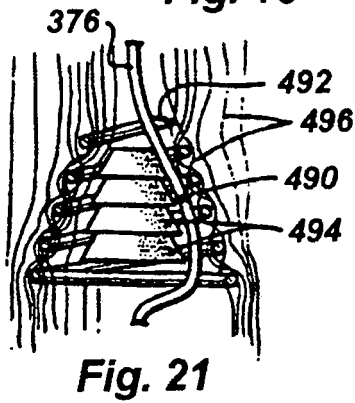
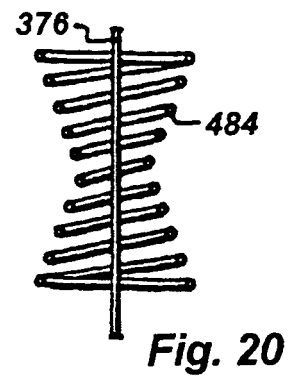
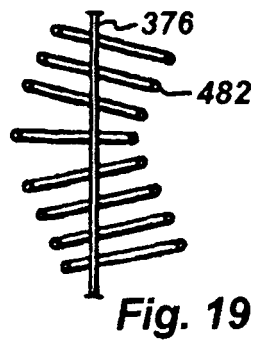
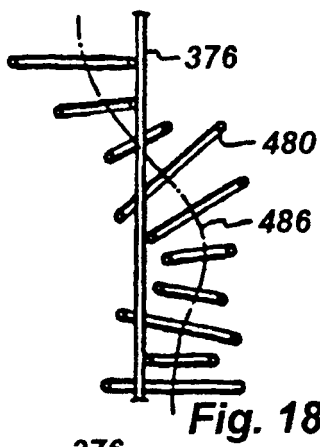


