(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 284 039**

(51) Int. Cl.:
***A61B 17/88*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **04760924 .3**
(86) Fecha de presentación : **07.05.2004**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1620024**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2006**

(54) Título: **Tratamiento contra el dolor de espalda mediante el restablecimiento de intercambio de nutrientes y desechos.**

(30) Prioridad: **07.05.2003 US 468770 P**
**20.06.2003 US 480057 P**
**16.09.2003 US 503553 P**
**12.12.2003 US 529065 P**

(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: **Aleeva Medical, Inc.**
**834 North White Road**
**San Jose, California 95127-1024, US**

(72) Inventor/es: **Yeung, Jeffrey, E.**

(74) Agente: **Polo Flores, Carlos**

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).



Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

## DESCRIPCIÓN

Tratamiento contra el dolor de espalda mediante el restablecimiento del intercambio de nutrientes y desechos.

### Campo de la invención

Este invento se refiere a los métodos y aparatos para el transporte de nutrientes y desechos dentro y fuera del disco intervertebral con el fin de detener o revertir la degeneración de los discos intervertebrales.

### Antecedentes de la invención

El dolor en la espalda baja es una de las principales causas de incapacidad y disminución de la productividad. Cerca del 90% de los adultos han padecido de dolor de espalda en algún momento de su vida. En lo que se refiere al número de consultas médicas, el dolor de espalda ocupa el segundo lugar, siendo superado solamente por las infecciones de las vías respiratorias superiores. Se ha reportado que en los Estados Unidos el impacto económico de esta afección se encuentra en un margen de entre $50 a $100 mil millones (dólares de EE.UU.) cada año, discapacitando a 5.2 millones de personas. Si bien los orígenes del dolor de la espalda baja son diversos, en muchos casos se piensa que el disco intervertebral juega un papel importante. La degeneración del disco intervertebral da inicio al dolor en otros tejidos al alterar los mecanismos vertebrales y al producir una tensión no fisiológica en los tejidos circundantes.

El disco intervertebral (100) absorbe la mayor parte de la carga de compresión de la columna, pero las facetas articulares (142, 143) de los cuerpos vertebrales (159) comparten aproximadamente el 16% de esta carga. El disco (100) consta de tres diferentes partes: el núcleo pulposo (128), el anillo fibroso y las placas terminales cartilaginosas (105), como se muestra en las Figuras 1 y 2. El disco (100) mantiene sus propiedades estructurales, en gran parte, gracias a la capacidad que tiene para retener el agua. El disco normal (100) contiene un 80% de agua en el núcleo pulposo (128). El núcleo pulposo (128) que se encuentra en el interior de un disco normal (100) es rico en agua, absorbiendo así glucosaminoglucanos sulfatados, creando una presión de turgencia para proporcionar tensión elástica dentro de las fibras de colágeno del anillo. La presión de turgencia producida por un contenido elevado de agua es fundamental para dar soporte a los anillos fibrosos y de esta forma soportar las cargas compresivas, como se muestra en la vista longitudinal de la Figura 2.

En los adultos, el disco intervertebral (100) es avascular. La supervivencia de las células del disco depende de la difusión de nutrientes desde los vasos sanguíneos externos (112) y capilares (107) a través del cartílago (106) de las placas terminales cartilaginosas (105), como se muestra e la Figura 2. La difusión de los nutrientes también es permeable a través de los vasos sanguíneos adyacentes al anillo externo, pero estos nutrientes solamente pueden penetrar hasta 1 cm. dentro del anillo fibroso del disco (100). El disco de un adulto puede tener hasta 5 cm. de diámetro; por lo que la difusión a través de las placas terminales craneal y caudal (105) es crucial para mantener la salud del núcleo pulposo (128) y de los anillos fibrosos internos del disco (100).

El pirofosfato de calcio y la hidroxiapatita se encuentran normalmente en la terminal (105) y en el núcleo pulposo (128). A edades muy tempranas, tales como a los 18 años de edad, se empiezan a acumular las capas calcificadas (108) en la terminal cartilaginosa (105), como se muestra en la Figura 3. Los vasos sanguíneos (112) y los capilares (107) en la interfaz hueso-cartílago, se ocluyen gradualmente por la acumulación de las capas calcificadas (108), que se forman dentro del hueso. La formación de hueso en las placas terminales (105) aumenta con la edad.

Cuando la placa terminal (105) es obliterada por el hueso, la difusión entre el núcleo pulposo (128) y los vasos sanguíneos (112) más allá de la placa terminal (105) se ve muy limitada. Además de impedir la difusión de nutrientes, las placas terminales calcificadas (105) limitan además la permeabilidad del oxígeno hacia el interior del disco (100). La concentración de oxígeno en la parte central del núcleo (128) es extremadamente baja. La celularidad del disco (100) es baja en comparación con la mayoría de los tejidos. Para obtener los nutrientes y oxígeno necesarios, la actividad celular se encuentra confinada en un sitio muy próximo a la placa terminal cartilaginosa (105). Incluso, las concentraciones de oxígeno son muy sensibles a los cambios en la densidad celular o a los índices de consumo por célula.

El suministro de sulfato en el núcleo pulposo (128) para la biosíntesis de glucosaminoglucanos sulfatados también se encuentra limitado por las placas terminales calcificadas (105). Como resultado, la concentración de glucosaminoglucanos sulfatados disminuye, ocasionando un bajo contenido acuoso y una baja presión de turgencia dentro del núcleo pulposo (128). Durante la carga diaria normal compresiva de la columna, la reducción de la presión dentro del núcleo pulposo (128) no podrá seguir distribuyendo las fuerzas equitativamente en la circunferencia del anillo interno y mantener así el abultamiento de las laminillas hacia el exterior. Como resultado, la laminilla interna se hunde hacia el interior, mientras que el anillo externo continúa abultándose hacia el exterior, ocasionando deslaminación (114) de los anillos fibrosos, como se muestra en las figuras 3 y 4.

La tensión deformante ocasiona que la deslaminación anular y el abultamiento sean mayores en las porciones posterolaterales adyacentes al agujero intervertebral (121). El nervio (194) se encuentra confinado en el interior del agujero intervertebral (142) entre el disco y la faceta articular (142, 143). Por lo tanto, el nervio (194) del agujero intervertebral (121) queda vulnerable al impacto del disco protuberante (100) o a los espolones óseos.

Cuando la concentración de oxígeno en el disco cae por debajo de los 0.25 kPa (1.9 mm Hg.), la producción de ácido láctico aumenta dramáticamente con el aumento de la distancia entre las placas terminales (105). El pH dentro del disco (100) disminuye, conforme la concentración de ácido láctico aumenta. El ácido láctico se disemina a través de los desgarres microscópicos del anillo causando irritación al ligamento longitudinal posterior (195), a la faceta articular y/o a la raíz nerviosa (194), que tienen múltiples terminaciones nerviosas. Los estudios indican que el dolor lumbar tiene relación con los niveles elevados de lactato y con un pH bajo. El pH promedio de los discos sintomáticos fue significativamente más bajo que el pH promedio de los discos normales. La concentración de ácido es tres veces mayor en los discos sintomáticos que en los discos normales. Los discos sintomáticos tienen un pH de 6.65, la concentración de ácido dentro del disco es 5.6 veces mayor a la del nivel plasmático. En algunos discos sintomáticos preoperatorios, las raíces nerviosas (194) se encontraban rodeadas de cicatrices nerviosas densas y adherencias con un pH notablemente bajo 5.7-6.3. La concentración de ácido dentro del disco fue 50 veces mayor que la del nivel plasmático.

Aproximadamente el 85% de los pacientes con dolor de espalda baja no se les puede dar un diagnóstico patológico anatómico. Este tipo de dolor generalmente es clasificado como "dolor no específico". El dolor de espalda y la ciática pueden ser eliminados con maniobras que no afecten la raíz nerviosa, como la infiltración salina intradiscal, la discografía y la compresión de los ligamentos longitudinales posteriores. Es posible que ciertos dolores no específicos sean ocasionados por la irritación causada por el ácido láctico secretado por el disco. La inyección dentro del disco puede lavar el ácido láctico. La manipulación y compresión también pueden eliminar el ácido irritante que produce el dolor no específico. Actualmente, ninguna intervención a excepción de la discectomía puede detener la producción de ácido láctico.

Se piensa que el núcleo pulposo (128) tiene la misma función que "el aire de una llanta" para presurizar el disco (100). Para soportar la carga, la presión distribuye las fuerzas equitativamente en la circunferencia del anillo interno y mantiene la laminilla abultada hacia el exterior. El proceso de degeneración del disco da inicio con la calcificación de las placas terminales (105), que impiden la difusión del sulfato y el oxígeno hacia el interior del núcleo pulposo (128). Como resultado, la producción de agua que absorba los glucosaminoglucanos sulfatados se ve notablemente reducida, y el contenido de agua dentro del núcleo, disminuye. La laminilla anular interna comienza a hundirse hacia el interior, y la tensión de las fibras de colágeno dentro del anillo se pierde. El disco afectado por la degeneración (100) presenta un movimiento inestable, similar al de una llanta desinflada. Aproximadamente del 20 al 30% de los pacientes con dolor en la espalda baja han sido diagnosticados con inestabilidad vertebral segmental. El dolor puede ser causado por tensión y por el aumento de la carga en las facetas articulares y/o en los ligamentos circundantes. Adicionalmente, el pH dentro del disco (100) se torna ácido debido a la producción anaerobia de ácido láctico, misma que irrita los nervios y tejido adyacentes.

La alineación resiliente de una aguja curvada de forma súper elástica dentro de una aguja rígida se describe en la técnica anterior DE 44 40 346 A1 de Andrés Melzer, presentada el 14 de noviembre de 1994 y en la FR 2 586 183-A1 de Olivier Troisier presentada el 19 de agosto de 1985. Las agujas curvas de estas técnicas anteriores se usan para aplicar líquido a los tejidos blandos. Para poder tener alcance de los discos intervertebrales sin realizar una incisión externa, la longitud de las agujas curvas y rígidas debe ser de por lo menos seis pulgadas (15.2 cm.). Existen múltiples problemas al tratar de realizar una punción de la placa terminal calcificada, como se describe en la técnica anterior. La memoria que tiene el material para dar la forma curvada a la aguja es generalmente elástica. La aleación de Níquel-titanio tiene módulo de Young de aproximadamente 83 GPa (austenita), 28 a 41 (martensita). Incluso, si los mangos de ambas agujas curvada y rígida son limitados en su torsión, es probable que la aguja larga curva y elástica (101) se tuerza dentro de la aguja rígida (220) durante la perforación de la placa terminal (105), como se muestra en las Figuras 54 y 55. Como resultado, es probable que la dirección de la perforación sea desviada y la perforación de la placa terminal (105) fracase.

Además en la técnica anterior, las puntas afiladas de las agujas rígidas se encuentran en los lados cóncavos de las agujas curvadas. Al realizar la punción de un tejido relativamente duro, como es el caso de las placas terminales calcificadas (105), los lados convexos de las agujas curvadas se encuentran sin soporte y propensas a ser dobladas, dando como resultado que se fracase al puncionar las placas terminales calcificadas (105). Para minimizar el doblado o torcido, se requiere que los tamaños de sus agujas curvadas y rígidas sean grandes. Al aumentar el tamaño de las agujas curvadas (101) y rígidas (220), la fricción entre las agujas curvada (101) y rígida (220) se eleva sobremanera, haciendo que el despliegue y recuperación de la aguja curvada (101) sea muy difícil. Además de eso, la gran abertura creada en el disco (100) por las grandes agujas puede ocasionar la herniación del núcleo pulposo (128). De forma similar, una abertura grande en la placa terminal (105) puede ocasionar nódulos de Schmorl y la filtración del núcleo pulposo (128) hacia el interior del cuerpo vertebral (159).

En resumen, el soporte desde el extremo distal de la aguja rígida (220) en las Figuras 62-67 de esta invención es importante para soportar la perforación de un tejido relativamente duro, como es el caso de la placa terminal calcificada (105) con una aguja de diámetro pequeño (101). Más aún, los cortes transversales de las agujas no redondeadas curvadas (101) y rígidas (220) de las Figuras 56 a 60, para prevenir la torsión, también son importantes para asegurar una perforación exitosa de la placa terminal calcificada (105).

**Sumario de la invención**

En esta invención, se colocan conductos a través de las placas terminales calcificadas para el reestablecimiento del intercambio de nutrientes y desechos entre el disco y los cuerpos vertebrales. El conducto es colocado dentro de una aguja elásticamente curvada. La aguja curvada es alineada de forma resiliente dentro de una aguja rígida. La aguja rígida perfora un disco en degeneración con placas terminales calcificadas. La aguja elásticamente curvada que contiene el conducto es entonces desplegada desde la aguja rígida para continuar la configuración curvada y puncionar a través de la placa terminal calcificada. Al mismo tiempo que se recupera la aguja curvada hacia el interior de la aguja rígida, se sujeta un émbolo detrás del conducto estacionario; el conducto se despliega a través de la placa terminal para transportar los nutrientes y desechos entre el disco y la vértebra.

El dispositivo de perforación de esta invención está diseñado para minimizar la torsión y fricción entre las agujas curva y rígida. El dispositivo también proporciona apoyo a la aguja elásticamente curvada para minimizar la flexión durante la perforación de la placa terminal. Además, este dispositivo está diseñado para colocar por lo menos un conducto en la placa terminal y de este modo hacer un puente entre el disco intervertebral avascular y el cuerpo vertebral, y realizar el intercambio de nutrientes, oxígeno, dióxido de carbono, lactato y desechos.

Los nutrientes y el oxígeno son abundantemente abastecidos por los vasos sanguíneos periféricos que se encuentran junto al anillo externo. Los conductos también pueden ser desplegados de forma transversal al disco en degeneración para atraer estos nutrientes desde el anillo externo hacia el núcleo pulposo, y detener de este modo la degeneración del disco.

Después de que el intercambio de nutrientes y desperdicios se ha restablecido por medio de los conductos semipermeables, se pueden inyectar dentro del disco células madre, factor de crecimiento o agentes genéticos terapéuticos, para promover la regeneración. Además, el disco con conductos semipermeables se encuentra inmunoaislado. Las células donadoras inyectadas al disco pueden ser nutridas con nutrientes del conducto semipermeable sin provocar una respuesta inmunológica. Estas células son seleccionadas por su capacidad de biosintetizar agentes terapéuticos como insulina y neurotransmisores. Los agentes terapéuticos se transportan a través de los conductos semipermeables hacia la circulación del cuerpo para el tratamiento de alguna enfermedad.

**Número de referencia**

100 Disco intervertebral

101 Aguja

102 Bisel o chaflán

103 Trocar

104 Lumen o canal del conducto

105 Placa terminal

106 Cartílago hialino

107 Capilares

108 Capas bloqueadas o calcificadas

109 Émbolo

110 Monofilamento

112 Vasos sanguíneos

113 Reborde para sostener el tejido

114 Deslaminación anular

115 Epífisis

116 Marca de penetración

121 Neuroforamen

122 Filamento múltiple tejido

123 Médula espinal

124 Conducto poroso

125 Tubo

126 Conducto

127 Cortador electrónico o láser

128 Núcleo pulposo

129 Faceta articular

130 Mango de la aguja curvada

131 Riel guía o mango de la aguja.

132 Mango de la funda rígida

133 Cavidad del mango de la funda rígida

134 Dispositivo electrónico para corte

135 Cable eléctrico

140 Sacro

142 Proceso articular superior

143 Proceso articular inferior

153 Etiqueta indicando la dirección de la curva

159 Cuerpo vertebral

160 Indentación del crecimiento interno del tejido

161 Nudo

162 Protrusión o anillo

163 Recubrimiento

184 Impacto externo

193 Músculo psoas ilíaco

194 Raíz nerviosa

195 Ligamento longitudinal posterior

121 Neuroforamen

217 Entrada del tornillo

220 Funda o aguja rígida

224 Perforación

230 Dilatador

268 Lumen de la funda rígida

269 Lumen de la aguja rígida

270 Ventana de la funda rígida

271 Extensión de la memoria de la forma

272 Declive en el lumen de la aguja rígida

276 Jeringa

277 Células donadoras

**Breve descripción de los dibujos o figuras**

La Figura 1 describe un disco sano (100) con presión de turgencia normal dentro del núcleo pulposo (128) que brinda apoyo a las capas del anillo durante la carga compresiva.

La Figura 2 muestra una vista longitudinal de un segmento vertebral, en donde se aprecia el abultamiento externo de las capas anulares durante la compresión de un disco sano (100) entre las placas terminales (105) cartilaginosas (106).

La Figura 3 muestra que las capas calcificadas (108) de las placas terminales (105) impiden la difusión de los nutrientes entre el disco interno (100) y los cuerpos vertebrales (159), dando como resultado el abultamiento interno y la deslaminación anular (114).

La Figura 4 muestra un disco en degeneración, aplanado, con presión de turgencia reducida dentro del núcleo pulposo (128) y deslaminación anular.

La Figura 5 muestra la inserción del trocar (103) dentro del disco (100) usando una técnica de guía similar a la que se usa en la discografía.

La Figura 6 muestra la inserción de un dilatador (230) sobre el trocar (103).

La Figura 7 muestra el retiro del trocar (103). El dilatador (230) tiene la función de un medio de paso que conduce hacia el interior del disco (100).

La Figura 8 muestra una vista longitudinal del segmento vertebral en degeneración con la inserción del dilatador (230).

La Figura 9 muestra una aguja curvada elásticamente (101).

La figura 10 muestra la aguja elástica (101) siendo alineada resilientemente dentro de una funda rígida (220).

La Figura 11 muestra un corte transversal redondo de la aguja (101) dentro de la funda rígida (220).

La Figura 12 muestra la inserción de la aguja alineada resilientemente (101) dentro de la funda rígida (220) y dentro del dilatador (230) que lleva hacia el interior del disco (100).

La Figura 13 muestra una vista longitudinal del ensamble de la aguja (101) y de la funda (220) insertado en el dilatador (230) que lleva al disco (100).

La Figura 14 muestra la perforación ascendente de la aguja (101) dentro de la placa terminal (105) (no mostrada) por medio del despliegue de la aguja alineada resilientemente (101) desde la funda rígida (220).

La Figura 15 muestra la placa terminal (105) perforando a través de las capas calcificadas (108) por medio del despliegue de la aguja curvada (101) desde la funda rígida (220).

La Figura 16 muestra la penetración del agua, nutrientes y metabolitos a través de los sitios perforados (224) de las placas terminales superior e inferior (105).

La Figura 17 muestra el restablecimiento de la presión de turgencia por la biosíntesis renovada de los glucosaminoglucanos dentro del núcleo pulposo (128).

La Figura 18 muestra un dispositivo electrónico (134) que hace funcionar un cortador (127) para puncionar, taladrar, erosionar o cauterizar a través de la placa terminal calcificada (105).

La Figura 19 muestra un conducto (126) con forma de tubo elástico (125) con ribetes para sostener el tejido (113) y apertura longitudinal (104).

La Figura 20 muestra la inserción del tubo elástico (125) dentro de la aguja elásticamente curvada (101) con un émbolo deslizante (109) contiguo al tubo (125).

La Figura 21 muestra la aguja (101) conteniendo el tubo elástico (125), siendo alineado resilientemente dentro de la funda rígida (220).

La Figura 22 muestra la inserción de la aguja (101), del tubo elástico (125) de la funda (220) y del émbolo (109) dentro del dilatador (230).

La Figura 23 muestra el despliegue de la aguja (101) colocando el tubo (125) a través de la capa calcificada (108) de la placa terminal (105).

La Figura 24 muestra el retiro de la aguja (101) al mismo tiempo que se sostiene el émbolo (109) de forma estacionaria para expulsar el tubo (125) de la aguja (101).

La Figura 25 muestra la porción inferior del tubo (125) colocado dentro del núcleo pulposo (128) y la porción superior desplegada dentro del cuerpo vertebral craneal (159) (no mostrado) a través de la placa terminal (105) (no mostrada).

La Figura 26 muestra el apilamiento del mango cuadrado (130) de la aguja curvada (101) dentro del mango (132) de una funda rígida (220) para evitar la rotación entre la aguja (101) y la funda (220).

La Figura 27 muestra el mango (130) de la aguja elásticamente curvada (101), conteniendo los rieles guía (131) y una línea guía (153) para mostrar la dirección de la curvatura.

La Figura 28 muestra las rutas (133) en el mango (132) de una funda rígida (220) con la línea de orientación (153) y las marcas de penetración (116).

La Figura 29 muestra el ensamble con los rieles (131) en las rutas (133) para evitar la rotación entre la aguja (101) y la funda (220).

La Figura 30 muestra la reconfiguración de la curvatura mientras la aguja elásticamente curvada (101) es desplegada de la funda rígida (220).

La Figura 31 muestra los cortes transversales ovalados de la aguja (101) y de la funda rígida (220) para prevenir la rotación entre la aguja (101) y la funda (220).

La Figura 32 muestra los cortes transversales cuadrados de la aguja (101) dentro de la funda (220).

La Figura 33 muestra los cortes transversales rectangulares de la aguja (101) dentro de la funda (220).

La Figura 34 muestra los cortes transversales triangulares de la aguja (101) dentro de la funda (220).

La Figura 35 muestra un conducto (126) hecho con forma de un pequeño tubo (125) con un canal longitudinal (104).

La Figura 36 muestra un conducto (126) hecho con forma de un tubo trenzado (125) con un canal longitudinal (104).

La Figura 37 muestra un conducto (126) hecho con material poroso con forma tubular (125).

La figura 38 muestra un conducto (126) hecho con forma de estructura trenzada (122) o de hilo trenzado (122).

La Figura 39 muestra un conducto (126) hecho con una fibra porosa flexible o esponjosa (124).

La Figura 40 muestra un conducto (126) contiguo a un émbolo (109) dentro del lumen (269) de una aguja curvada elásticamente (101).

La Figura 41 muestra un bisel (102) en el extremo distal del lumen (268) de la funda rígida (220) para minimizar la fricción durante el despliegue y retiro de la aguja curvada (101).

La Figura 42 muestra la aguja curvada elásticamente (101) con el conducto (126) al ser alineados resilientemente dentro de una funda rígida (220).

La Figura 43 muestra la inserción del ensamble que contiene la aguja (101), el conducto (126), el émbolo (109) y la funda (220) dentro de un dilatador (230).

La Figura 44 muestra el despliegue de la aguja curvada (101) a través de la placa terminal calcificada (105).

La Figura 45 muestra el desplazamiento del conducto (126) al retirar la aguja (101) al tiempo que se sostiene el émbolo (109) de forma estacionaria.

La Figura 46 muestra la inserción del ensamble de la aguja (101), el conducto (126), el émbolo (109) y la funda (220) dentro del dilatador (230) que conduce al disco (100).

La Figura 47 muestra el despliegue de la aguja curvada (101) a través de la placa terminal calcificada (105).

La Figura 48 muestra el retiro de la aguja (101) mientras el émbolo (109) se mantiene estacionario para desplazar el conducto (126) a través de la placa terminal calcificada (105).

La Figura 49 muestra una porción del conducto (126) dentro del núcleo pulposo (128) y la porción remanente dentro del cuerpo vertebral a través de la placa terminal (no se muestra).

La Figura 50 muestra dos conductos (126) dentro del lumen (269) de la aguja (101).

La Figura 51 muestra el despliegue de dos conductos (126) a través de las placas terminales calcificadas superior e inferior (105).

La Figura 52 indica el restablecimiento de la altura del disco (100) a partir de la recuperación de la presión de turgencia dentro del núcleo pulposo (128) seguida del restablecimiento del intercambio de nutrientes y desechos.

La Figura 53 muestra dos conductos (126) que se extienden desde el núcleo pulposo (128) dentro de los cuerpos vertebrales superior e inferior (159) hasta las placas terminales calcificadas (105) (no mostradas).

La Figura 54 muestra la torsión de una aguja curvada (101) dentro de la funda rígida (220) durante el perforado (105) de la placa terminal. La vista transversal se muestra en la Figura 62.

La Figura 55 muestra la vista transversal de la figura 61. La aguja elástica (101) se tuerce o rota dentro de la funda rígida (220).

La Figura 56 muestra la prevención de la torsión usando una aguja (101) y una funda (220) con cortes transversales elípticos.

La Figura 57 muestra una vista transversal de la aguja elíptica (101) dentro de la funda elíptica (220), mostrada en la Figura 63, para limitar el movimiento rotatorio.

La Figura 58 muestra una vista transversal cuadrada de la aguja (101) y de la funda (220).

La Figura 59 muestra una vista transversal rectangular de la aguja (101) y de la funda (220).

La Figura 60 muestra una vista transversal triangular de la aguja (101) y de la funda (220).

La Figura 61 muestra el doblado o encorvado de la aguja curvada (101) durante la punción de la placa terminal (105).

La Figura 62 muestra un extremo afilado o punta de la aguja rígida (220) que proporciona soporte por debajo del lado convexo de la aguja curvada (101) para reducir la flexión o encorvamiento durante la punción.

La Figura 63 muestra la terminación distal extendida de la aguja rígida (220) para prologar el apoyo por debajo del lado convexo de la aguja curvada (101) durante la punción de la placa terminal (105).

La Figura 64 muestra una ventana (270) junto al extremo distal de una funda (220) con un corte transversal elíptico. La porción distal de la ventana (270) es sesgada o inclinada para adaptarse a la aguja curvada (101).

La Figura 65 muestra la punta afilada de la aguja elásticamente curvada (101) ubicada en la parte cóncava de la curvatura para facilitar la protrusión a través de la ventana (270).

La Figura 66 muestra el soporte de la parte convexa de la aguja curvada (101) por medio de la bolsa distal de la ventana (270) para alinear la aguja (101) a la placa terminal perforada (105).

La Figura 67 muestra una aguja rígida (220) con la ventana (270).

La Figura 68 muestra la aguja curvada elásticamente (101) dentro de una extensión con memoria de forma curvada (271). Tanto la aguja curvada (101) como la extensión (271) se encuentran alojadas dentro de una funda rígida (220).

La Figura 69 muestra el alisamiento resiliente de la extensión con memoria de la forma (271) dentro de la funda rígida (220).

La Figura 70 muestra la punción de la placa terminal (105) con la aguja curvada fortificada (101) sin aumentar el tamaño de la punción de la placa terminal (105).

La Figura 71 muestra una extensión con memoria de forma afilada (271) para dar soporte a la punción (105) de la placa terminal.

La Figura 72 muestra un corte transversal longitudinal de una aguja curvada (101) con un diámetro externo no uniforme, apoyado por una rampa (272) dentro del lumen (268) de la aguja rígida (220).

La Figura 73 muestra un conducto (126) que contiene una sección de filamentos múltiples (122) y una sección tubular (125).

La Figura 74 muestra un filamento múltiple (122) con un tubo (125) en la porción media para evitar la mineralización o coagulación, especialmente alrededor de la placa terminal (105).

La Figura 75 muestra un mono filamento (110) dentro del filamento múltiple (122) para ayudar al despliegue.

La Figura 76 muestra los tubos degradables (sombreados) (125) cubriendo ambas terminales de un filamento múltiple (122) para evitar el apiñamiento durante el despliegue desde la aguja curvada (101).

La Figura 77 muestra la aguja (101) que porta el conducto (126) transversal al disco en degeneración (100).

La Figura 78 muestra la vista longitudinal de la Figura 84 en donde se despliega un conducto (126) transversal al disco en degeneración (100).

La Figura 79 muestra el retiro de la aguja (101) mientras se sostiene el émbolo (109) de forma estacionaria para desplegar o dislocar el conducto (126) dentro del disco en degeneración (100).

La Figura 80 muestra el arrastre de nutrientes desde el anillo externo hacia el núcleo pulposo (128) por medio de la acción capilar o flujo de convección dentro del conducto. (126).

La Figura 81 muestra el recubrimiento radiopaco, ecogénico o magnético (163) de la aguja (101) para indicar la ubicación del conducto (126) dentro de la aguja (101).

La Figura 82 muestra dos conductos (126) insertados a través del disco (100) para el intercambio de nutrientes y desechos entre el anillo externo y el núcleo pulposo (128).

La Figura 83 muestra la punta distal de la aguja (101) penetrando más allá del disco intervertebral (100).

La Figura 84 muestra la longitud del conducto (126) extendiéndose más allá del disco (100) para maximizar el intercambio de nutrientes o desechos.

La Figura 85 muestra la restauración de la presión de turgencia dentro del núcleo pulposo (128) permitiéndole soportar la carga compresiva.

La Figura 86 muestra un conducto (126) extendido dentro del músculo mayor Psoas (193) para el intercambio de nutrientes y desechos, para nutrir y/o regenerar el disco (100).

La Figura 87 muestra dos conductos (126) que se extienden hacia el interior de ambos músculos Psoas mayores (193) para acelerar el intercambio de nutrientes y desechos para nutrir y/o regenerar el disco (100).

La Figura 88 muestra una serie de nudos (161) atados a un filamento múltiple (122) para prevenir o minimizar la migración de los conductos (126) con el tiempo.

La Figura 89 muestra anillos (162) o protrusiones en el conducto (126) para prevenir o minimizar la migración con el tiempo.

La Figura 90 muestra indentaciones (160) para promover el crecimiento del tejido hacia adentro y para prevenir o minimizar la migración del conducto (126) con el tiempo.

La figura 91 muestra la inyección de células donadoras (277) por medio de una jeringa (276) hacia el interior de un disco (100) conteniendo los conductos (126) a través de las placas terminales craneal y caudal (105).

La figura 92 muestra la inyección de células donadoras (277) por medio de una jeringa (276) hacia el interior de un disco (100) conteniendo los conductos (126) en forma transversal al disco (100) y extendiéndose hacia los músculos (193).

**Descripción detallada de las modalidades**

Debido a que la difusión a partir de la placa terminal (105) es fundamental para el mantenimiento del disco intervertebral, se realiza un esfuerzo para reestablecer el intercambio de nutrientes y desechos entre el núcleo pulposo

y la circulación dentro del cuerpo vertebral. Con la guía de las vistas anteroposterior y lateral de los fluoroscopios, un trocar (103) entra posterolateralmente, a 45º de la línea media dentro del disco (100), como se muestra en la Figura 5. Esta técnica de guía es similar a aquella utilizada durante la infiltración diagnóstica de un medio radiopaco para discografía o a la inyección de quimo papaína para la digestión del núcleo pulposo. Se inserta un dilatador (230) sobre el trocar (103), como se muestra en la Figura 6. El trocar (103) es posteriormente retirado. El dilatador (230) permanece como medio de paso hacia el interior del disco (100), como se muestra en la Figura 7. La Figura 8 muestra el extremo distal del dilatador (230) junto al núcleo pulposo (128) del disco en degeneración (100).

Una aguja elásticamente curvada (101), como se muestra en la Figura 9, es alineada resilientemente dentro de una funda rígida (220) mostrada en la figura 10. El corte transversal redondo de la aguja alineada (101) y de la funda (220) se muestra en la Figura 11. La aguja resilientemente alineada (101) dentro de la funda rígida (220) es insertada dentro del dilatador (230) y el disco (100), como se muestra en la Figura 12. La vista longitudinal de la inserción de la aguja (101) dentro del disco en degeneración (100) se muestra en la Figura 13. La aguja elásticamente curvada (101) se despliega manteniendo la funda rígida (220) de forma estacionaria mientras se empuja la aguja (101) hacia adentro. La aguja (101) retoma la configuración curvada mientras sale por la abertura distal de la funda (220), perforando hacia arriba como se muestra en la Figura 14, a través del cartílago (106) y de las capas calcificadas (108) dentro del cuerpo vertebral (159), como se menciona en la Figura 15.

Se pueden llevar a cabo múltiples punciones (224) de la placa terminal (105) para restablecer el intercambio de nutrientes y desechos entre el disco (100) y la circulación corporal. Después de recuperar la aguja elásticamente curvada (101) dentro de la funda (220), el ensamble de la aguja (101) y la funda (220) pueden ser avanzadas un poco más dentro del disco o removidas suavemente del disco (100) para perforar más orificios (224) a través de la placa terminal craneal calcificada (105). En la Figura 16 se muestra que también se puede perforar la placa terminal caudal (105) direccionando el ensamble de la aguja (101) y la funda (220) en un ángulo de 180°, para reestablecer así el intercambio de nutrientes, oxígeno y desechos a través de las placas terminales (105) inferior y superior. La Figura 17 indica la restauración de la presión de turgencia dentro del núcleo pulposo (128) permitiendo que el disco (100) soporte las cargas compresivas. Con la presencia de oxígeno dentro del disco (100), la producción de ácido láctico también puede disminuir y aminorar la irritación química y el dolor.

La punción de la placa terminal (105) también puede ser lograda por medio de dispositivos electrónicos (134), tales como el dispositivo láser, de corte o abrasivo. La Figura 18 muestra un dispositivo electrónico (134) que hace funcionar un cortador (127) para perforar, taladrar, erosionar o cauterizar la placa terminal (105) y restablecer el intercambio de nutrientes y desechos. El dispositivo electrónico (134) puede ser un cauterio, un láser o un taladro.

El restablecimiento del intercambio de nutrientes y desechos a través de la placa terminal (105) también puede ser hecho utilizando un conducto (126). Un conducto (126) puede ser un tubo elástico (125) con un lumen o canal (104) y ribetes para sostener el tejido (113) en ambos extremos, como se muestra en la Figura 19. Las orientaciones de los ribetes (113) ubicados en ambos extremos del conducto (126) están en forma de contra sujetadores para anclarlos sobre la placa terminal (105). El tubo (125) es insertado sobre la aguja elásticamente curvada (101) y rematado con un émbolo deslizante (109), como se muestra en la Figura 20. La aguja (101) que contiene el tubo elástico (125) es alineado resilientemente dentro de la funda rígida (220), como se muestra en la Figura 21. El ensamble de la aguja alineada (101), del tubo (125), de la funda (220) y del émbolo (109) es insertado dentro del dilatador (230), como se muestra en la Figura 22, y dentro del disco (100). Mientras que la aguja resiliente (101) que contiene el tubo (125) se despliega de la funda rígida (220), la curvatura de la aguja (101) se retoma y perfora a través de la placa terminal calcificada (105), como se muestra en la Figura 23. La aguja (101) es retirada mientras el émbolo (109) se mantiene de forma estacionaria para desplazar el tubo (125) de la aguja (101) hacia el interior de la placa terminal (105), como se muestra en la Figura 24. El lumen (104) del tubo (125) funge como vía de paso para el intercambio de nutrientes, gases y desechos entre el cuerpo vertebral (159) y el disco interno (100). Una porción del tubo (125) se encuentra en el núcleo pulposo (128) o disco interno (100), mientras que la parte restante se encuentra dentro del cuerpo vertebral (no mostrado) en la Figura 25.

El mango (130) de la aguja curvada (101) y el mango (132) de la funda rígida (220) se usan para mantener la dirección del despliegue de la aguja (101). El mango cuadrado (130) de la aguja curvada (101) se encuentra apilado dentro del mango (132) de la funda rígida (220), como se muestra en la Figura 26, para evitar la rotación entre la aguja (101) y la funda (220). El mango (130) de la aguja (101) también puede contener rieles guía (131), como se muestra en la Figura 27. Los rieles guía (131) son del tamaño y configuración necesarias para adaptarse a las huellas hendidas (133) en el mango (132) de la funda rígida (220), como se indica en la Figura 28. La dirección de la curvatura de la aguja está indicada por las líneas de orientación (153) del mango (130) de la aguja (101), como se muestra en la Figura 27, y sobre la funda rígida (220), como se muestra en la Figura 28. Para indicar la profundidad de la inserción dentro del cuerpo, se rotulan los marcadores de penetración (116) sobre la funda (220), como se muestra en la Figura 28. Los rieles guía (131) que están dentro de las huellas (133) evitan que los mangos (130, 132) roten uno alrededor del otro, como se muestra en la Figura 29. Al ir avanzando la aguja resilientemente alineada (101), se proyecta de la funda rígida (220), se retoma la curvatura de la aguja (101), como se muestra en la Figura 30. Debido a que el mango (130) de la aguja (101) y a que el mango (132) de la funda (220) son guiados por los rieles (131) de las huellas (133), la dirección de la aguja (101) que perfora ya está establecida y es predecible para el operador o cirujano.

Los cortes longitudinales no circulares de la aguja (101) y de la funda rígida (220) también pueden prevenir la rotación. La Figura 31 muestra una aguja (101) y una funda (220) con cortes longitudinales ovales. La Figura 32

indica un corte longitudinal cuadrado. La Figura 33 muestra un corte longitudinal rectangular. La Figura 34 muestra un corte longitudinal triangular.

Los conductos (126) también pueden ser hechos con un tamaño lo suficientemente pequeño como para caber dentro del lumen de una aguja elásticamente curvada (101). Un conducto (126) puede ser un tubo pequeño (125) con un canal longitudinal (104), como se muestra en la Figura 35, para el transporte de nutrientes, oxígeno y desechos disueltos en el fluido. El conducto tubular (126) con un lumen (104) puede ser tejido o trenzado con filamentos, como se muestra en la Figura 36. El fluido puede ser transportado a través del lumen (104) o puede pasar a través de los filamentos tejidos del tubo (125). El conducto tubular (126) también puede ser moldeado o extraído con material poroso o esponjoso, como se muestra en la Figura 37, para el transporte de nutrientes, oxígeno y desechos disueltos en un fluido a través del lumen (104), al igual que a través de los poros.

Los nutrientes, oxígeno, lactato, metabolitos, dióxido de carbono y desechos también pueden ser transportados en fluidos por medio de la acción capilar de los filamentos múltiples o de los filamentos trenzados (122), como se muestra en la Figura 38. Un conducto (126) puede no requerir del lumen longitudinal (104) como se mencionó. Una hebra de filamentos trenzados (122) puede ser una sutura con canales formados entre los tejidos de los filamentos, con la capacidad de transportar fluido con nutrientes, gases o desechos. Los filamentos tejidos (122) pueden ser recubiertos con un agente endurecedor, tal como el almidón, para ayudar al despliegue usando el émbolo (109). De forma similar a los canales formados por los filamentos trenzados (122), un conducto (126) fabricado como hebra esponjosa (124), como se muestra en la Figura 39, también puede transportar fluido con nutrientes, gases y desechos a través de los poros y canales formados dentro de la estructura porosa.

Se inserta un conducto (126) dentro de la apertura longitudinal (269) de una aguja elásticamente curvada (101) que termina en un émbolo (109), como se muestra en la Figura 40. Para minimizar la fricción entre la aguja curvada (101) y la funda rígida (220), el extremo distal del lumen (268) de la funda (220) es angulado o achaflanado con un bisel (102) o con una indentación, adaptada a la curvatura cóncava de la aguja (101), como se muestra en la Figura 41. También se puede aplicar un lubricante o recubrimiento de baja fricción a la superficie de la aguja elásticamente curvada (101) y/o dentro del lumen (268) de la funda rígida (220). La aguja elásticamente curvada (101) que porta el conducto (126) es alineada resilientemente dentro de una funda rígida (220), como se muestra en la Figura 42. El ensamble es entonces insertado dentro de un dilatador (230), como se indica en la Figura 43, que lo guiará dentro del disco (100). Al irse desplegando la aguja resilientemente alineada (101) desde la funda (220), la aguja (101) que porta el conducto (126) retoma la configuración curvada y perfora la placa terminal cartilaginosa (105) a través de las capas calcificadas (108), como se muestra en la Figura 44. Posteriormente, la aguja elásticamente curvada (101) es reinsertada en la funda (220) mientras que el émbolo (109) es sostenido de forma estacionaria para desplegar el conducto (126) en la placa terminal calcificada (105), como se muestra en la Figura 45.

La Figura 46 muestra la inserción de la aguja (101), del conducto (126), del émbolo (109), de la funda (220) y del dilatador (230) dentro del disco (100). La aguja resilientemente curvada (101) que porta el conducto (126) se despliega desde la funda (220), retoma la curvatura y perfora a través de la placa terminal (105) y de las capas calcificadas (108), como se muestra en la Figura 47. Mientras que el émbolo (109) que se encuentra detrás del conducto (126) es sostenido de forma estacionaria, la aguja elásticamente curvada (101) es retirada de la placa terminal calcificada (105) y recuperada dentro de la funda (220) para desplegar expeler o desplazar el conducto (126) hacia la placa terminal calcificada (105), como se muestra en la Figura 48. El conducto (126) funge como un canal o pasaje, haciendo un puente entre la médula ósea del cuerpo vertebral (159) y el disco (100) para de este modo restablecer el intercambio de fluido, nutrientes, gases y desechos. La Figura 49 muestra la ubicación general del conducto (126) entre el disco (100) y el cuerpo vertebral a través de la placa terminal calcificada (ninguna de las dos se muestra).

Se pueden cargar series de conductos múltiples (126) dentro de la aguja curvada (101), como se muestra en la Figura 50. Cada uno de los conductos es desplegado (126) de forma consecutiva en la placa terminal calcificada (105) al recuperar la aguja curvada (101) y sostener el émbolo (109) de forma estacionaria. Fundamentalmente, el émbolo (109) se avanza hacia el extremo distal de la aguja (101), una longitud del conducto a la vez. Después de haber desplegado el primer conducto (126) en la placa terminal craneal (105), la funda rígida (220) es girada 180º para desplegar un segundo conducto (126) dentro de la placa terminal caudal (105), como se muestra en la Figura 51. Los conductos múltiples (126) dentro de la aguja elásticamente curvada (101), permiten a los cirujanos implantar conductos múltiples a través de las placas terminales calcificadas (105) sin tener que retirar el ensamble de la aguja (101), recargar más conductos (126) e insertar nuevamente el ensamble dentro del disco (100).

Estando en posición supina, la presión del disco es baja. Durante el sueño, el fluido es atraído por el agua, absorbiendo glucosaminoglucanos hacia el interior del núcleo pulposo (128). Al puentear la placa terminal calcificada (105), los glucosaminoglucanos atraen fluido con sulfatos, oxígeno y otros nutrientes a través de los conductos (126) hacia el interior del núcleo pulposo (128) durante el sueño por medio de (1) acción capilar; y (2) impregnándose atrayendo los glucosaminoglucanos que absorben agua. El flujo de sulfato, oxígeno y nutrientes es canalizado dentro del conducto (126) de forma unidireccional hacia el núcleo pulposo (128), en lugar de realizarse por medio del mecanismo de dispersión en difusión.

Es por lo general aceptado que la degeneración del disco (100) sea relacionada en primer lugar con una deficiencia nutricional y de oxígeno. Al restablecer el intercambio, el aporte renovado y sostenido de sulfato puede aumentar de forma significativa la producción de glucosaminoglucanos sulfatados y restablecer la presión de turgencia. El restable-

cimiento de la presión de turgencia dentro del núcleo pulposo (128) restablece la tensión elástica dentro de las fibras de colágeno del anillo, reduciendo de esta forma el abultamiento interno y las tensiones cizallantes entre la capas del anillo, como se muestra en la Figura 52. De forma similar a una llanta que se ha vuelto a inflar, el abultamiento del disco (100) se reduce y el impacto de los nervios es minimizado. De este modo, la carga en las facetas articulares (129) también se reduce para aliviar el dolor, el segmento motriz es estabilizado y se puede detener el estrechamiento del espacio del disco (100). La progresión de la estenosis es detenida y/o revertida, como se muestra en la Figura 53 para aliviar el dolor.

Durante las actividades diarias, tales como caminar o levantar objetos, la presión dentro del disco (100) se encuentra muy elevada. Después, la dirección del flujo convectivo se revierte dentro del conducto (126), fluyendo desde la presión elevada dentro del disco (100) hacia la presión baja dentro de los cuerpos vertebrales (159). El ácido láctico y el dióxido de carbono disuelto en el fluido dentro del núcleo pulposo (128) son lentamente expulsados a través del conducto (126) hacia los cuerpos vertebrales (159), para pasar posteriormente a la circulación corporal. Como resultado, la concentración de ácido láctico disminuye y el pH dentro del disco (100) se normaliza.

Además y debido a la abundancia de oxígeno en el disco (100) abastecido por el conducto (126), la cantidad de ácido láctico que es normalmente producido bajo condiciones anaerobias puede disminuir drásticamente. Por lo tanto, el dolor ocasionado en los tejidos por la irritación ácida, como en el caso del ligamento longitudinal posterior (195), superior (142) e inferior (143) de los procesos articulares de la faceta articular, mostrada en la Figura 53, se anticipa que se disiparán rápidamente. Pueden ser cargados agentes buffer, tales como bicarbonato, carbonato u otros, o recubiertos sobre los conductos (126) para neutralizar el ácido láctico al contacto y aliviar espontáneamente el dolor.