Fig. 15B



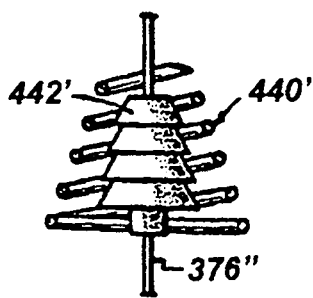


Fig. 23A

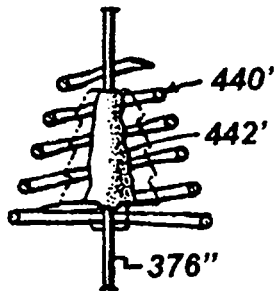


Fig. 23B

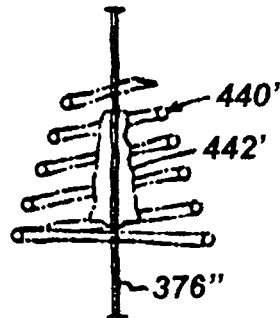


Fig. 23C

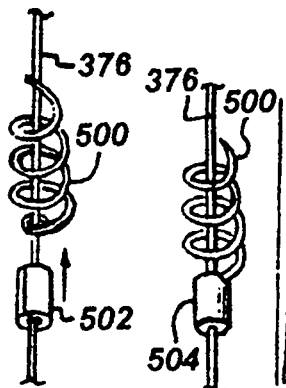


Fig. 24

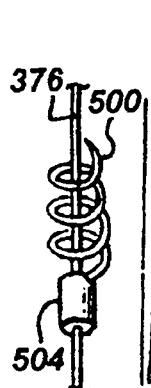


Fig. 25A

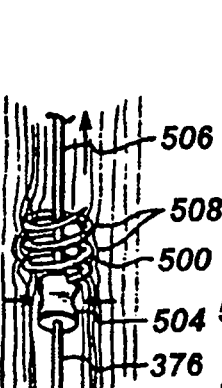


Fig. 25B