La elasticidad de las agujas curvadas (101) podrá provocar la torcedura dentro de la funda rígida (220) durante la perforación de la placa terminal (105), como se muestra en la Figura 54. La probabilidad de la torsión aumenta con la longitud de la aguja elástica (101). La torsión se muestra en una vista transversal de la funda (220), aguja (101) y conducto (126) en la Figura 55. La torsión elástica entre los ejes de la aguja (101) y la funda (220) permite la torsión direccional de la punta de la aguja (101) durante el contacto con la placa terminal calcificada (105). Como resultado, podrá fallar la perforación de la placa terminal (105).

Para evitar la torsión, los cortes transversales de la aguja (101) y de la funda (220) pueden ser hechos con una forma no redonda, ya sea la ovalada de la Figura 56 con un corte transverso en la Figura 57. El corte transversal cuadrado se muestra en la Figura 58. El corte transversal rectangular se muestra en la Figura 59. El corte transversal triangular se muestra en la Figura 60.

La propiedad elástica de la aguja curvada (101) puede hacer que ésta se doble y fracase al penetrar a través de la placa terminal calcificada (105), como se muestra en la Figura 61. La dirección del doblado o encorvado se ubica en la parte convexa de la curvatura de la aguja (101). Para minimizar el encorvado, el extremo distal de la funda rígida (220) es cortado de forma angulada, proporcionando una extensión que da soporte a la parte convexa de la aguja curvada (101) durante la perforación de la placa terminal (105), como se muestra en la figura 62. El corte angulado de la funda rígida (220) tiene la función de una aguja rígida (220) con una punta afilada que da apoyo a la parte convexa de la aguja curvada (101), como se muestra en la Figura 62. La estructura de apoyo puede extenderse aún más cortando una indentación cerca del extremo distal de la aguja rígida (220), como se muestra en la Figura 63, para aumentar el soporte de la parte convexa de la aguja curvada (101) durante la perforación de la placa terminal (105).

Para dar más soporte a la aguja elásticamente curvada (101), se puede ubicar una ventana (270) cerca del extremo distal de la funda rígida (220) con un corte transversal oval, como se muestra en la Figura 64. La parte distal de la ventana (270) está abierta con un sesgo hacia un ángulo. El sesgo también puede ser formado con angulaciones múltiples dentro de una bolsa con apariencia semicircular, con el tamaño y configuración adecuados para ajustarse a la parte convexa de la aguja elásticamente curvada (101). La Figura 65 muestra la protrusión de una aguja elásticamente curvada (101) desde la ventana (270) de la funda rígida (220). La punta afilada de la aguja curvada (101) se ubica en la parte cóncava de la curvatura para evitar raspar o enredarse con la porción distal de la ventana (270) durante el despliegue. La Figura 66 muestra el despliegue de la aguja elásticamente curvada (101) desde la ventana (270) de la funda rígida (220). La bolsa semicircular de la ventana distal (270) da soporte y se engloba alrededor de la base de la curvatura convexa para minimizar el doblado, torcido y/o el desvío de la aguja curvada (101) durante la perforación de la placa terminal (105). En resumen, la parte sesgada de la ventana (270), proporciona una bolsa proyectada para dirigir y dar apoyo a la aguja curvada (101). El extremo distal de la funda rígida (220) puede ser afilado para funcionar como aguja rígida (220) con la ventana (270) como se muestra en la Figura 67.

Cuando una cantidad importante de hueso es formado, puede ser difícil la perforación a través de la placa terminal (105) ósea con una aguja pequeña (101). El aumentar el tamaño de la aguja (101) y el crear un agujero grande (224) en la placa terminal (105) puede dar como resultado el derrame del núcleo pulposo (128) hacia los cuerpos vertebrales (159). Para dar soporte a una aguja curvada pequeña (101), se añade una extensión con memoria de la figura (271) teniendo una curvatura similar a la de la aguja curvada (101) para fortalecer y dar apoyo a la aguja elásticamente curvada (101), como se muestra en la Figura 68. La extensión con memoria de la figura (271) puede ser dentada, como se muestra en la Figura 68, o tubular en el extremo distal. La aguja curvada (101) y la extensión con memoria de la figura (271) son capaces de deslizarse independientemente dentro de la funda rígida o aguja (220). La Figura 69 muestra la alineación resiliente tanto de la aguja curvada (101) como de la extensión con memoria de la figura (271) dentro de la funda rígida (220). Tanto la aguja curvada (101) como la extensión con memoria de la figura (271)

aplican tensión sobre la funda rígida (220). Para minimizar el doblado potencial de la funda rígida (220), las tensiones son distribuidas sobre un área mayor al posicionar la punta de la aguja (101) proximal a la curvatura de la extensión con memoria de la figura (271), como se muestra en las Figuras 68 y 69. El esparcimiento de estas tensiones también ayuda a facilitar el despliegue y retiro tanto de la aguja (101) como de la extensión con memoria de la figura (271).

Para el perforado del tejido, la extensión con memoria de la figura (271) se despliega de la funda rígida (220), como se muestra en la Figura 68, seguida de la aguja curvada (101) deslizándose a lo largo de la curvatura de la extensión con memoria de la figura (271) y perforando la placa terminal (105), como se muestra en la Figura 70. La extensión con memoria de la figura (271) proporciona soporte a la aguja (101) para minimizar el doblado y torcido durante la perforación sin aumentar el tamaño de la perforación. La extensión con memoria de la figura (271) también puede ser sin indentaciones y afilada para facilitar el perforado del tejido, como se muestra en la Figura 71. Para desplazar el conducto (126) en la placa terminal (105), el émbolo (109) que se encuentra detrás del conducto (126) es mantenido de forma estacionaria, mientras la aguja curvada (101), es recogida dentro de la extensión con memoria de la figura (271). La extensión con memoria de la figura (271) es posteriormente retirada hacia el interior de la funda rígida (220).

El diámetro externo de la aguja curvada (101) puede ser hecho de forma no uniforme, siendo pequeño en el extremo distal para crear una pequeña abertura, como se muestra en la Figura 72. La parte curvada adyacente de la aguja (101) tiene una pared gruesa y un diámetro exterior más grande para dar soporte y fortalecer los procesos de perforado de la placa terminal (105). La transición entre los diámetros pequeño y grande es gradual, como se muestra en la Figura 72, o escalonado. La aguja curvada (101) con diámetros externos variables puede ser fabricada ya sea desbastada, maquinada o mediante inyección en moldes.

El lumen (268) de la aguja rígida (220) puede tener un chaflán (102) y una rampa por ambos lados (272) como se muestra en la figura 72. El chaflán (102) o afilado del extremo distal del lumen (268) minimiza la fricción contra el lado cóncavo de la aguja curvada (101) durante el despliegue y retiro. La rampa de dos lados (272) se encuentra proyectada en el lado opuesto al chaflán (102) con el lado distal continuando con la punta afilada o extendida de la aguja rígida (101). El lado proximal de la rampa (272) o proyección puede ser moldeada para conformar y dar soporte a la parte convexa de la aguja curvada (101) durante el perforado de la placa terminal (105). La rampa (272) puede ser fabricada con resina epóxica, con soldadura o con otro material endurecido, y posteriormente se le puede dar forma por medio de maquinado. La rampa (272) también puede ser creada durante un proceso de fundido para sellar el lumen (268) en el extremo distal. El extremo sellado es posteriormente cortado, la rampa (272) y bisel (102) afilados y el lumen (268) es abierto nuevamente con el maquinado.

Se realizan segmentaciones al conducto (126) para optimizar el intercambio de nutrientes y desechos. La Figura 73 muestra un conducto (126) con filamentos trenzados (122) conectados a un tubo poroso (125) con un lumen (104). La porción tubular (125) actúa como embudo, recogiendo los nutrientes de los capilares dentro del cuerpo vertebral (159) y lleva estos nutrientes hacia el interior de los filamentos trenzados (122) dentro del núcleo pulposo (128).

Principalmente en la placa terminal (105), la mineralización dentro de los poros o canales del conducto (126) puede ocluir o bloquear el intercambio de nutrientes y desechos entre el cuerpo vertebral (159) y el disco (100). La Figura 74 muestra un tubo (125) cubriendo o envolviendo la sección media del conducto (126) para prevenir la formación de minerales o tejido hacia el interior de los poros o canales. El material para la fabricación del tubo (125) también puede presentar dilatación, expansión o tener propiedades de sellado para cerrar la perforación en la placa terminal (105) y prevenir la formación de nódulos de Schmorl. El material dilatante, expandible o sellante puede ser polietilenglicol, poliuretano, silicón u otros. Una película o recubrimiento anticrecimiento en la sección media del conducto (126) puede desalentar la mineralización u oclusión dentro de los canales o poros para asegurar un intercambio de nutrientes y desechos de larga duración.

Dentro del cuerpo vertebral (159) o en el anillo externo, se puede formar especialmente tejido fibroso sobre el conducto (126), deteniendo el intercambio de nutrientes y desechos. Una parte del conducto (126) puede ser recubierto, injertado, unido covalente o iónicamente con un fármaco para minimizar la formación fibrosa. El fármaco puede ser actinomicina-D, paclitaxel, sirolimús, inhibidores del crecimiento celular o inhibidores del tejido fibroso.

Debido a sus características suaves y flexibles, los conductos (126) hechos con filamentos trenzados (122) son difíciles de desplegar con la aguja recuperadora (101) y con el émbolo estacionario (109). Un conducto (126) hecho con filamentos trenzados puede ser endurecido con agentes hidrosolubles, como almidón, colágeno, hialuronato, condroitina, queratina u otros agentes biocompatibles. Después del despliegue, el agente endurecedor soluble, se disuelve dentro del cuerpo, exponiendo los filamentos para el transporte de nutrientes, oxígeno y desechos. La Figura 75 muestra un monofilamento (110) usado como armazón duro dentro del conducto trenzado (126) para ayudar al despliegue. El monofilamento (110) puede ser hecho con algún material degradable para maximizar el área de transporte después del despliegue del conducto (126). Los tubos degradables (125) indicados en el área sombreada de la Figura 76, también pueden ser usados para envolver y endurecer los filamentos trenzados (122). El tubo degradable (125) o el monofilamento degradable (110) puede estar hecho con poliláctido, poliglicólido, poliláctido-coglicólido u otros.

Debido a que los nutrientes son relativamente abundantes en una periferia de 1 cm. del disco (100), el conducto (126) también puede atraer nutrientes desde el anillo externo por medio de acción capilar hacia adentro del núcleo pulposo (128). Una aguja (101) que contiene el conducto endurecido con almidón (126) (no mostrada) y un émbolo (109), es introducida en un disco (100) con placas terminales calcificadas (105), como se muestra en la Figura 77. La

técnica para dirigir la aguja (101) es similar a aquella usada para la infiltración diagnóstica de tinta radiopaca para la discografía o a la inyección de quimo papaína para la digestión de los núcleos pulposos (128) durante el tratamiento de los discos herniados (100). Con la guía de las vistas anteroposterior y lateral de los fluoroscopios, la aguja (101) entra posterolateralmente, a 45º de la línea media hacia adentro del disco (100). Una vista longitudinal de la aguja (101) que porta el conducto endurecido (126) perfora a través del disco (100) que tiene las placas terminales calcificadas (108) como se muestra en la Figura 78.

Al sostener el émbolo (109) de forma estacionara mientras la aguja (101) es retirada, el conducto (126) se desplaza desde el lumen de la aguja (101) y se despliega a lo ancho del disco (100) como se muestra en las Figuras 79-80. Por lo menos un extremo del conducto (126) es colocado a menos de 1 cm. desde la periferia del disco (100) para obtener nutrientes y drenar el ácido láctico. Para mejorar la imagenología, la parte de la aguja (101) que contiene el conducto (126) puede ser cubierta con un recubrimiento radiopaco, ecogénico o magnético (163), como se muestra en la Figura 81. Se pueden desplegar conductos múltiples (126) de manera precisa y segura dentro de las diferentes áreas del disco en degeneración (100). La Figura 82 muestra dos conductos (126) desplazados a lo largo del disco en degeneración (100), realizando el intercambio de nutrientes y desechos entre el interior y el exterior del disco (100).

En ubicaciones carentes de vasos sanguíneos u órganos mayores, la punta de la aguja (101) puede ser guiada más allá del disco (100), como se muestra en la Figura 83, para extender el conducto 126 más allá del disco 100, como se muestra en la Figura 84. El conducto extendido (126) puede absorber significativamente más nutrientes hacia el interior del disco (100). Además, el conducto extendido (126) puede ser más eficaz para eliminar los desechos generados dentro del disco (100) y acelerar la reparación y/o regeneración del disco (100), como se muestra en la Figura 85.

Los músculos mayores Psoas (193) están ubicados adyacentemente al segmento lumbar de la columna vertebral. La aguja (101) que porta el conducto (126) puede perforar más allá del disco (100) hacia el interior del músculo (193). Como resultado, el conducto (126) puede absorber los nutrientes del músculo (193) hacia el interior del disco (100), como se muestra en la figura 86. Los músculos (193) están bien provistos con nutrientes y oxígeno, y los músculos (193) disipan bien el ácido láctico. Al extenderse dentro de los músculos (193), los conductos (126) pueden absorber cantidades abundantes de nutrientes y depositar de forma segura los desechos del interior del disco (100) para reparar o regenerar el disco en degeneración (100), como se muestra en la Figura 87. Se espera que los conductos flexibles y sin tensión (126) no presenten interferencia con las funciones del disco (100) y de los músculos (193).

Los métodos y dispositivos para el despliegue de los conductos (126) pueden tener diversas combinaciones. Los conductos (126) pueden ser colocados dentro de las placas terminales (105), como se muestra en la Figura 53, y transversales al anillo, como se muestra en las figuras 82 y 87.

Se desarrolló un modelo de degeneración acelerada del disco utilizando colas de rata. Una sección de la cola que tiene tres discos se torció o rotó a 45º y se mantuvo de esta forma durante 2 semanas. La sección fue posteriormente comprimida con espirales de resortes y se sostuvieron de este modo durante un periodo adicional. Todos los discos de la sección se degeneraron. Los discos que recibieron núcleos pulposos adicionales de un disco donador mediante inyección mostraron un retraso en la degeneración. Además, las inserciones de más núcleo pulposo previas a las cargas destructivas proporcionaron un mayor retraso contra la degeneración del disco.

Después de los procedimientos de fusión lumbar, los discos intervertebrales (100) de los segmentos con movimiento libre se degeneraron rápidamente. El proceso degenerativo conlleva a padecer más dolor y posiblemente más cirugías; siguiendo cada fusión, se encuentra un nuevo segmento vulnerable adyacente a la fusión. La degeneración acelerada de los segmentos adyacentes a la fusión lumbar puede ser el resultado de una mayor tensión posterior a la fusión y a la carga. En el modelo de la rata, el volumen añadido dentro del núcleo pulposo tuvo una función protectiva contra la carga destructiva. En conjunción con los procedimientos de fusión vertebral, el implante de conductos (126) dentro de los discos (100) adyacentes al segmento fusionado puede proporcionar una adecuada presión de turgencia contribuyendo a tener un aporte abundante de sulfato y oxígeno para retardar y tener la esperanza de prevenir la degeneración de los discos (100) adyacentes.

La migración de los dispositivos al transcurrir del tiempo es siempre motivo de preocupación. La edad promedio de los pacientes que experimentan una cirugía es de 40 a 45 años. Se espera que el conducto (126) permanezca en su lugar dentro del paciente durante cincuenta años o más. La migración de los conductos sin tensión (126) puede dar como resultado la pérdida de efectividad, pero no es probable que sea perjudicial para los nervios, ligamentos, músculos u órganos. Para minimizar la migración, se pueden atar nudos (161) en el conducto trenzado (126), como se muestra en la Figura 88, para quedar anclado dentro del anillo, placa terminal (105) y/o músculo (193). De forma similar a los nudos (161), pueden ser plegados anillos (162) o componentes protuberantes (162) sobre el conducto (126), como se muestra en la Figura 89. Tanto los nudos (161) como las protrusiones (162) son lo suficientemente pequeñas para caber dentro de la aguja (101). El crecimiento interno de tejido también puede limitar o prevenir la migración del dispositivo. Se pueden crear sobre el conducto (126) indentaciones (160) o agujeros para el crecimiento interno de tejido (160) como se muestra en la Figura 90, para evitar la migración con el tiempo.

El conducto (126) también puede ser usado como vehículo de reparto para la introducción de elementos regeneradores para el mantenimiento o regeneración del disco (100). El conducto (126) puede ser cubierto o se puede ser sembrado con factor de crecimiento, células madre, células donadoras, nutrientes, agentes amortiguadores o minerales.

Las células sensibles a la esterilización pueden ser cargadas asépticamente. La instalación de conductos (126) puede realizarse en el transcurso de diversas etapas, separadas por días, semanas, meses e incluso años. El despliegue inicial de conductos (126) prepara las condiciones biológicas, incluyendo el pH, balance electrolítico y nutrientes, para favorecer la proliferación celular. Los despliegues subsecuentes pueden contener células sembradas dentro del conducto (126).

Debido a que la celularidad en el interior del disco (100) es baja, la migración celular desde el anillo externo o cuerpos vertebrales (159) puede ser de ayuda para la regeneración de los discos (100) degenerados. Las células pueden ser transportadas junto con el fluido convectivo a través del conducto (126) y hacia el núcleo pulposo (128). Los canales o poros dentro del conducto (126) deben ser lo suficientemente grandes, midiendo aproximadamente 50 a 200 micras. Para el intercambio de minerales, nutrientes, ácido láctico y gases, el tamaño de los canales o poros puede ser mucho más pequeño. Por lo tanto, el rango útil de tamaño de los poros o canales del conducto (126) es de aproximadamente 200 micras a 10 nanómetros.

El recubrimiento para el conducto potencialmente útil (126) pudiera ser un antibiótico, un recubrimiento antioclusivo, un lubricante, el factor de crecimiento, nutrientes, sulfatos, minerales, agentes amortiguadores, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, alcalino, colágeno, hidroxiapatita, analgésicos, sellantes, humectantes, hialuronato, proteoglicano, sulfato de condroitina, sulfato de queratina, glucosaminoglucanos, heparina, almidón, agentes endurecedores, recubrimientos radiopacos, recubrimiento ecogénico, células o células madre.

El tubo (125) para la prevención de la oclusión por mineralización o crecimiento interno de tejido, puede ser fabricado con un polímero biocompatible, como politetrafluoroetileno, polipropileno, polietileno, poliamida, poliéster, poliuretano, silicón, polieteretercetona, resina acetal, polisulfona, policarbonato o polietilenglicol. Materiales similares pueden ser utilizados para cubrir o cubrir parcialmente el conducto (126) para prevenir la obstrucción de los nutrientes y el transporte de desechos. El recubrimiento deberá poder resistir la esterilización mediante rayos gama, rayos de electrones, autoclave, ETO, plasma o luz ultravioleta para prevenir cualquier infección.

Particularmente y con fines de investigación, un conducto biodegradable (126) debe proporcionar evidencia después de semanas o meses. Debido a que el conducto (126) se degrada en meses, cualquier imprevisto desfavorable que pudiera resultar deberá ser disipado. Si el conducto (126) degradable para investigación es prometedor, puede ser instalado un conducto permanente (126) para proporcionar beneficios de forma continua. El conducto biodegradable (126) puede ser fabricado con polilactato, poliglicólico, poliláctido-coglicólido, policaprolactona, carbonato de trimetileno, seda, catgut, colágeno, poli-p-dioxanona o combinaciones de estos materiales. También pueden ser usados otros polímeros degradables, como la polidioxanona, polianhídrido, carbonato de trimetileno, polibetahidroxibutirato, polihidroxivalerato, poligama-etilglutamato, poli-DTH-iminocarbonato, poli-bisfenol-A-iminocarbonato, poliortoéster, policianoacrilato o polifosfaceno. Materiales similares biodegradables pueden ser usados para la fabricación del monofilamento biodegradable (110) de la Figura 75.

Una amplia gama de materiales no degradables puede ser usada para la fabricación de los conductos (126), Los polímeros biocompatibles como el politetrafluoroetileno, polipropileno, polietileno, poliamida, poliéster, poliuretano, silicón, polieteretercetona, resina acetal, polisulfona, policarbonato, seda, algodón o lino, son candidatos probables. La fibra de vidrio también puede formar parte del conducto (126) para proporcionar capilaridad para el transporte de nutrientes y desechos. Los conductos (126) también pueden ser fabricados con metal como pudiera ser una aleación de níquel-titanio o acero inoxidable. Los conductos ya sean degradables o no degradables (126) pueden ser fabricados por moldeo, extrusión, trenzado, tejido, embobinado, curvado en espiral o maquinado. Los conductos (126) pueden tener un lumen longitudinal (104), poros y/o canales para el intercambio de fluido. El conducto (126) puede ser una sutura con un registro de seguridad probado. El conducto (126) también puede ser denominado o clasificado como derivador, pabilo, tubo, sutura trenzada, filamento trenzado, hilo o esponja. El disco (100) con los conductos (126) instalados puede ser denominado disco derivado (100).

La aguja rígida (101), trocar (103), dilatador (230) y émbolo (109) pueden ser fabricados con acero inoxidable u otro metal o aleación. La aguja elásticamente curvada (101), la extensión con memoria de la figura (271), y el émbolo (109) pueden ser fabricados con una aleación de níquel-titanio. La aguja (101), aguja rígida (220), dilatador (230), extensión con memoria de la figura (271) y émbolo (109) pueden ser cubiertos con lubricantes, selladores de tejido, analgésicos, antibióticos, agentes radiopacos, magnéticos y/o ecogénicos.

Debido a que los nutrientes y el oxígeno son extremadamente escasos, particularmente en los discos en degeneración (100), es común la muerte celular y las células sanas capaces de producir glucosaminoglucanos son muy pocas. Las células sanas (277) pueden ser absorbidas desde otro disco (100) dentro del mismo paciente o pueden ser inyectadas con una jeringa (276) dentro del disco degenerado (100), como se muestra en la Figura 91. El intercambio de nutrientes y desechos es restablecido a través de los conductos recientemente instalados (126) a través de las placas terminales craneal y caudal (105) para nutrir las células donadoras (277) y las células remanentes dentro del disco en degeneración (100). De forma similar, también las células donadoras (277) pueden ser inyectadas dentro del disco (100) con conductos transversos (126) para revitalizar el disco (100), como se muestra en la Figura 92. Debido a que la celularidad dentro del disco en degeneración (100) es baja, la introducción de células donadoras (277) puede agilizar el proceso de detención o reversión de la degeneración del disco.