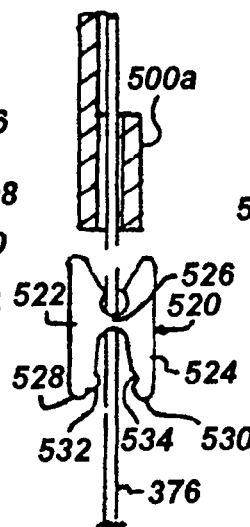


Fig. 26A

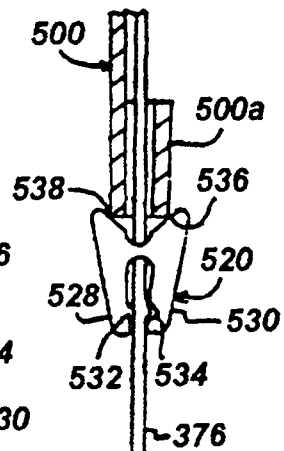


Fig. 26B

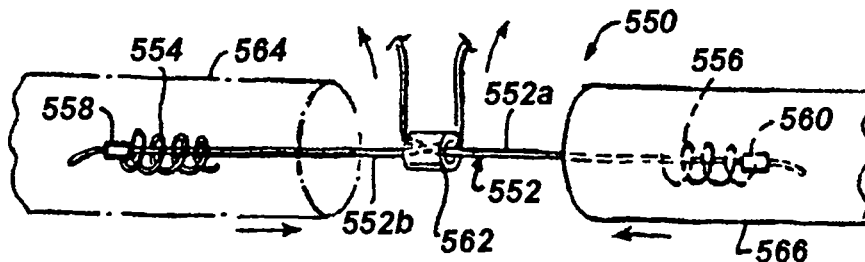


Fig. 27A

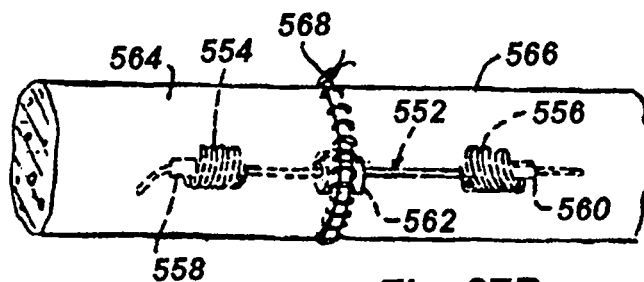


Fig. 27B

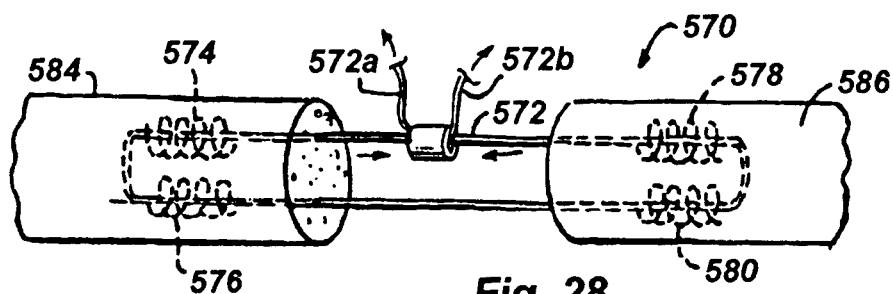


Fig. 28

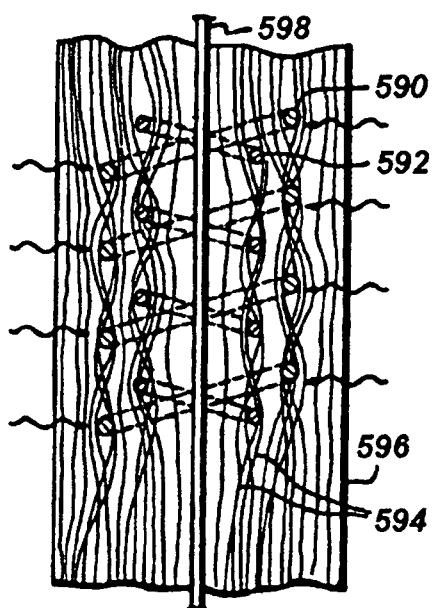


Fig. 29A

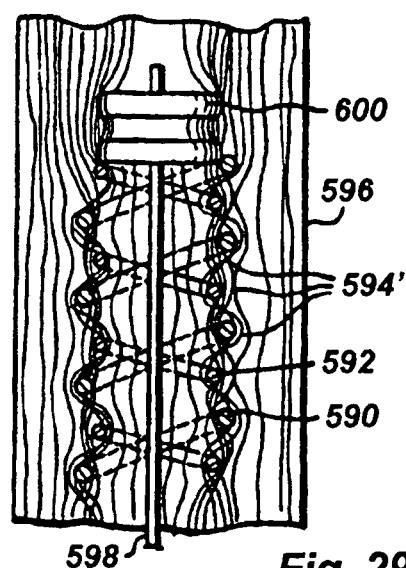