El disco avascular (100) se sella muy bien. Incluso la difusión de iones pequeños como el sulfato y las moléculas pequeñas, tales como la prolina, se ve muy limitada hacia el interior del núcleo pulposo (128). El disco bien sellado (100) puede ser capaz de encapsular las células donadoras (277) de un disco (100) de otra persona, cadáver o animal, sin disparar una respuesta inmunológica. Para la regeneración del disco (100), las células donadoras (277) también pueden ser células madre (277), notocordio (277) o condorcitos (277). Los conductos semipermeables (126) son permeables a los nutrientes y desechos, pero impermeables a las células, proteínas, glicoproteínas y/o citocinas responsables de dar inicio a una respuesta inmunológica. Las células del sistema inmunológico incluyen células gigantes, macrófagos, fagocitos mononucleares, células T, células B, linfocitos, células nulas, células K, células NK y/o células ocultas. Las proteínas y glicoproteínas del sistema inmunológico incluyen: inmunoglobulinas, IgM, IgD, IgG, IgE, otros anticuerpos, interleucinas, linfocinas, monoquinas y/o interferones.

Los pesos moleculares de los nutrientes y desechos generalmente son más pequeños que las células inmunorreceptivas, proteínas y glicoproteínas. La selectividad del transporte puede ser regulada o limitada por el tamaño de los poros o canales dentro del conducto semipermeable (126). El peso molecular superior del conducto (126) puede ser de 3000 o menor para permitir el paso de los nutrientes y desechos pero se evitan las células inmunorreceptivas, las proteínas, las inmungobulinas y las glicoproteínas. El conducto semipermeable (126) también puede contener superficies iónicas o afines para atraer los nutrientes y desechos. Las superficies del conducto semipermeable (126) pueden ser seleccionadas o modificadas para repeler, excluir o rechazar los componentes inmunorreceptores.

En años recientes, los transplantes de células de cadáveres o donadores vivos han tenido éxito para proporcionar beneficios terapéuticos. Por ejemplo, los islotes celulares de un páncreas donado se inyectan en la vena porta de un paciente diabético, llegando hasta el hígado. Los islotes comienzan a funcionar como normalmente lo hacen en el páncreas, produciendo insulina para regular los niveles de azúcar. Sin embargo, para mantener activas las células donadoras, el paciente diabético requiere de un aporte vitalicio de medicamentos antirrechazo, tal como la ciclosporina A. Además del costo del medicamento antirrechazo, los efectos colaterales a largo plazo de este fármaco inmunosupresor son inciertos. El beneficio del transplante celular puede no valer los potenciales efectos secundarios.

El disco intervertebral (100) con conductos semipermeables (126) puede ser usado como cápsula semipermeable para encapsular células donadoras terapéuticas (277) o agentes, como se muestra en las Figuras 91 y 92, y evitar la respuesta inmunológica; por lo tanto no será necesario tomar fármacos inmunosupresores de por vida. Diversas células donadoras (277) o agentes pueden ser cosechados o cultivados en la glándula pituitaria (lóbulo anterior, intermedio o posterior), hipotálamo, glándula adrenal, médula adrenal, células grasas, tiroides, paratiroides, páncreas, testículos, ovarios, glándula pineal, corteza adrenal, hígado, corteza renal, riñón, tálamo, glándula paratiroidea, ovario, cuerpo lúteo, placenta, intestino delgado, células de la piel, células madre, terapia genética, ingeniería de tejidos, cultivo celular, otras glándulas o tejidos. Las células donadoras (277) son inmunoaisladas dentro de los discos (100), los órganos avasculares más grandes del cuerpo, que son mantenidos por el transporte de nutrientes y desechos a través de los conductos semipermeables (126). Las células donadas (277) pueden provenir de humanos, animales o de células cultivadas. Durante la posición supina al dormir, los nutrientes y oxígeno son abastecidos a través de los conductos (126) a las células donadoras (277). Durante las horas de caminar, mientras la presión dentro del disco (100) es alta, los productos biosintetizados por estas células (277) son expulsados por el conducto (126) a los cuerpos vertebrales (159), el anillo externo o músculo (193) y posteriormente hacia las venas, circulación corporal y lugares objetivo.

El producto biosintetizado por las células (277) dentro del disco derivado (100) puede ser la adrenalina, hormona adrenocorticotrópica, aldosterona, andrógenos, angiotensinógenos, (angiotensina I y II), hormona antidiurética, péptido atrial natriurético, calcitonina, calciferol, colecalciferol, calcitriol, colecistoquinina, hormona liberadora de corticotropina, cortisol, dehidroepiandrosterona, dopamina, endorfina, encefalina, ergocalciferol, eritropoyetina, hormona estimulante folicular, $\gamma$-aminobutirato, gastrina, grelina, glucagon, glococorticoides, hormona liberadora de gonadotropina, hormona liberadora de hormona del crecimiento, gonadotropina humana coriónica, hormona de crecimiento humana, insulina, factor de crecimiento similar a la insulina, leptina, lipotropina, hormona luteinizante, hormona estimulante de los melanocitos, melatonina, mineralocorticoides, neuropéptido Y, neurotransmisores, noradrenalina, oestrógenos, oxitocina, hormona paratiroidea, péptidos, pregnenolona, progesterona, prolactina, proopiomelanocortina, PYY-336, renina, secretina, somatostatina, testosterona, trombopoyetina, hormona estimulante tiroidea, hormona liberadora de la tirotropina, tiroxina, triyodotironina, hormona trófica, serotonina, vasopresina, u otros productos terapéuticos.

Los productos (hormonas, péptidos, neurotransmisores, enzimas, catalizadores o sustratos) generados dentro del disco derivado (100) pueden ser capaces de regular las funciones corporales incluyendo la presión sanguínea, la energía, la actividad neuronal, el metabolismo, y la activación y supresión de la actividad glandular. Algunas hormonas y enzimas gobiernan, influencian o controlan los hábitos alimenticios y la utilización de grasas o carbohidratos. Estas hormonas o enzimas pueden proporcionar beneficios de pérdida o aumento de peso. Los neurotransmisores productores, tales como la dopamina, adrenalina, noradrenalina, serotonina o $\gamma$-aminobutirato, de las células donadoras (277) dentro del disco derivado (100), pueden tratar la depresión, la enfermedad de Parkinson, los trastornos de aprendizaje, la pérdida de memoria, el déficit de atención, los problemas conductuales, y las enfermedades mentales o relacionadas con el sistema nervioso.

La liberación de productos biosintetizados por las células donadoras (277) dentro del disco derivado (100) está sincronizada con la actividad corporal. Durante las actividades de la vida diaria, la presión dentro del disco derivado (100) en su mayor parte expulsa los productos biosintetizados por las células donadoras (277) a la circulación para

cubrir las demandas del cuerpo. En posición supina, el flujo dentro de las derivaciones (126) es revertido, trayendo nutrientes y oxígeno hacia el interior del disco (100) para nutrir a las células (277). Por ejemplo, usando los islotes de Langerhans del páncreas del donante, la producción de insulina se induce en el disco derivado (100) durante las horas de sueño, cuando la glucosa entra al disco (100). Durante las horas de caminar, cuando la presión del disco es alta, la insulina es expulsada a través de los conductos (126) a la circulación para atraer los azúcares hacia el interior de las membranas celulares para la producción de energía. Durante la noche, la insulina liberada del disco derivado (100) es mínima para prevenir la hipoglucemia. En resumen, los productos biosintetizados por las células donadoras (277) son liberados concomitantemente con la actividad física para cubrir las demandas del cuerpo.

Algunos productos biosintetizados en las células donadoras (277) son depositados de forma adecuada a través del cuerpo vertebral (159), como se muestra en la Figura 91, y posteriormente hacia la circulación corporal. Otros productos pueden ser transportados con mayor eficacia a través del anillo externo, como se muestra en la Figura 82, y difundidos por medio del abdomen hacia la circulación corporal. Algunos otros productos pueden ser transportados aún mejor al entrar en los músculos (193), como se muestra en la Figura 92.

Los factores de crecimiento, agentes amortiguadores, hormonas, agentes genéticos terapéuticos, nutrientes, minerales, analgésicos, antibióticos u otros agentes terapéuticos también pueden ser inyectados en el disco derivado (100) de forma similar a las Figuras 91 y 92.

Se da por entendido que la presente invención por ningún motivo se encuentra limitada a las estructuras particulares descritas en el presente documento y/o mostradas en los dibujos, sino que también incluyen cualquier otra modificación, cambio o equivalencia dentro del campo de las reivindicaciones. Se han enlistado diversas características con configuraciones particulares, curvaturas, opciones y modalidades. Cualquier característica o características descritas pueden ser añadidas o combinadas con cualquier otra de las modalidades u otros dispositivos convencionales para crear combinaciones o modalidades alternas. El conducto (126) también puede tener una compuerta de acceso para regular la taza y/o la dirección de flujo de los nutrientes, gases e intercambio de desechos. También es posible conectar una bomba al conducto (126) para ayudar al intercambio entre el disco (100) y el fluido corporal. Un electrodo de pH puede estar expuesto cerca de la punta de la aguja rígida (220) para detectar la acidez dentro del disco (100).

Debe quedar claro para un experto en la técnica, que las modalidades, los materiales, estructuras, métodos, tejidos o sitios de incisión no presentes, no son los únicos usos para los que la invención puede ser usada. Materiales diferentes, estructuras, métodos o diseños del conducto (126) pueden ser sustituidos y usados. Ninguna cosa que aparezca en la descripción precedente deberá ser tomada como limitante del campo de acción de la presente invención. El campo completo de acción de la invención será determinado por las reivindicaciones anexas. Para el esclarecimiento en las reivindicaciones, la funda es un miembro tubular rígido. La aguja elásticamente curvada (101) puede ser denominada la aguja elástica.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de despliegue para desplegar un conducto en un disco intervertebral, comprendiendo el dispositivo de despliegue:

una vaina tubular,

un conducto dimensionado y configurado para ajustarse al menos parcialmente dentro de dicha vaina tubular, y

un émbolo para desplegar dicho conducto.

2. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1, en el que dicha vaina tubular tiene una punta biselada.

3. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una aguja ubicada al menos parcialmente dentro de dicha vaina tubular, preferiblemente en el que dicho conducto está ubicado al menos parcialmente dentro o alrededor de dicha aguja.

4. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1, en el que dicho conducto está formado por un material biodegradable, elegido preferiblemente del grupo de materiales constituido por polilactato, poliglicólico, polilactida coglicólido, policaprolactona, carbonato de trimetileno, seda, catgut, colágeno, poli-p-dioxanona, polidioxanona, polianhídrido, carbonato de trimetileno, poli-$\beta$-hidroxibutirato, polihidroxivalerato, poli-$\gamma$-etilglutamato, carbonato de poli-DTH-imino, carbonato de polibisfenol-A-imino, poli-orto-éster, policianoacrilato y polifosfaceno.

5. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1, en el que dicho conducto está formado por un material no degradable, elegido preferiblemente del grupo de materiales constituido por politetrafluoroetileno, polipropileno, polietileno, poliamida, poliéster, poliuretano, silicio, poli-éter-éter-cetona, resina acetálica, polisulfona, policarbonato, seda, algodón, lino, fibra de vidrio, aleación de níquel-titanio y acero inoxidable.

6. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1, en el que al menos una porción de dicho conducto esta recubierta con un inhibidor del tejido fibroso.

7. Un dispositivo de despliegue para desplegar un conducto en un disco intervertebral, comprendiendo el dispositivo de despliegue:

una vaina tubular,

una primera aguja elástica con una posición enderezada y una posición curvada, estando dicha posición enderezada, enderezada elásticamente dentro de dicha vaina tubular, y estando dicha posición curvada, curvada elásticamente y ubicada al menos parcialmente fuera de dicha vaina tubular,

un activador para mover dicha primera aguja elástica entre dicha posición enderezada y dicha posición curvada, y

un conducto dimensionado y configurado para ajustarse al menos parcialmente dentro de dicha vaina tubular.

8. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha primera aguja elástica tiene una punta biselada y, preferiblemente, en el que un punto de dicha punta biselada está ubicado en un lado cóncavo de dicha primera aguja elástica, cuando dicha primera aguja elástica está en dicha posición curvada.

9. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha vaina tubular tiene una punta aguda y preferiblemente en el que dicha punta aguda está orientada en un lado convexo de dicha primera aguja elástica, cuando dicha primera aguja elástica está en dicha posición curvada.

10. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha vaina tubular y dicha primera aguja elástica tienen una sección transversal no redonda, preferiblemente con formas similares de las secciones transversales.

11. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha vaina tubular y dicha primera aguja elástica tienen una sección transversal ovalada.

12. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente una segunda aguja elástica, estando dicha segunda aguja elástica ubicada al menos parcialmente alrededor de dicha primera aguja elástica, y preferiblemente, en la que dichas primera y segunda agujas elásticas tienen curvaturas similares, y dichas curvaturas están orientadas en direcciones similares.

13. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente una abertura que se extiende a través de una pared de dicha vaina tubular próxima a un extremo distal de la misma.

14. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha vaina tubular tiene un declive ubicado en la misma, estando ubicado preferiblemente dicho declive próximo a un extremo distal de dicha vaina tubular y ubicado próximo a un lado convexo de dicha primera aguja elástica.

15. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha primera aguja elástica está formada por una aleación de níquel-titanio.

16. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicha primera aguja elástica tiene una sección transversal no uniforme, preferiblemente en el que dicha primera aguja elástica tiene un extremo distal y un extremo proximal, siendo dicho extremo distal menor que dicho extremo proximal.

17. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un émbolo para desplegar dicho conducto.

18. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente una cubierta sobre dicha vaina tubular.

19. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 que comprende adicionalmente una cubierta sobre dicha vaina tubular, o de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente una cubierta sobre dicha primera aguja elástica.

20. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 19, en el que la cubierta se elige del grupo de cubiertas constituido por agentes lubricantes, impermeabilizantes tisulares, analgésicos, antibióticos, radiopacos, magnéticos y ecogénicos.

21. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, en el que dicho conducto es un tubo, un multifilamento o una esponja formada por un material biocompatible.

22. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, en el que dicho conducto tiene una pluralidad de protrusiones que se extienden desde el mismo.

23. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, en el que dicho conducto está formado por una porción multifilamentosa y una porción monofilamentosa.

24. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 7, en el que dicho conducto está ubicado dentro o al menos parcialmente alrededor de dicha primera aguja elástica.

25. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, en el que dicho conducto tiene una cubierta elegida del grupo de cubiertas constituido por antibiótico, cubierta antioclusiva, lubricante, factor de crecimiento, nutriente, sulfato, mineral, agente tamponante, carbonato sódico, bicarbonato sódico, alcalino, colágeno, hidroxiapatito, analgésico, impermeabilizante, humectante, hialuronato, proteoglucanos, sulfato de condroitina, sulfato de queratán, glucosaminoglucanos, heparina, almidón, agente endurecedor, cubierta radiopaca, cubierta ecogénica, genes, células y células madre.

26. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, en el que dicho conducto tiene un tamaño de poro de 200 micrómetros a 10 nanómetros.

27. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, en el que dicho conducto tiene canales a su través, teniendo dichos canales un diámetro de 200 micrómetros a 10 nanómetros.

28. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 1 o de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un tubo ubicado alrededor de una porción central de dicho conducto.

29. El dispositivo de despliegue de la reivindicación 28, en el que dicho tubo está formado por un material elegido del grupo de materiales constituido por politetrafluoroetileno, polipropileno, polietileno, poliamida, poliéster, poliuretano, silicio, poli-éter-éter-cetona, resina acetálica, polisulfona, policarbonato y polietilenglicol.

30. Un conducto para restablecer el intercambio de nutrientes y desechos entre un disco intervertebral y la circulación corporal, comprendiendo el conducto:

> un miembro alargado formado por un material biocompatible, pudiendo ubicarse dicho miembro alargado de forma que una primera porción de dicho miembro alargado esté dentro de un núcleo pulposo del disco intervertebral de un paciente.

31. El conducto de la reivindicación 30, en el que una segunda porción de dicho miembro alargado puede ubicarse de forma que dicha segunda porción se extienda a través de un platillo vertebral y hacia dentro de una vértebra.

32. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho miembro alargado tiene una segunda porción y una porción central, en el que dicho miembro alargado puede ubicarse de forma que dicha porción central se extienda a través de una periferia del disco intervertebral y dicha segunda porción se extienda hacia fuera del disco intervertebral.

33. El conducto de la reivindicación 30, en el que una segunda porción de dicho miembro alargado es ubicable de forma que dicha segunda porción se extienda hacia un anillo exterior del disco intervertebral.

34. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto es un tubo, un multifilamento (preferiblemente entrelazado) o una esponja formada por un material biocompatible.

35. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto tiene una pluralidad de protrusiones que se extienden desde el mismo.

36. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto está formado por una porción multifilamentosa y una porción monofilamentosa.

37. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto está formado por un material biodegradable.

38. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto está formado por un material no degradable.

39. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto es poroso y tiene un tamaño de poro de 200 micrómetros a 10 nanómetros.

40. El conducto de la reivindicación 30, en el que dicho conducto tiene canales a su través, teniendo cada uno de dichos canales un diámetro de 200 micrómetros a 10 nanómetros.

41. El conducto de la reivindicación 30, que comprende adicionalmente un tubo ubicado alrededor de una porción central de dicho conducto, estando formado el tubo preferiblemente por un material elegido del grupo de materiales constituido por politetrafluoroetileno, polipropileno, polietileno, poliamida, poliéster, poliuretano, silicio, poli-éter-éter-cetona, resina acetálica, polisulfona, policarbonato y polietilenglicol.

42. El conducto de la reivindicación 30, en el que al menos una porción de dicho conducto está recubierta con un inhibidor del tejido fibroso.

43. Un kit para inyectar células de donante en un disco intervertebral de un paciente que comprende:

el conducto de cualquiera de las reivindicaciones 30-42,

y células de donante inyectables en el disco intervertebral.

44. El kit de la reivindicación 43, en el que las células de donante son de una glándula, de un tejido o tienen un origen elegido del grupo de orígenes constituido por la glándula pituitaria, el hipotálamo, las glándulas adrenales, la médula adrenal, adipocitos, el tiroides, el paratiroides, el páncreas, los testículos, los ovarios, la glándula pineal, la corteza adrenal, el hígado, la corteza renal, los riñones, el tálamo, las glándulas paratiroideas, los ovarios, el cuerpo lúteo, la placenta, el intestino delgado, células cutáneas, células madre, terapia génica, ingeniería de tejidos y cultivos celulares.

45. El kit de la reivindicación 43, que comprende adicionalmente factor de crecimiento inyectable en el disco intervertebral.

46. El kit de la reivindicación 43, en el que las células de donante son capaces de crear un producto terapéutico o un producto elegido del grupo de productos biosintetizados constituido por adrenalina, corticotropina, aldosterona, andrógenos, angiotensinógeno (angiotensina I y II), vasopresina, péptido natriurético auricular, calcitonina, calciferol, colecalciferol, calcitriol, colecistocinina, corticoliberina, cortisol, deshidroepiandrosterona, dopamina, endorfina, encefalina, ergocalciferol, eritropoyetina, folitropina, $\gamma$-aminobutirato, gastrina, somatorrelina, glucagón, glucocorticoides, gonadoliberina, somatoliberina, gonadotrofina coriónica humana, somatotropina, insulina, factor de crecimiento insulinoide, leptina, lipotropina, lutropina, melanotropina, melatonina, mineralocorticoides, neuropéptido Y, neurotransmisor, noradrenalina, estrógenos, oxitocina, paratirina, péptido, pregnenolona, progesterona, prolactina, proopiomelanocortina, PYY-336, renina, secretina, somatostatina, testosterona, trombopoyetina, tirotropina, tiroliberina, tiroxina, triyodotironina, hormona trófica, serotonina y vasopresina.

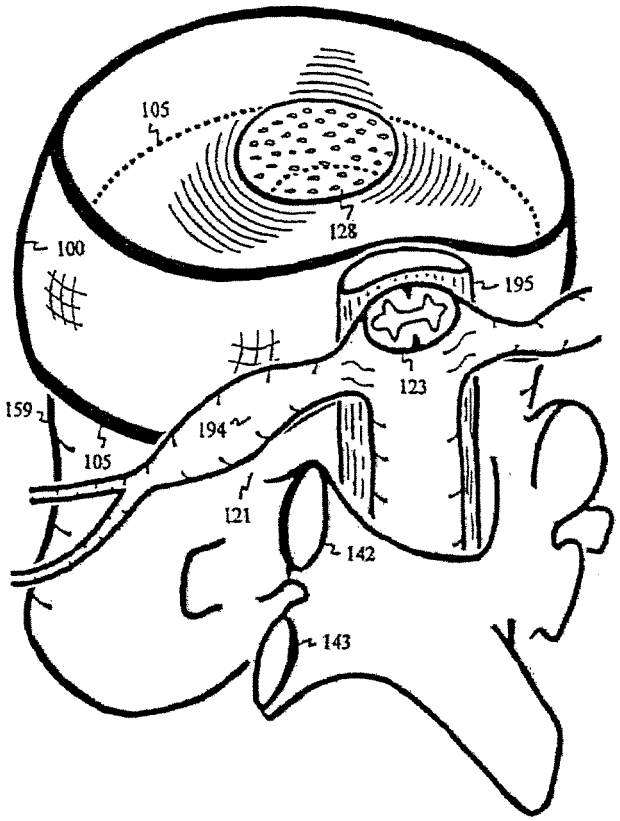



FIGURA 1

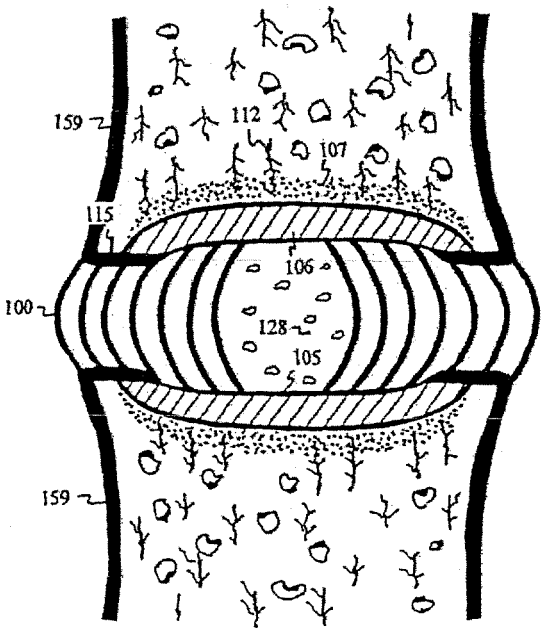



FIGURA 2

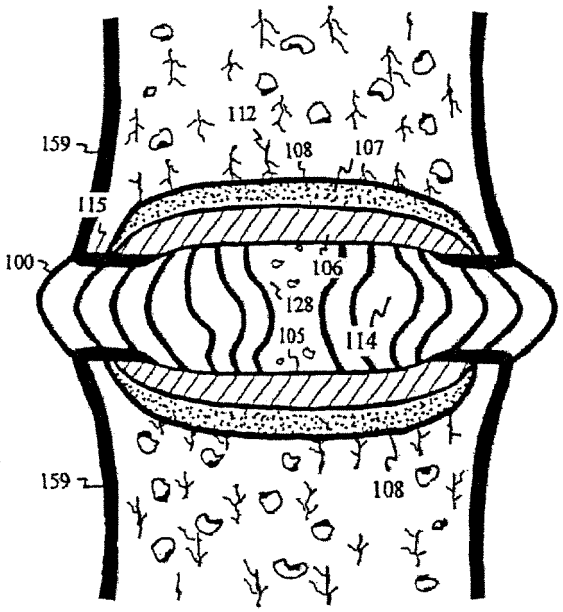



FIGURA 3

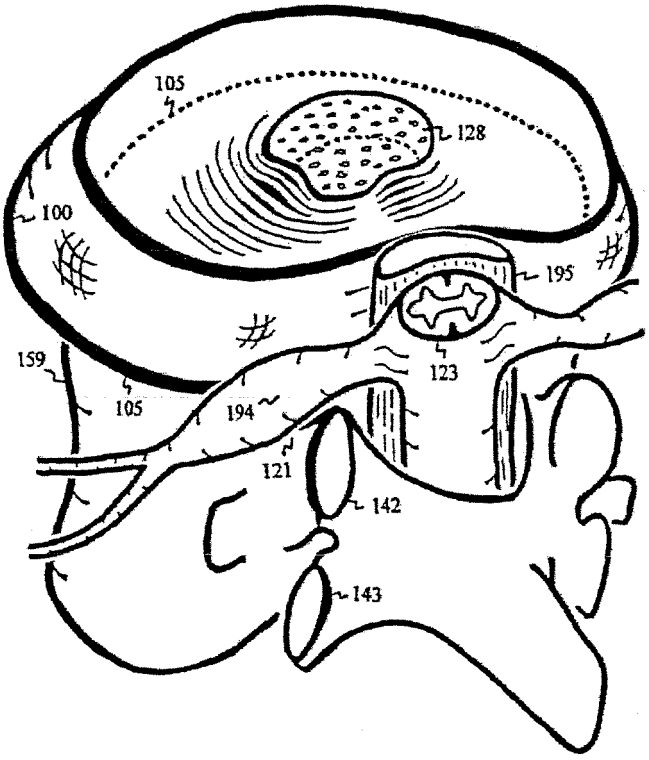



FIGURA 4

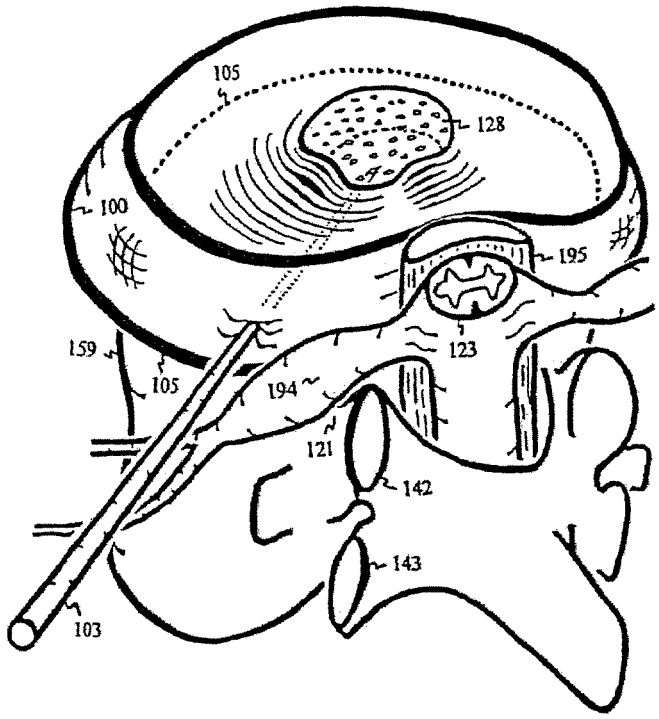



FIGURA 5

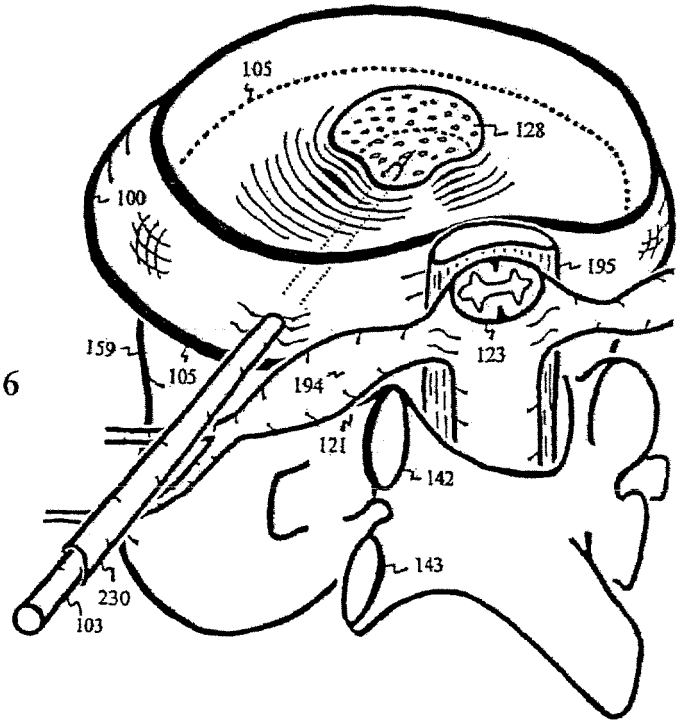



FIGURA 6

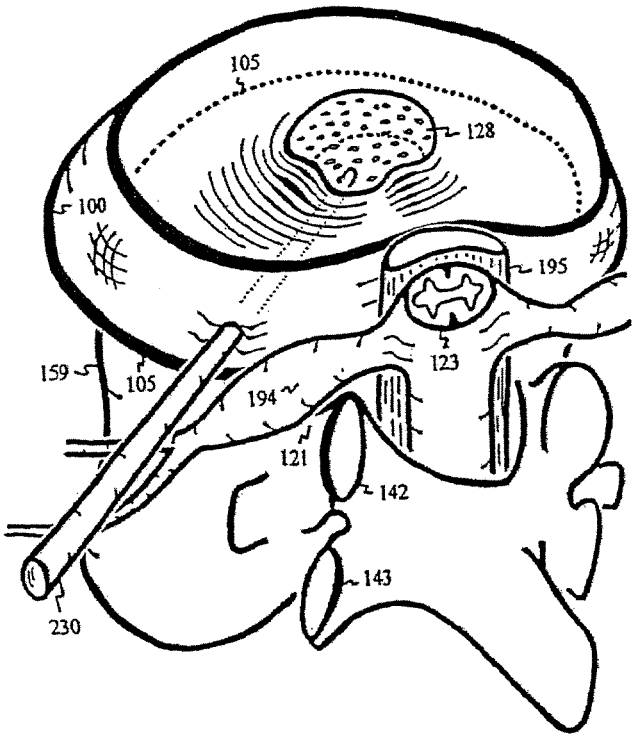
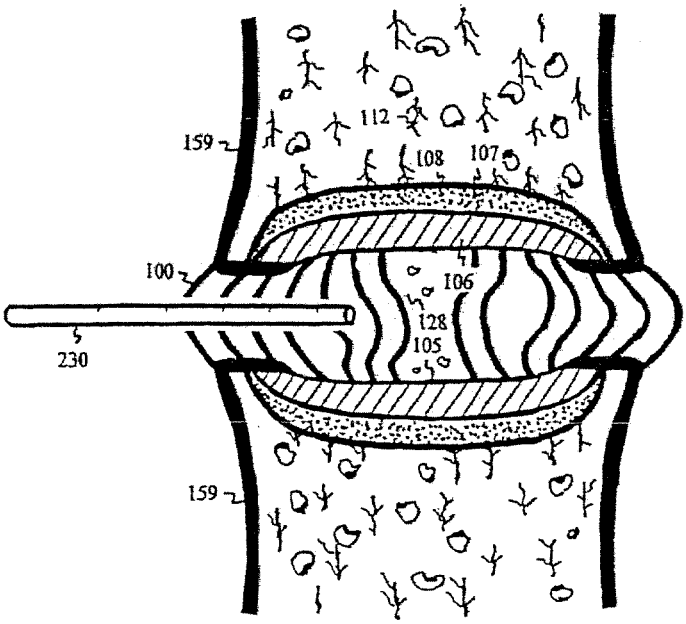



FIGURA 7

FIGURA 8



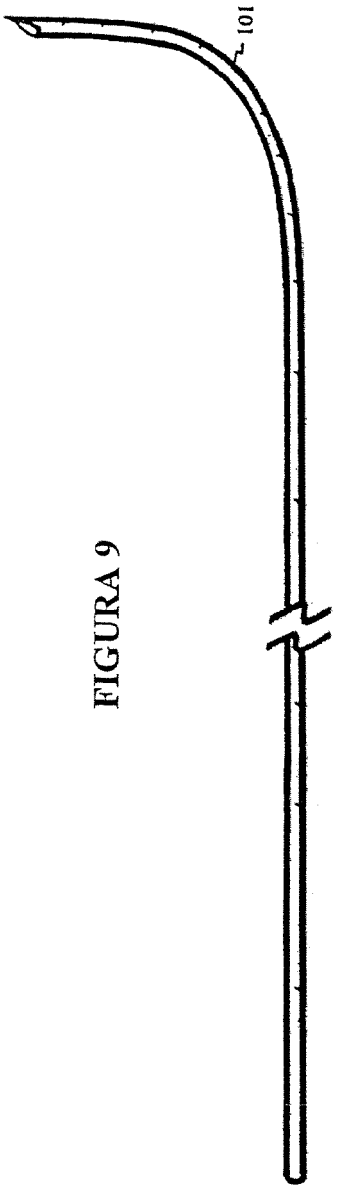



FIGURA 9

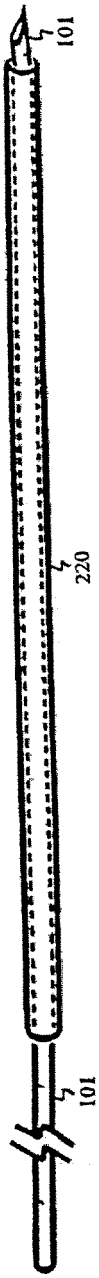



FIGURA 10

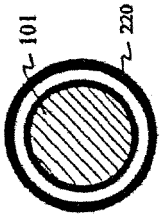



FIGURA 11

FIGURA 12

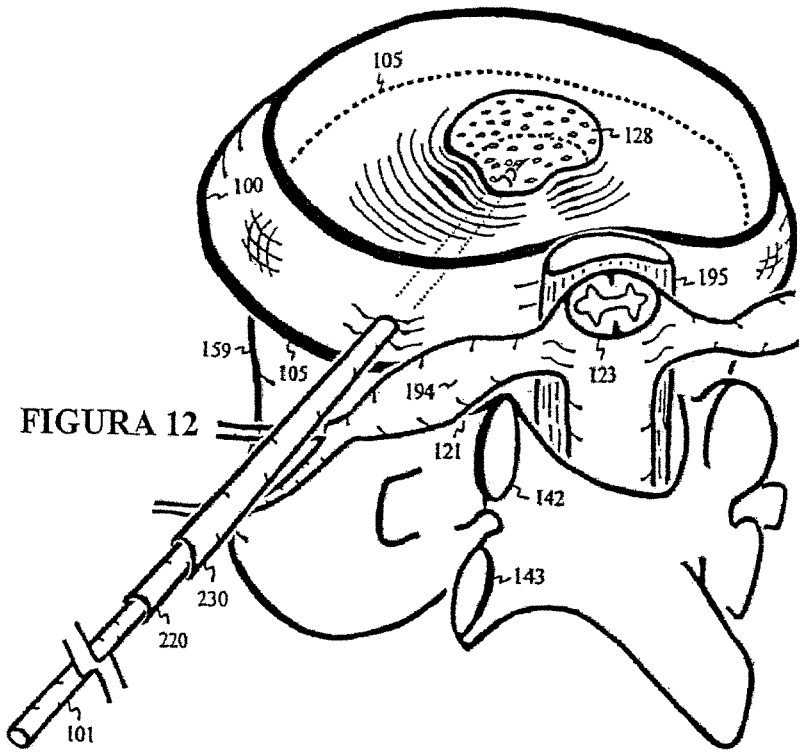
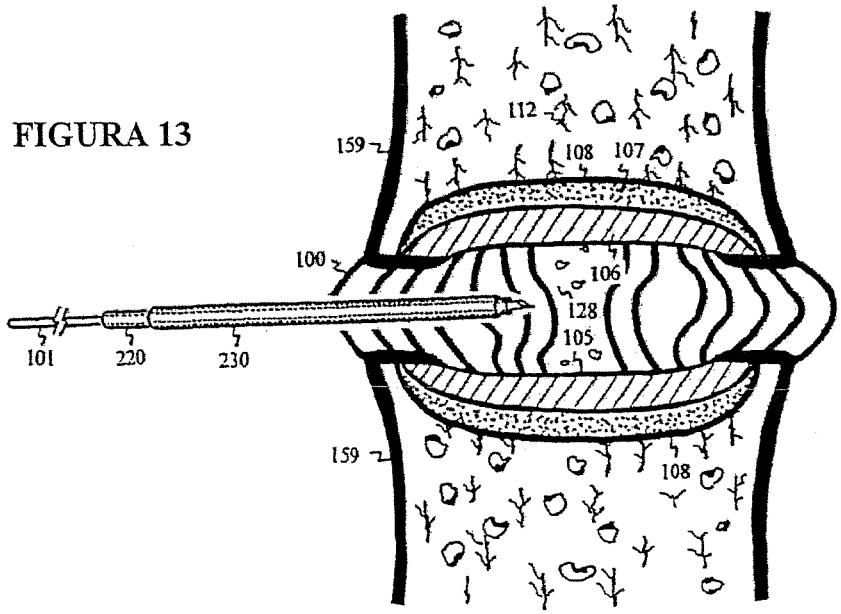



FIGURA 13



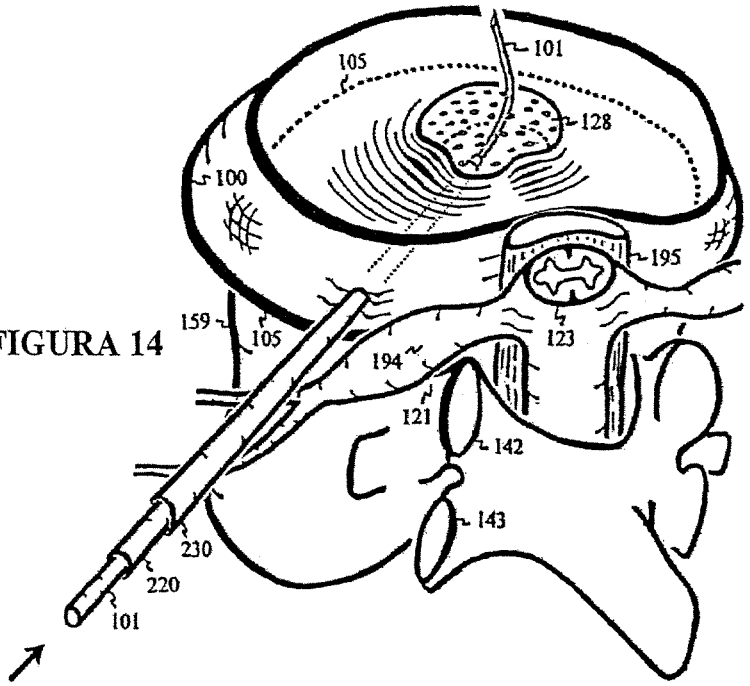



FIGURA 14

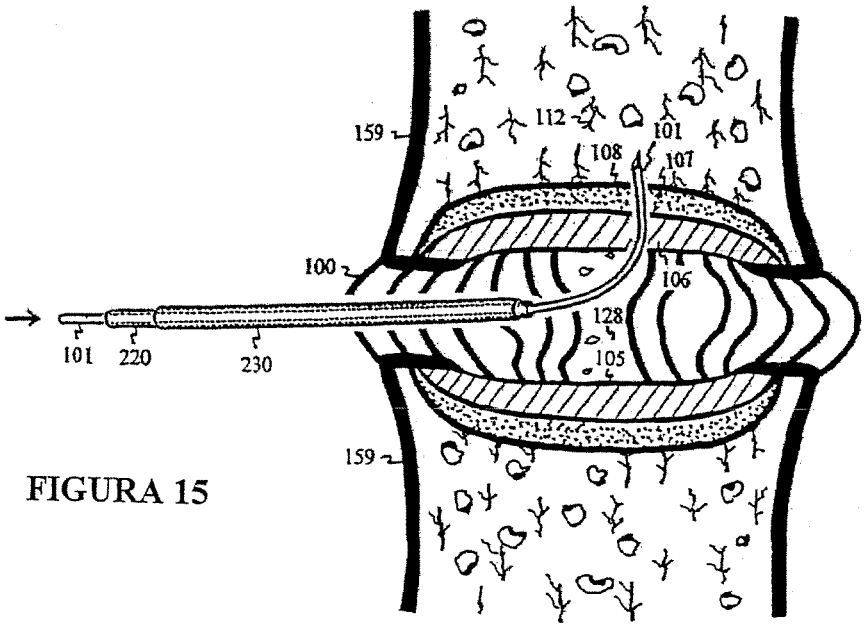



FIGURA 15

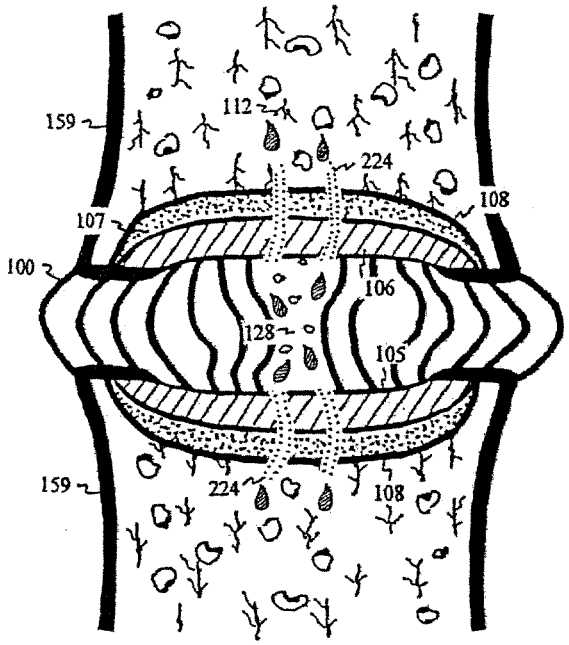
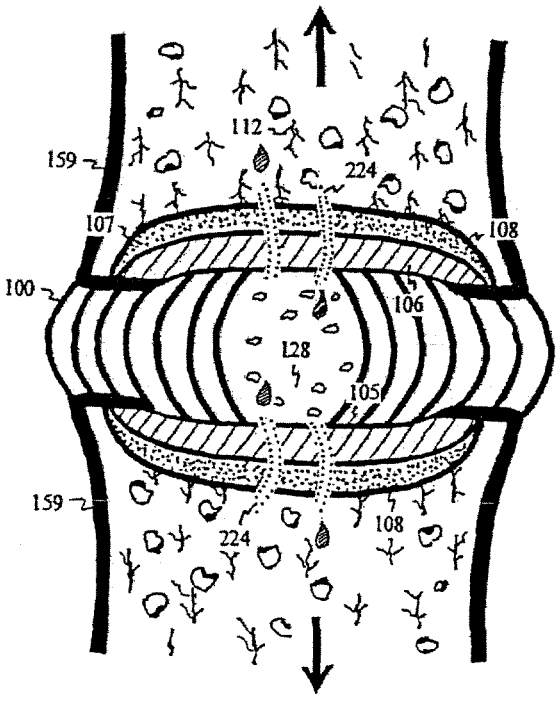