Fig. 29B

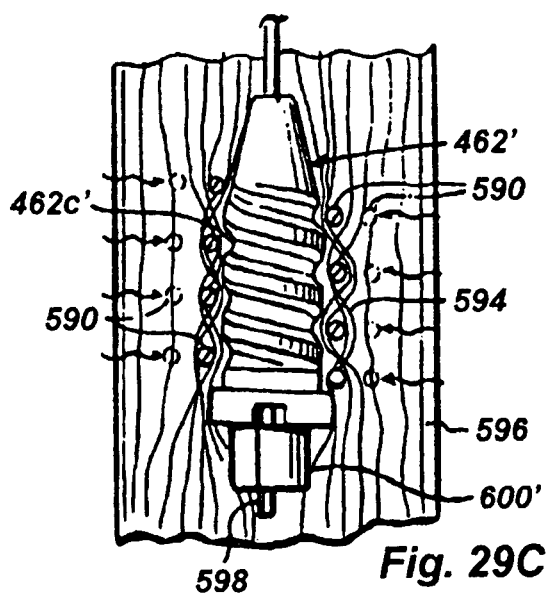


Fig. 29C

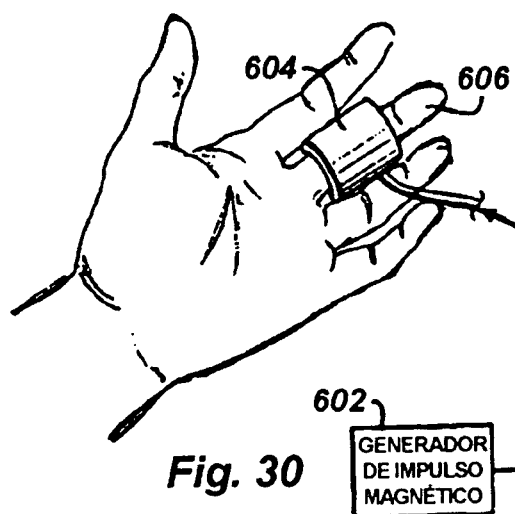


Fig. 30

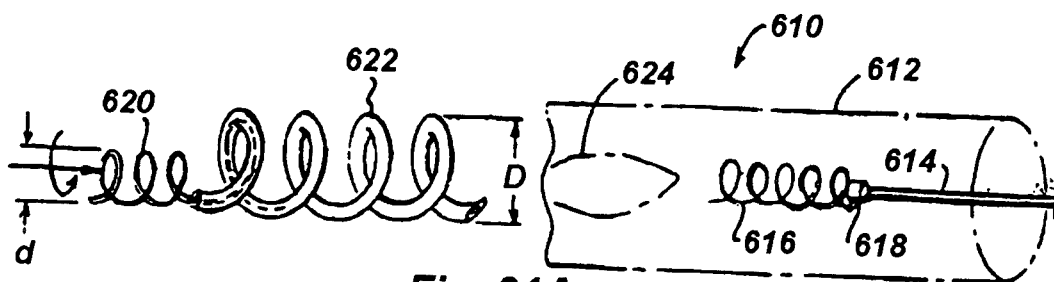


Fig. 31A

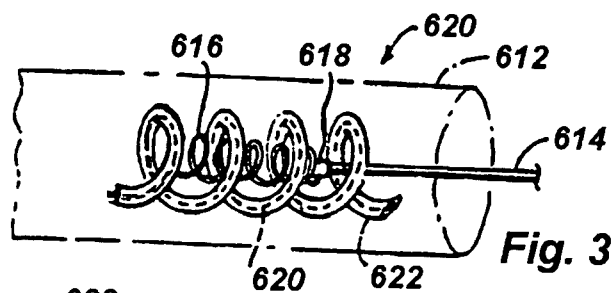


Fig. 31B

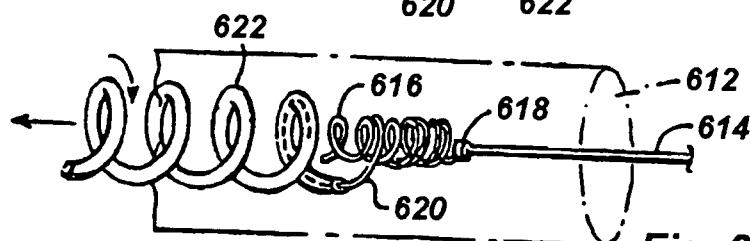


Fig. 31C

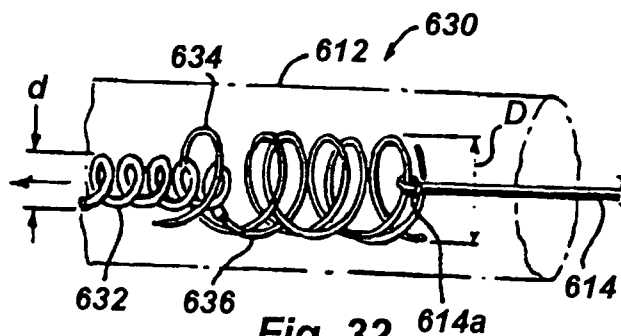


Fig. 32