FIGURA 16

FIGURA 17



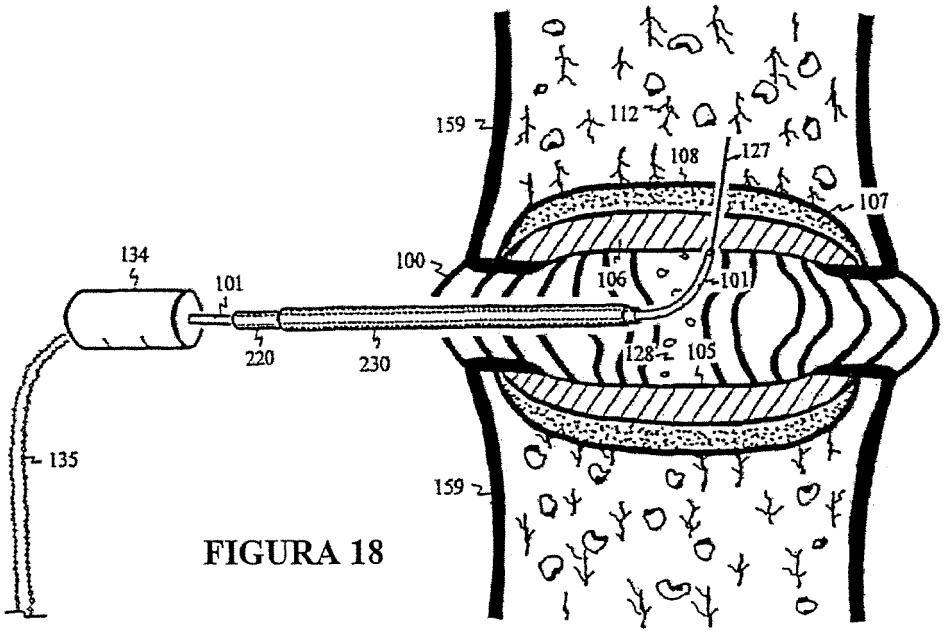



FIGURA 18

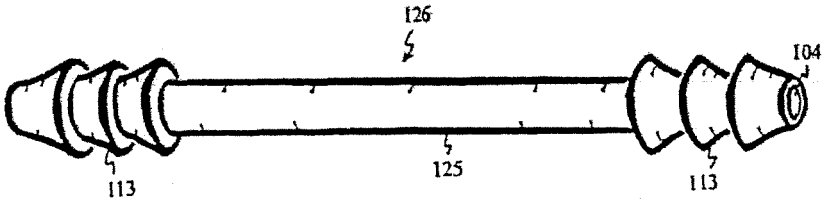
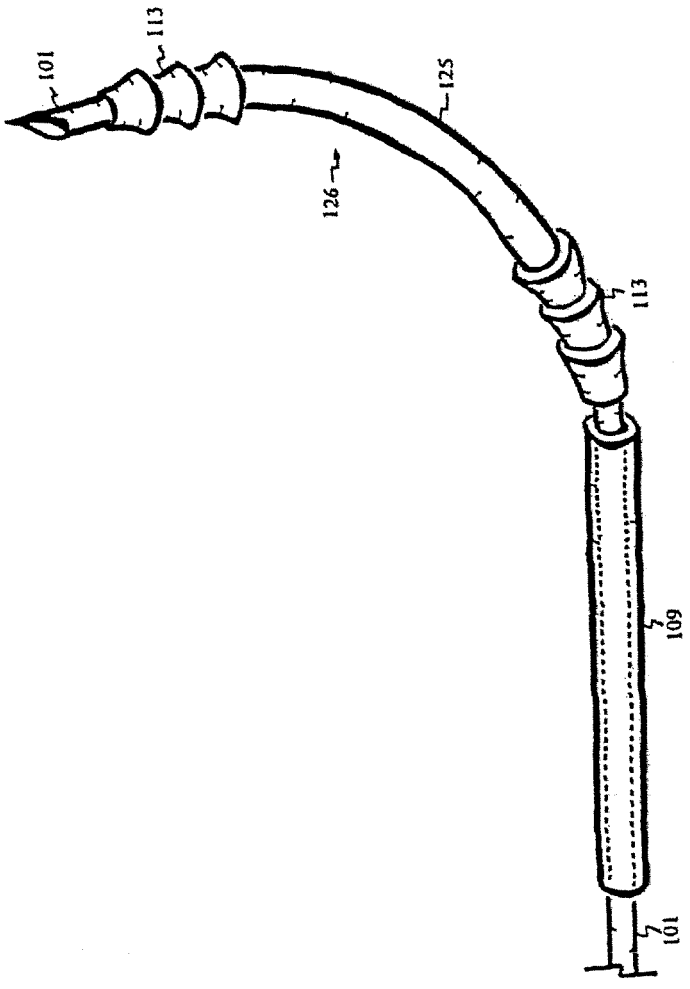



FIGURA 19

FIGURA 20



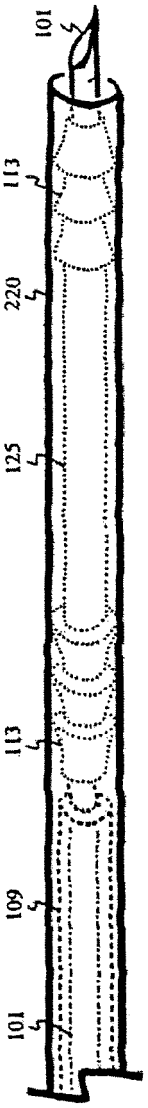




FIGURA 21

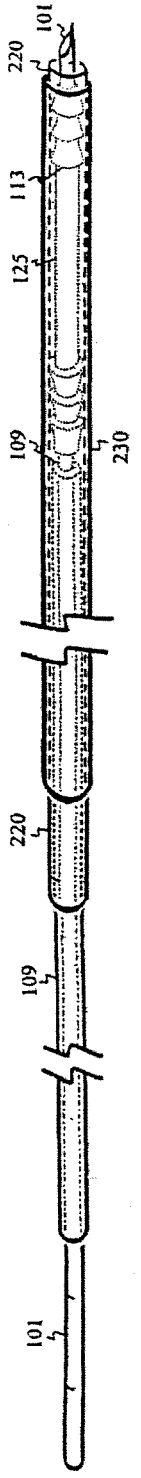



FIGURA 22

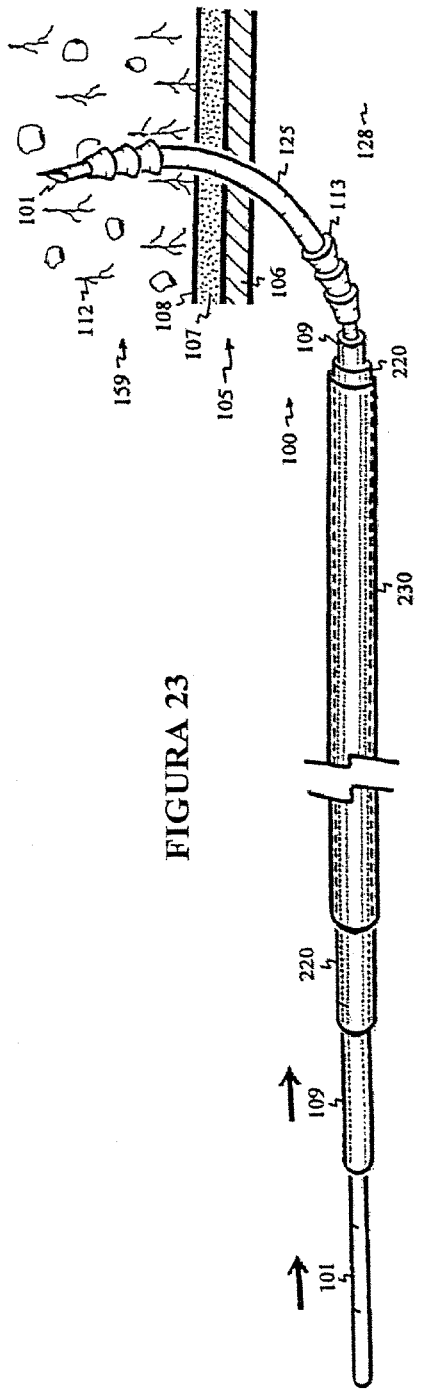



FIGURA 23

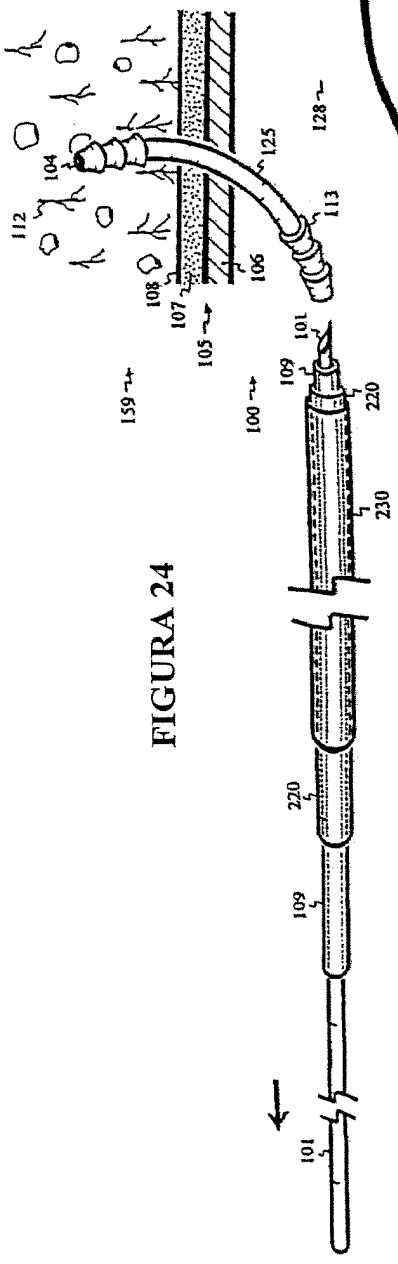



FIGURA 24

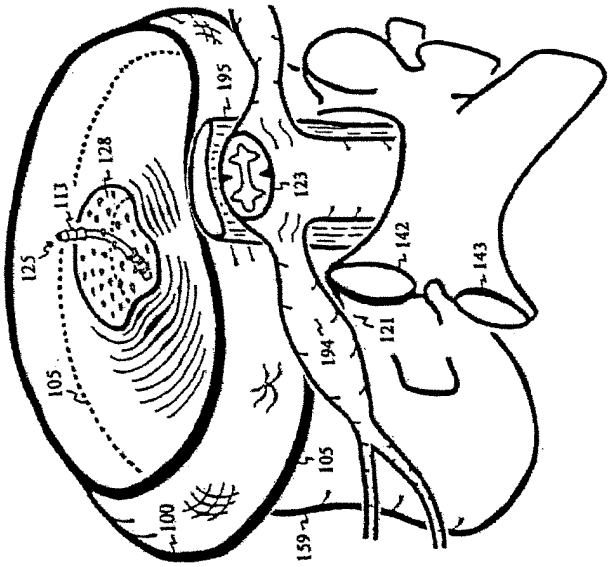
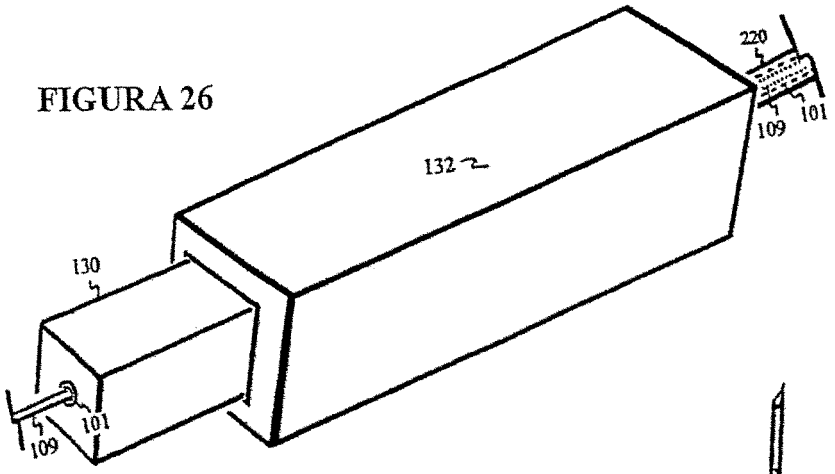



FIGURA 25

FIGURA 26



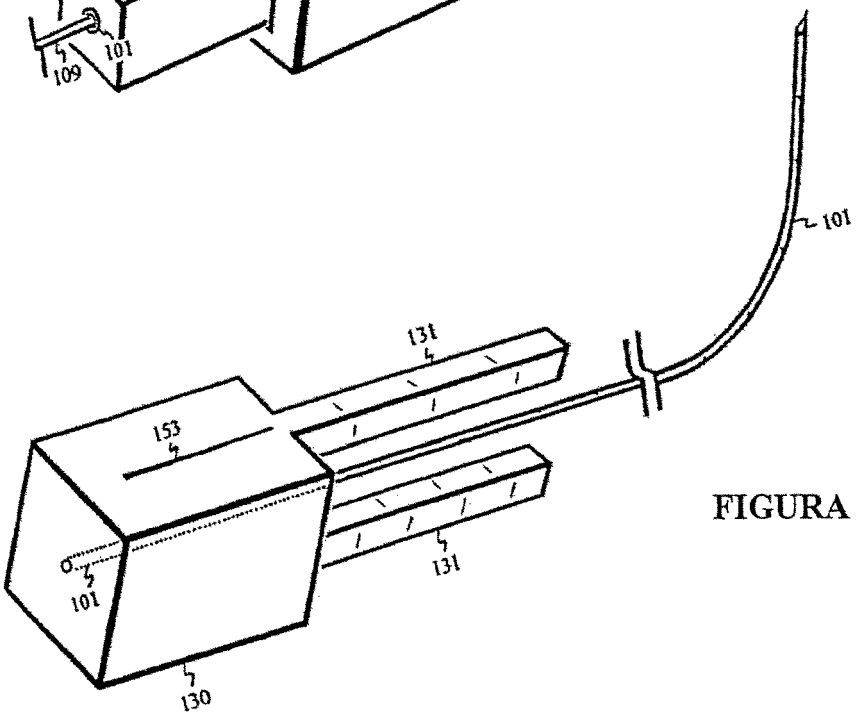




FIGURA 27

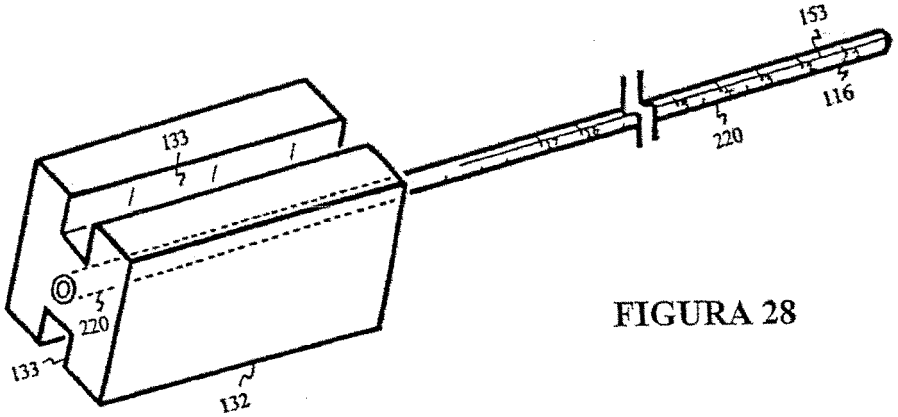



FIGURA 28

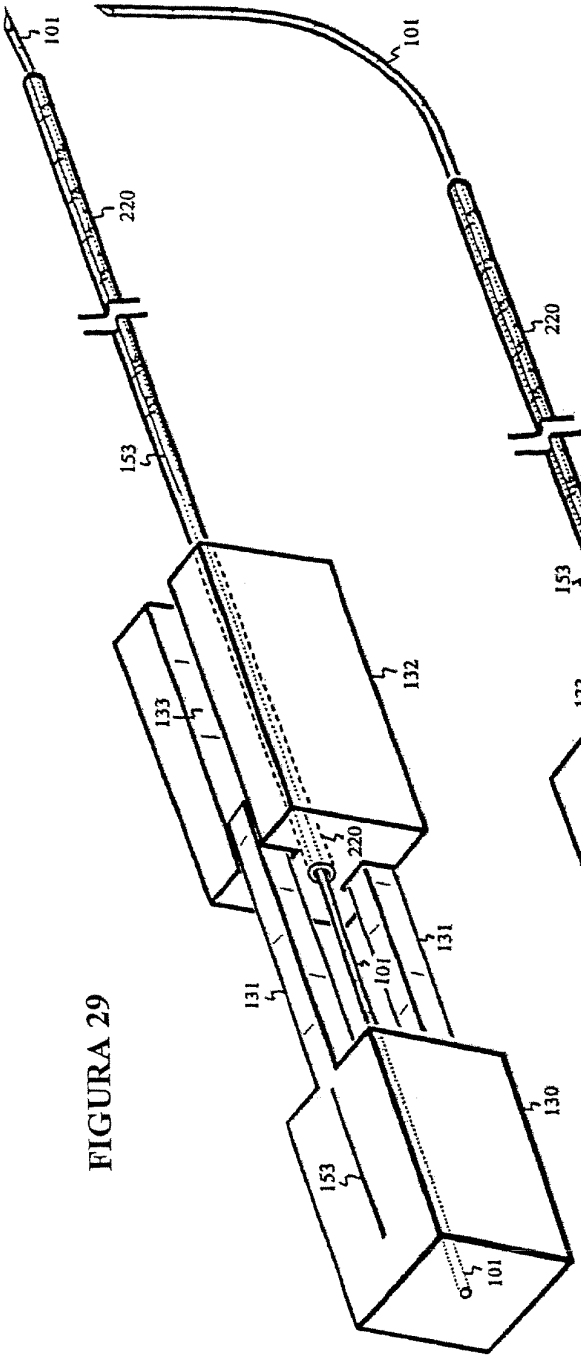



FIGURA 29

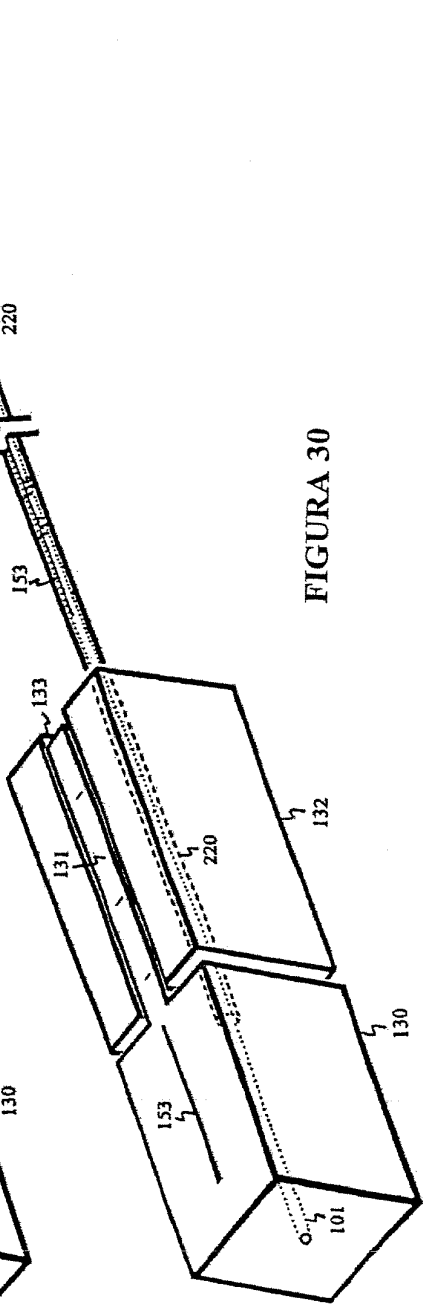



FIGURA 30

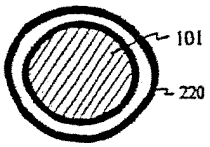



FIGURA 31

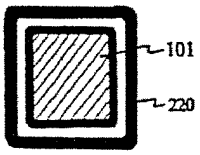



FIGURA 32

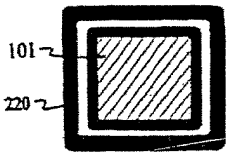



FIGURA 33

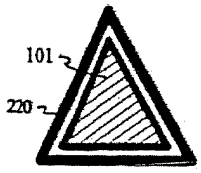



FIGURA 34

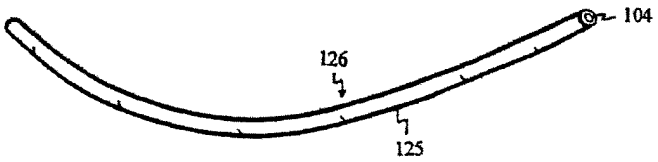



FIGURA 35

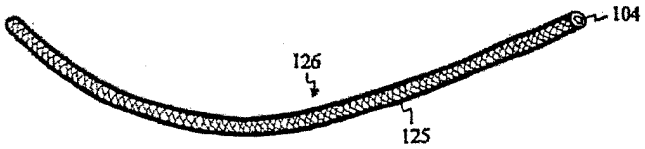
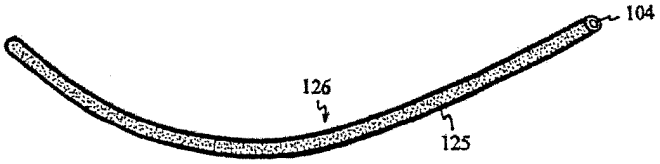



FIGURA 36

FIGURA 37



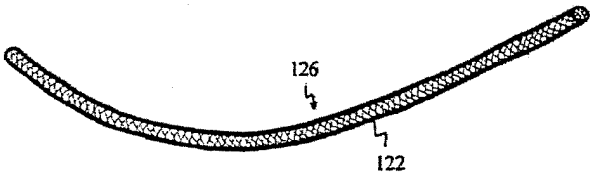
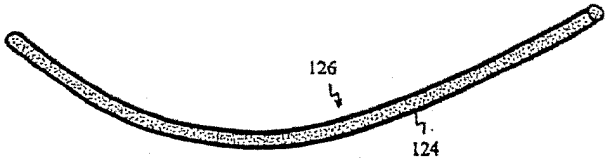




FIGURA 38

FIGURA 39



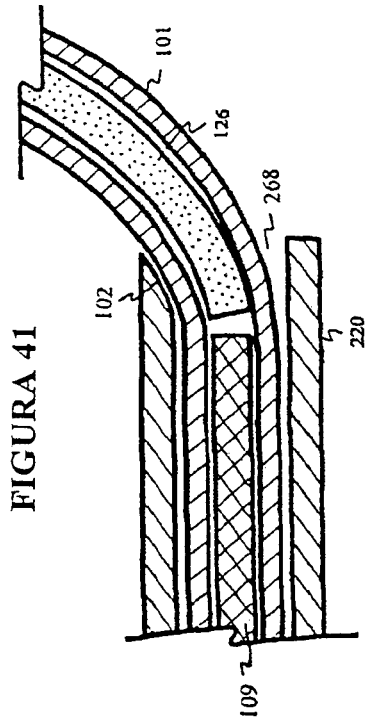



FIGURA 41

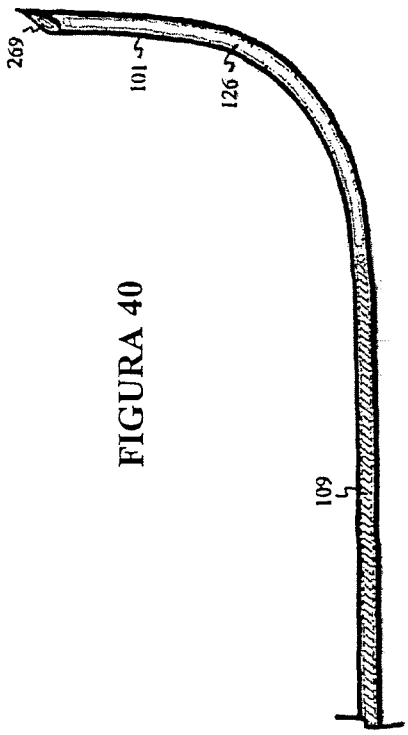



FIGURA 40

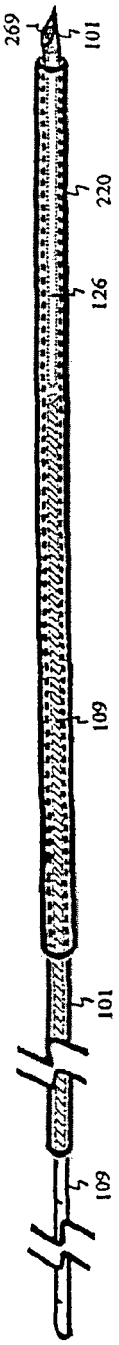



FIGURA 42

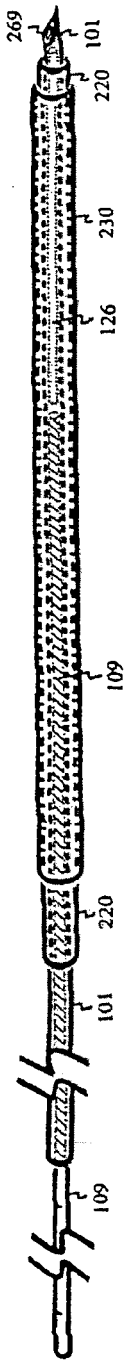



FIGURA 43

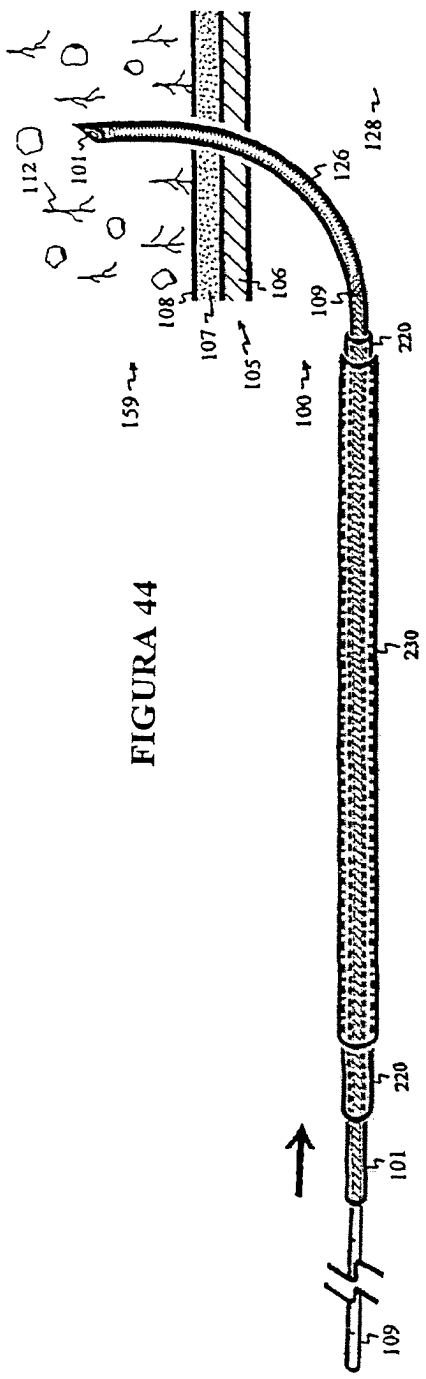



FIGURA 44

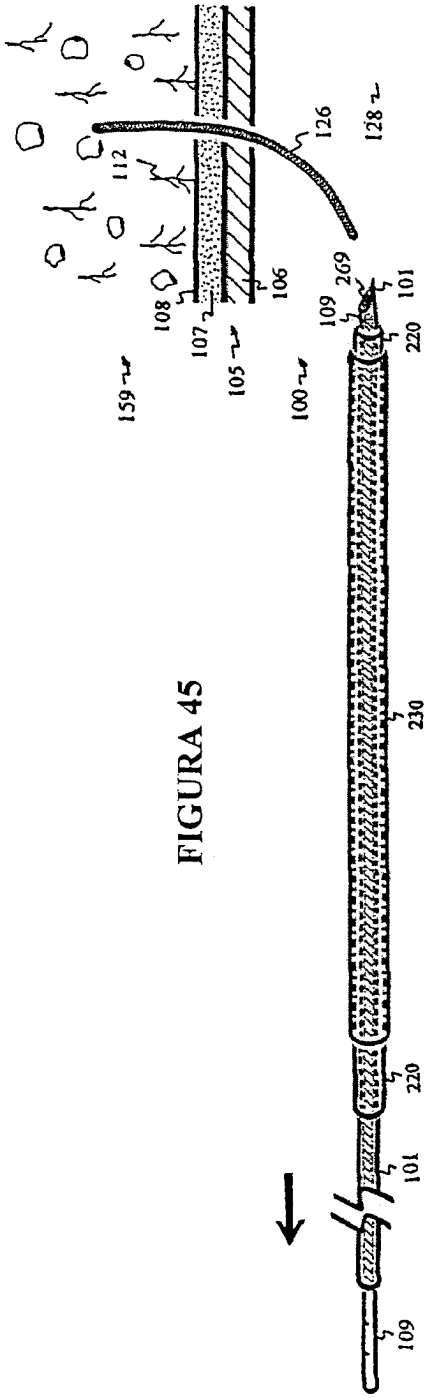



FIGURA 45

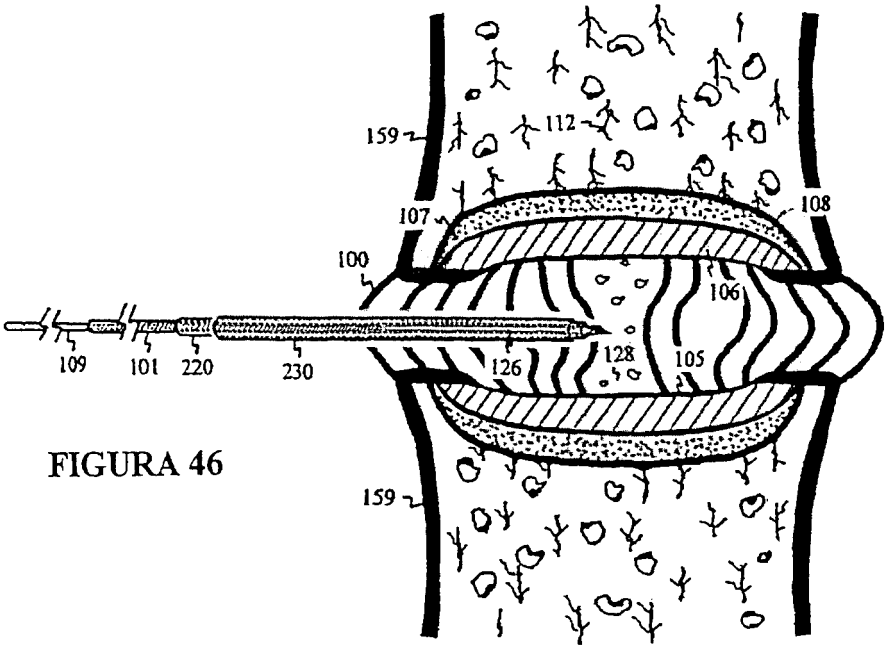



FIGURA 46

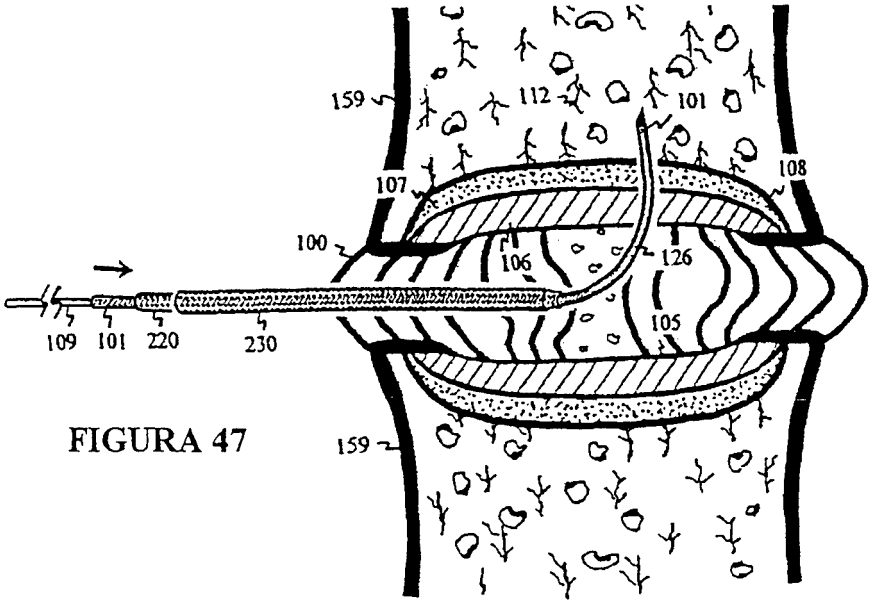



FIGURA 47

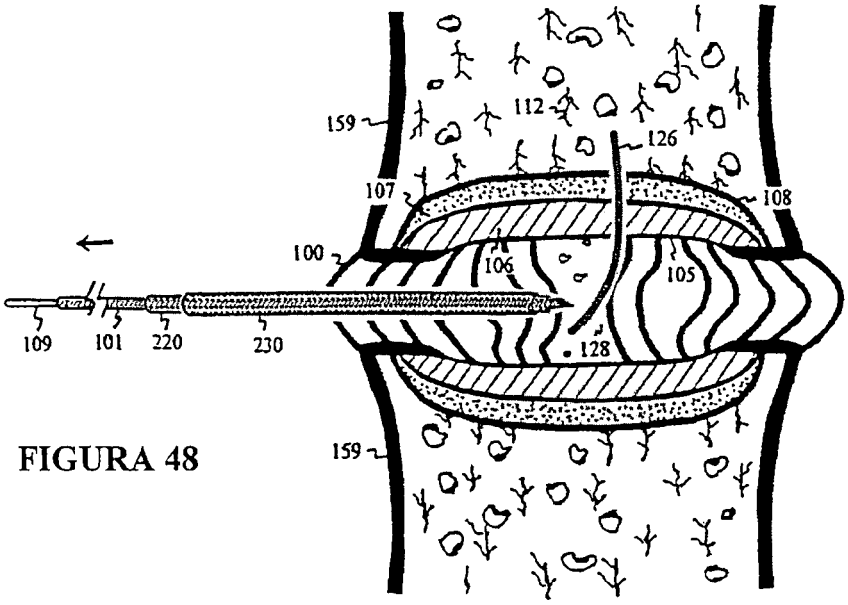



FIGURA 48

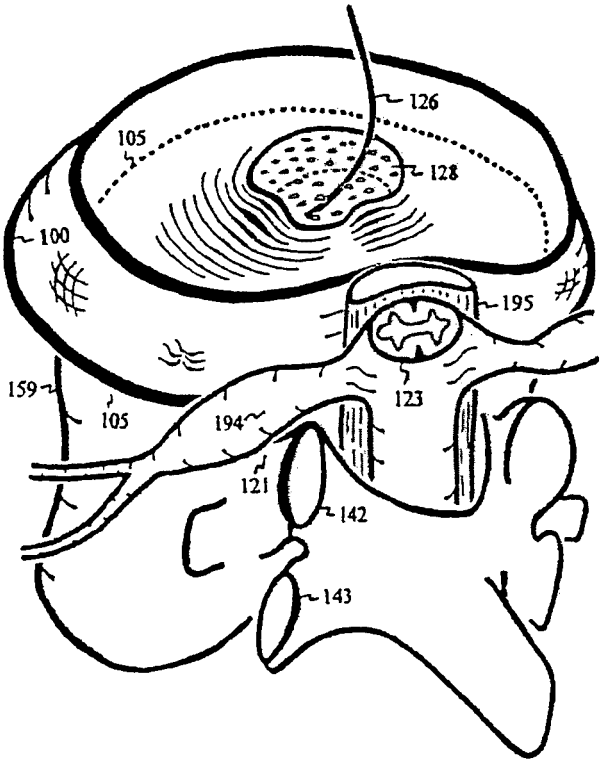



FIGURA 49

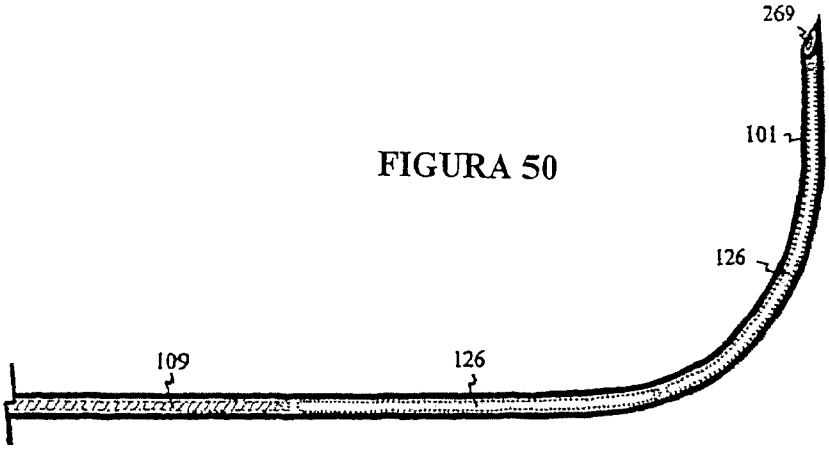



FIGURA 50

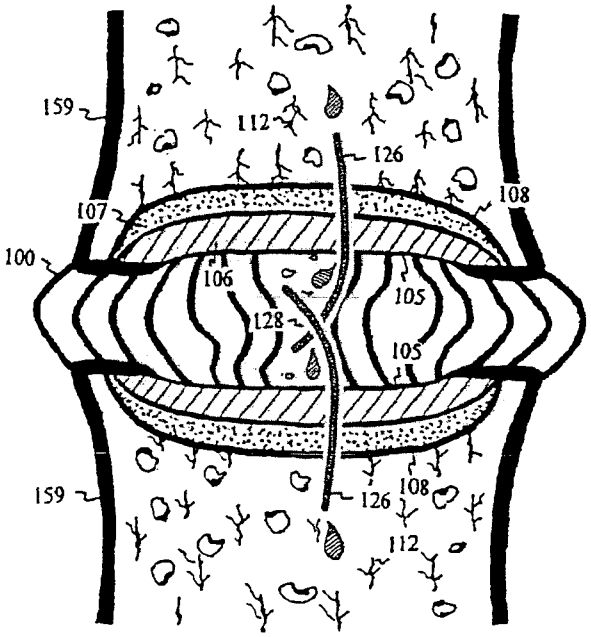



FIGURA 51

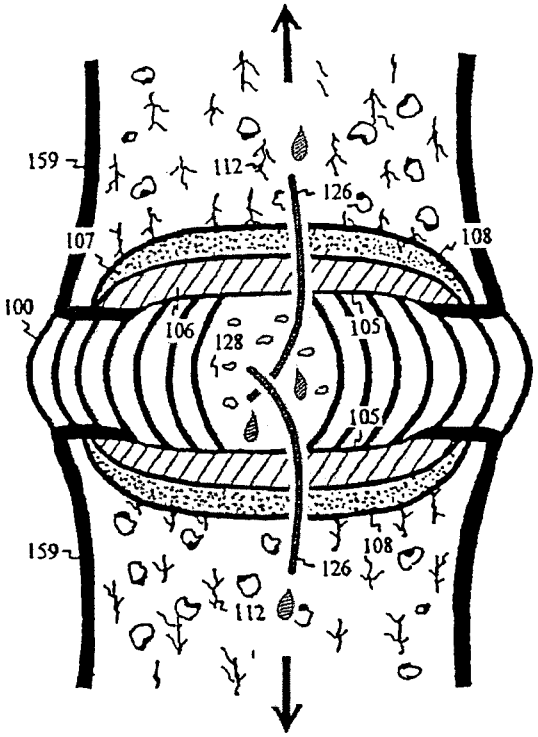
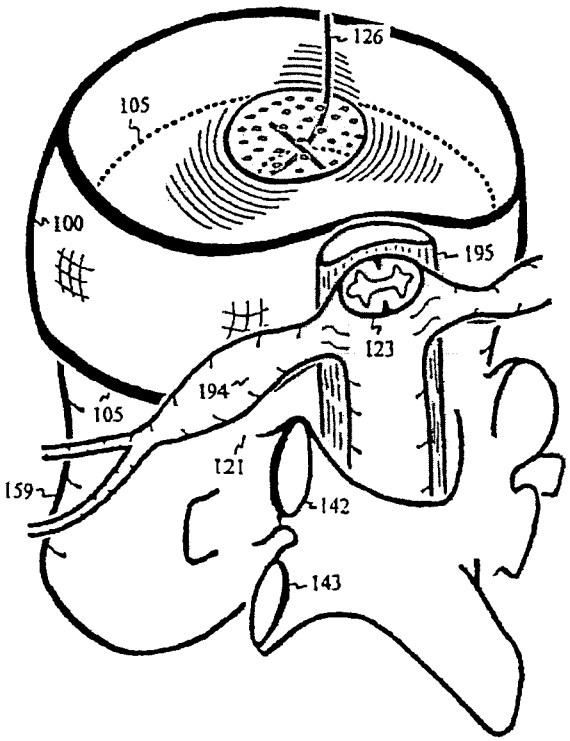



FIGURA 52

FIGURA 53



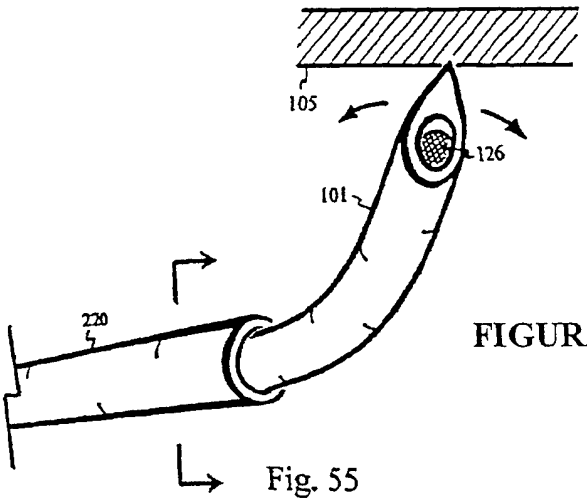



Fig. 55

FIGURA 54

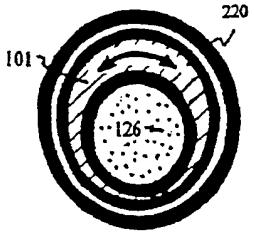



FIGURA 55

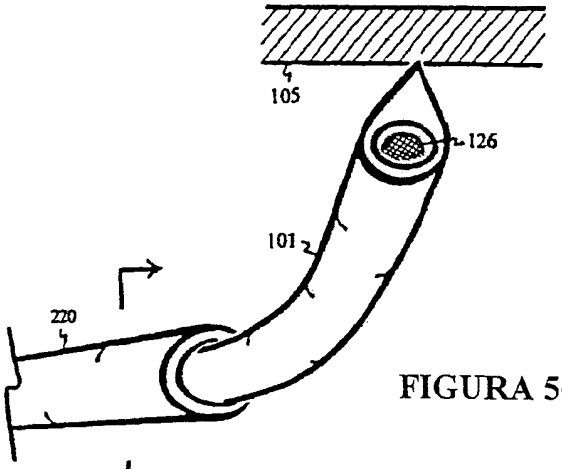



Fig. 57

FIGURA 56

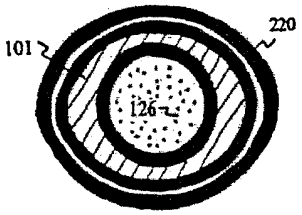



FIGURA 57

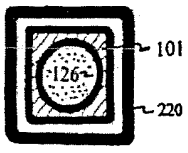



FIGURA 58

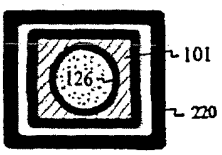



FIGURA 59

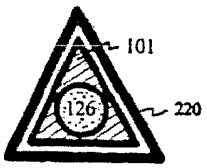



FIGURA 60

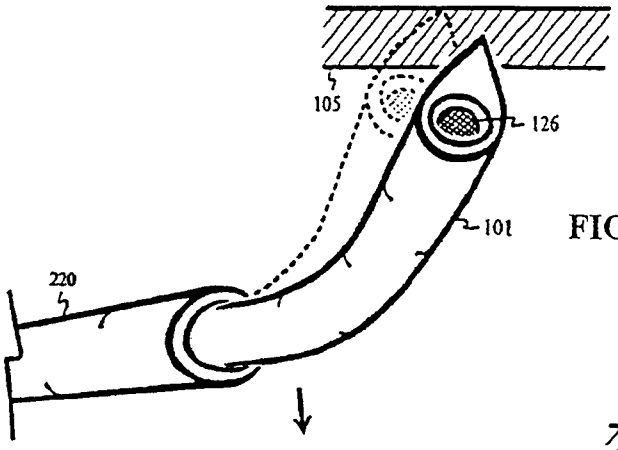



FIGURA 61

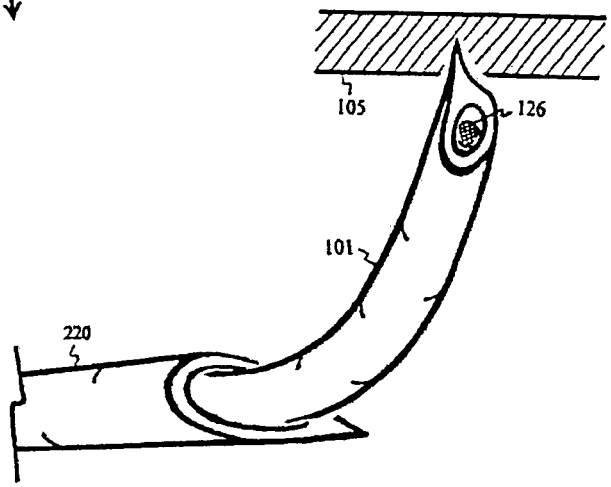



FIGURA 62

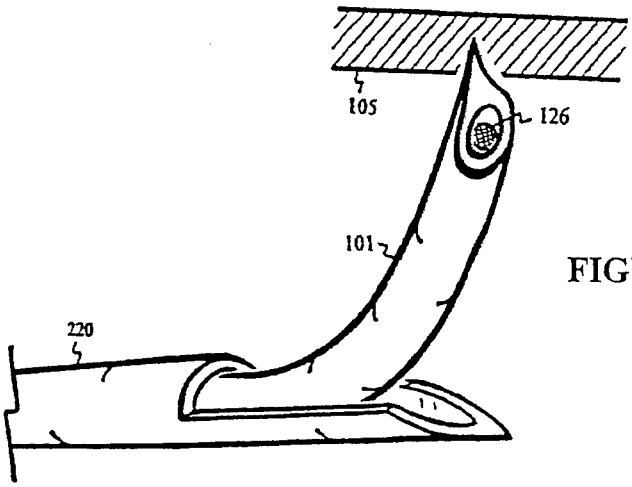
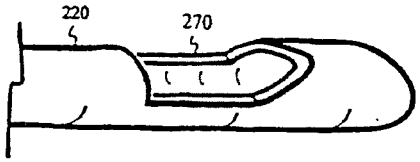