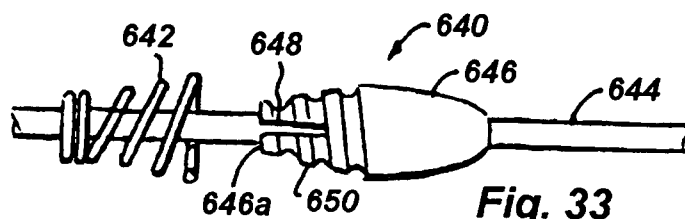


Fig. 33

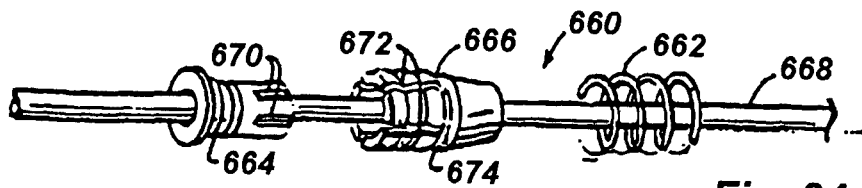


Fig. 34

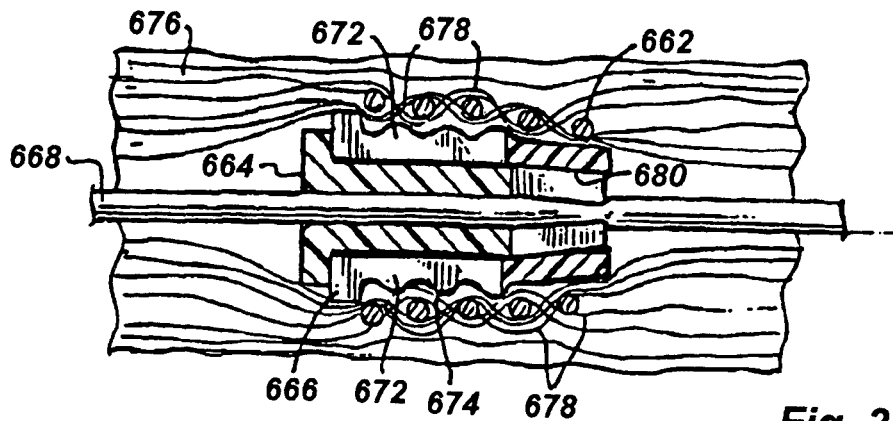


Fig. 35

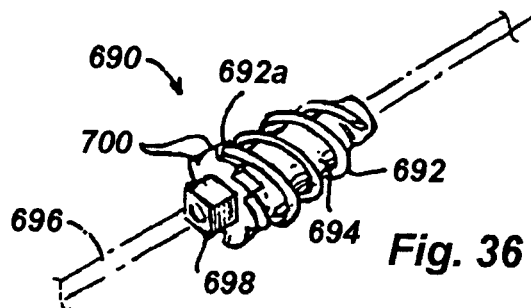


Fig. 36

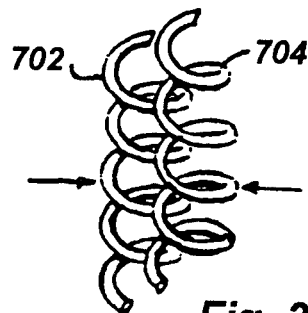


Fig. 37

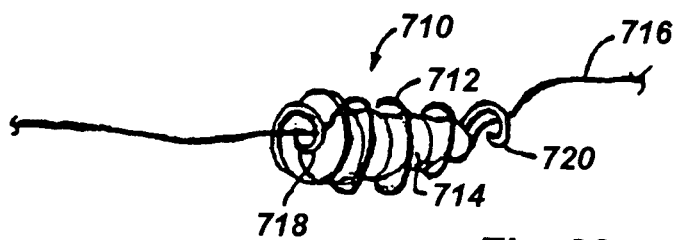


Fig. 38

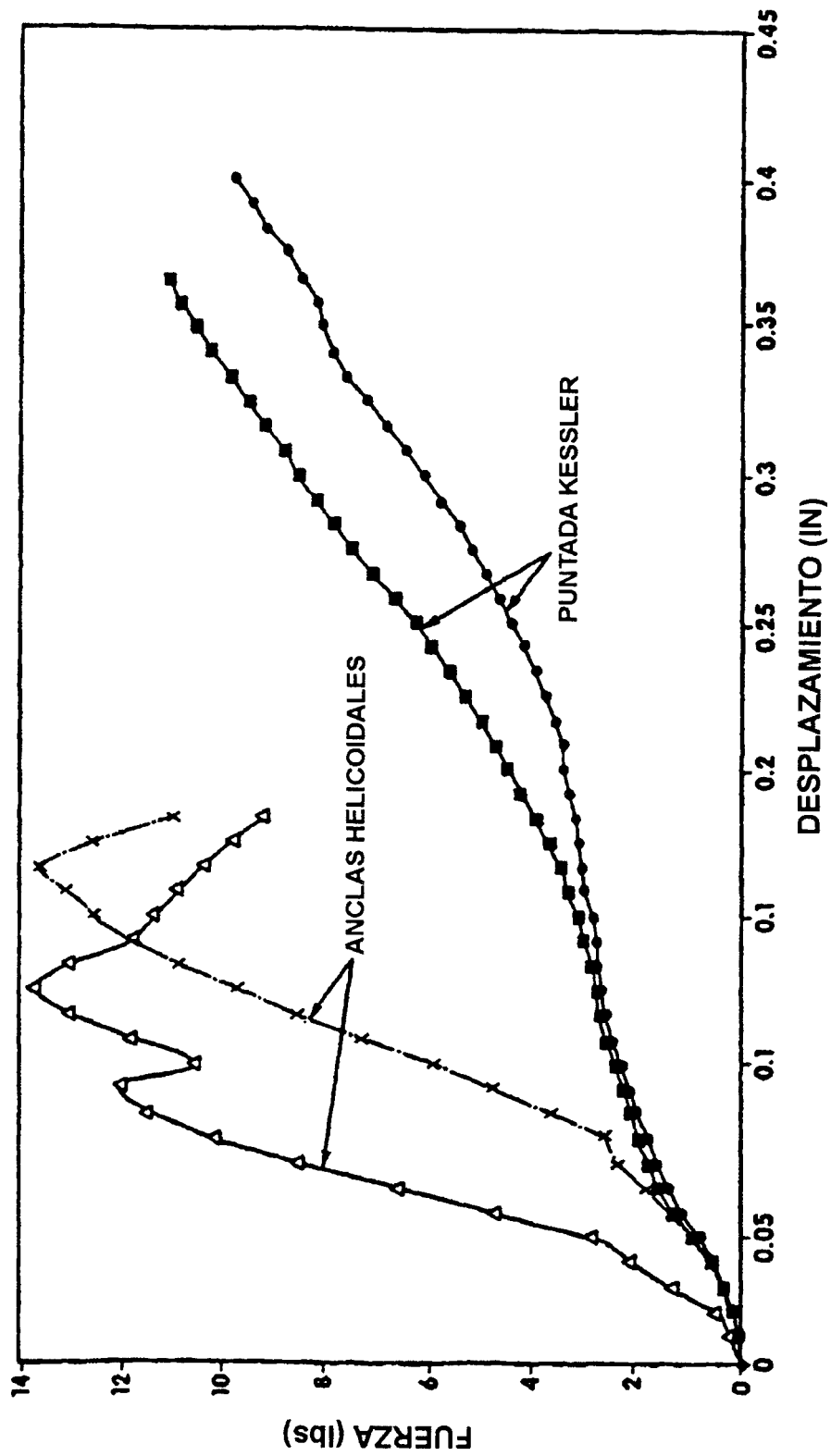


Fig. 39