FIGURA 63

FIGURA 64



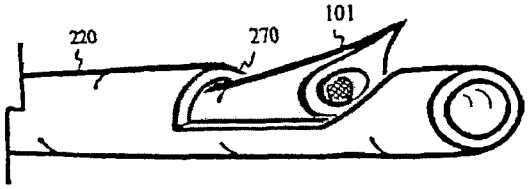




FIGURA 65

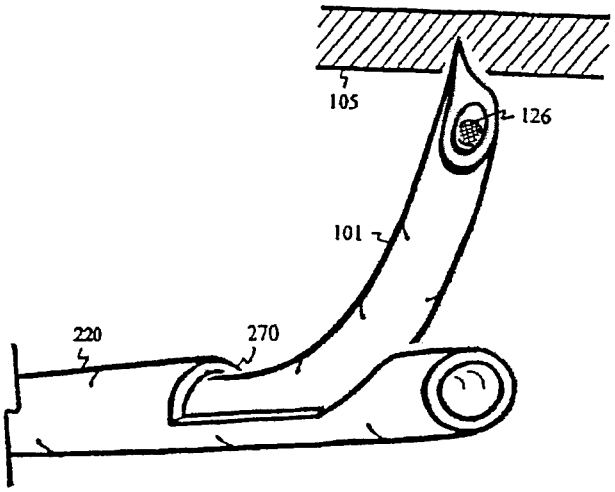



FIGURA 66

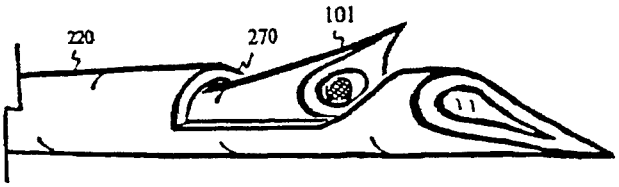



FIGURA 67

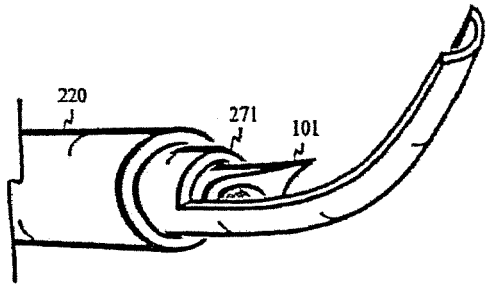



FIGURA 68

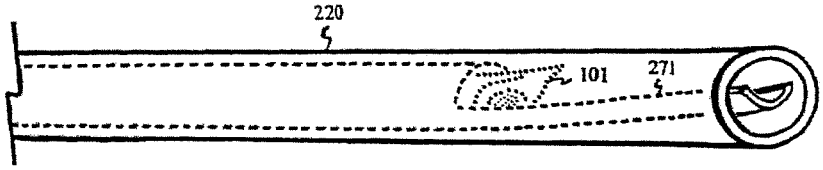



FIGURA 69

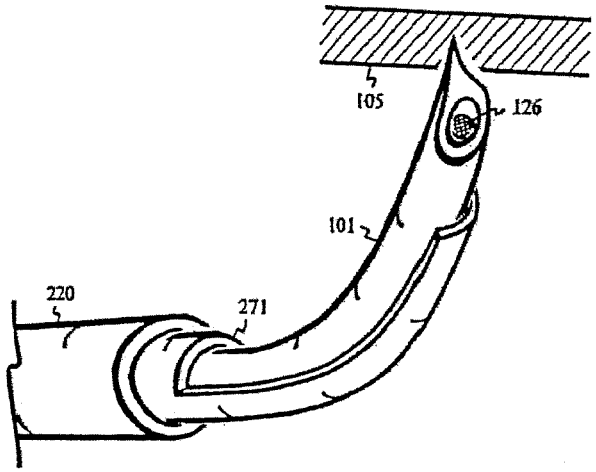



FIGURA 70

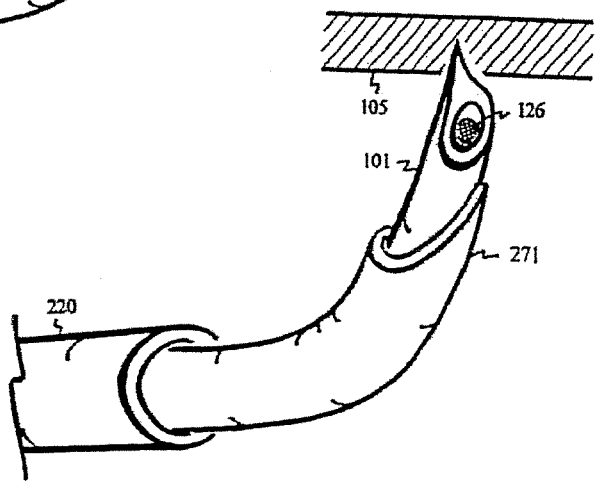



FIGURA 71

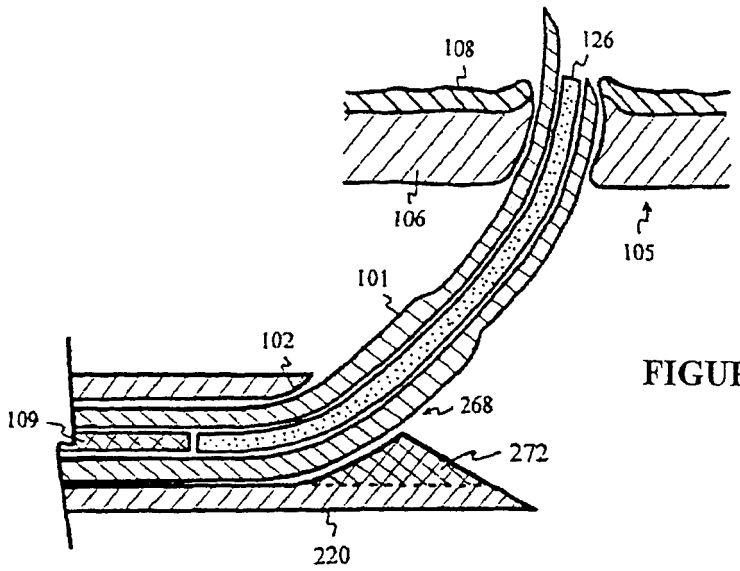
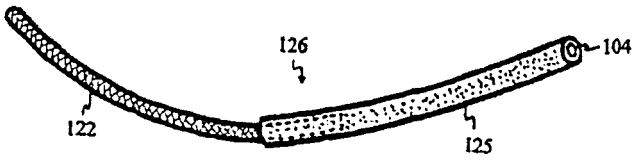



FIGURA 72

FIGURA 73



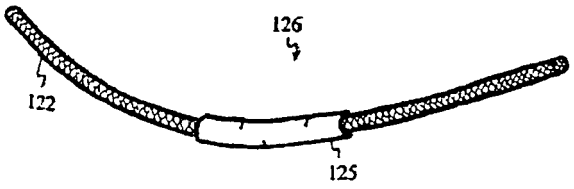
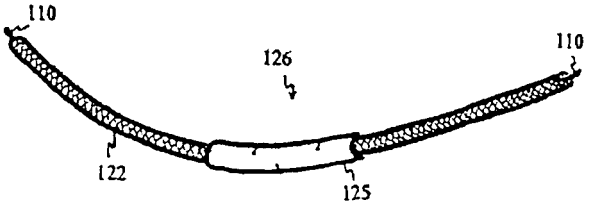




FIGURA 74

FIGURA 75



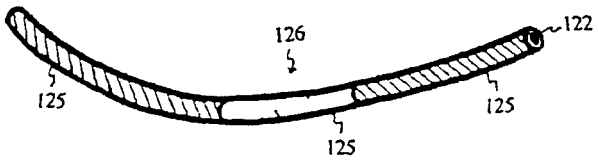




FIGURA 76

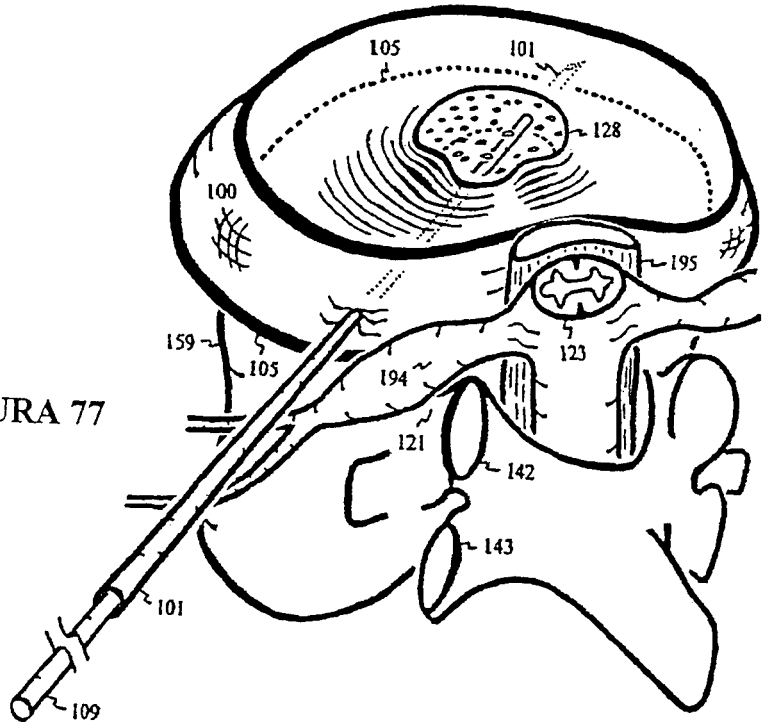



FIGURA 77

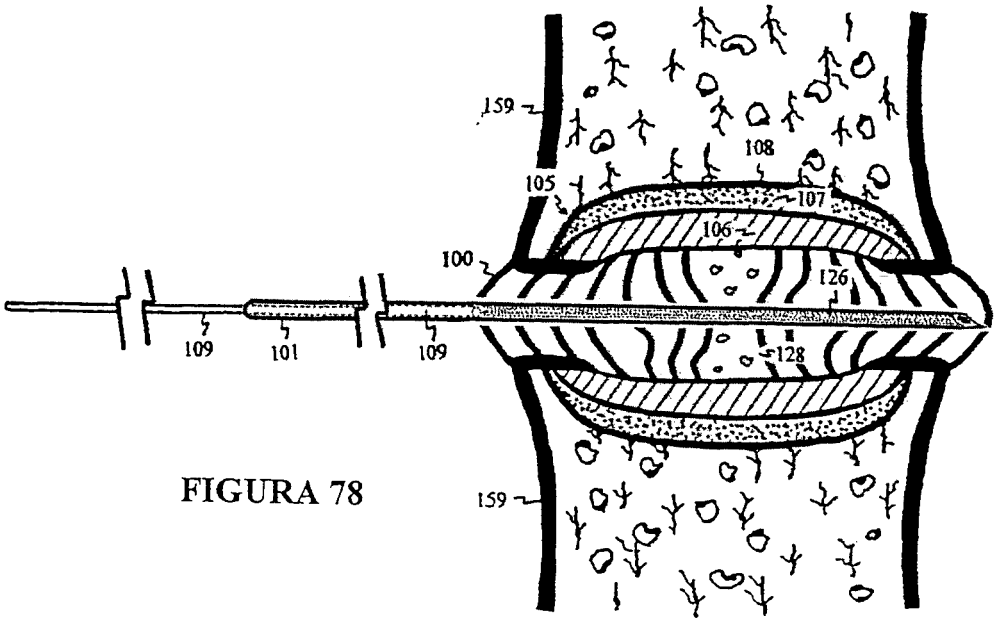



FIGURA 78

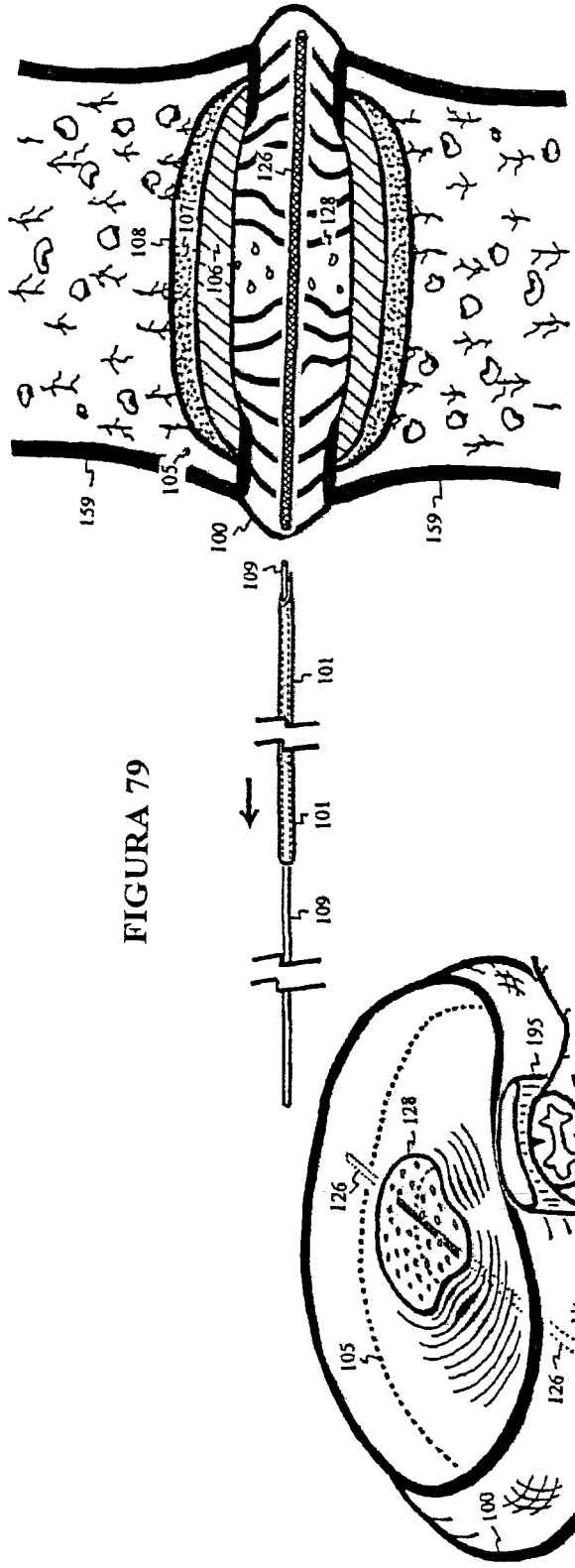



FIGURA 79

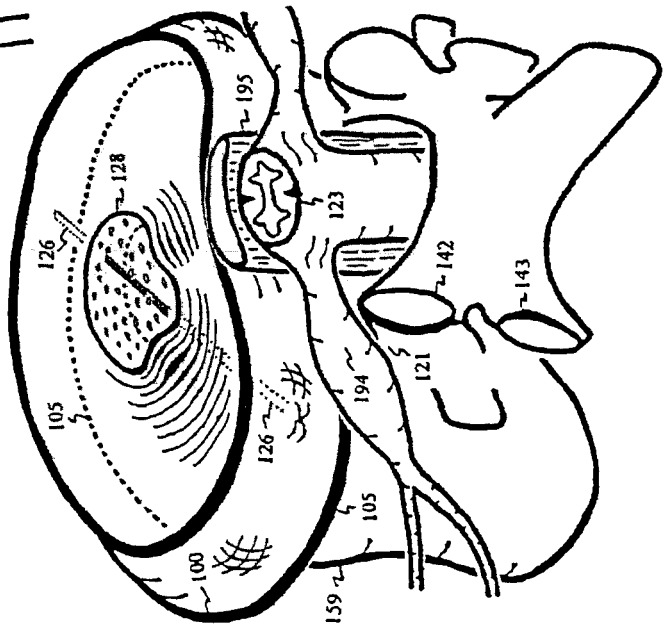



FIGURA 80

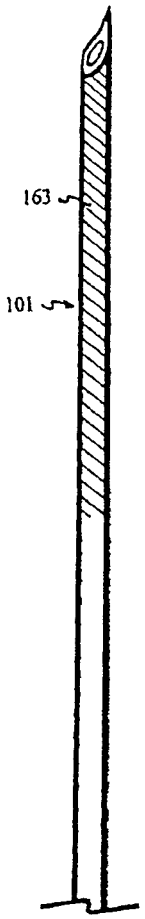



FIGURA 81

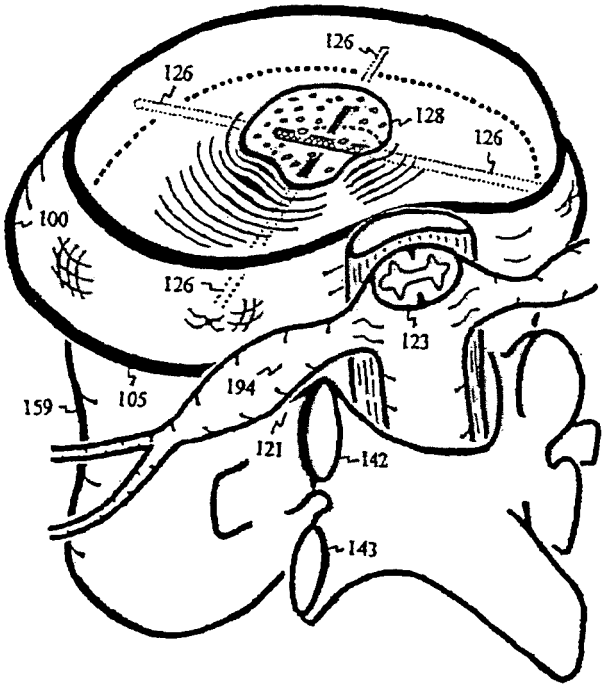



FIGURA 82

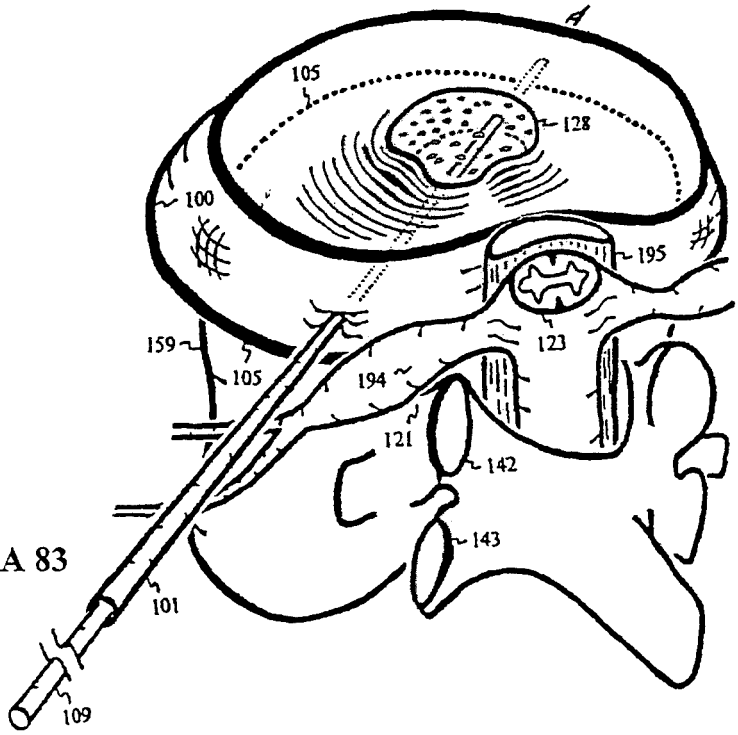
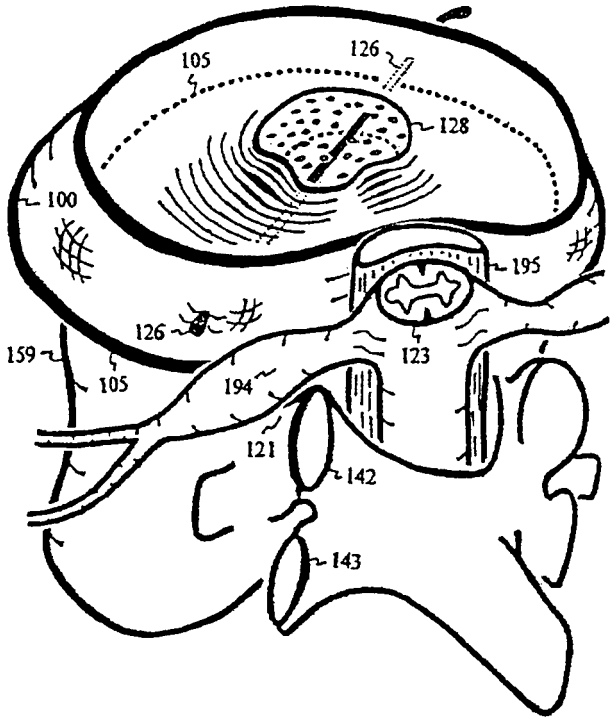



FIGURA 83

FIGURA 84



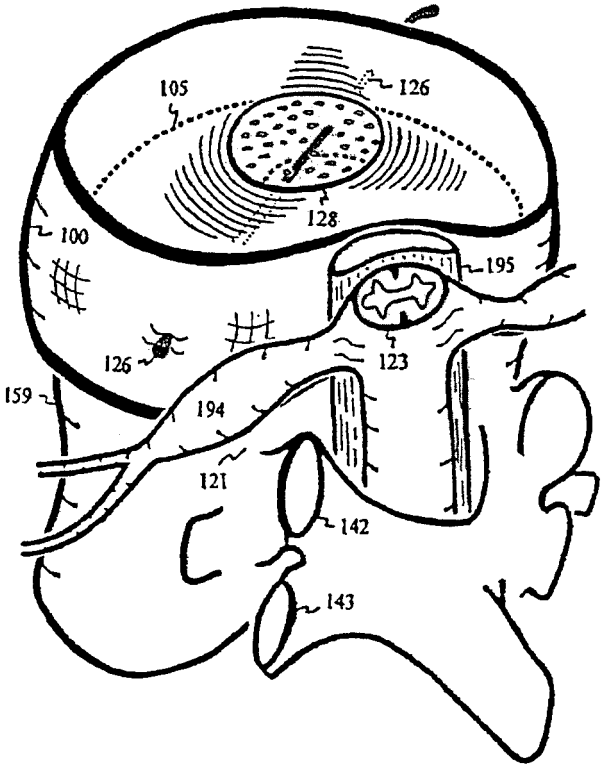




FIGURA 85

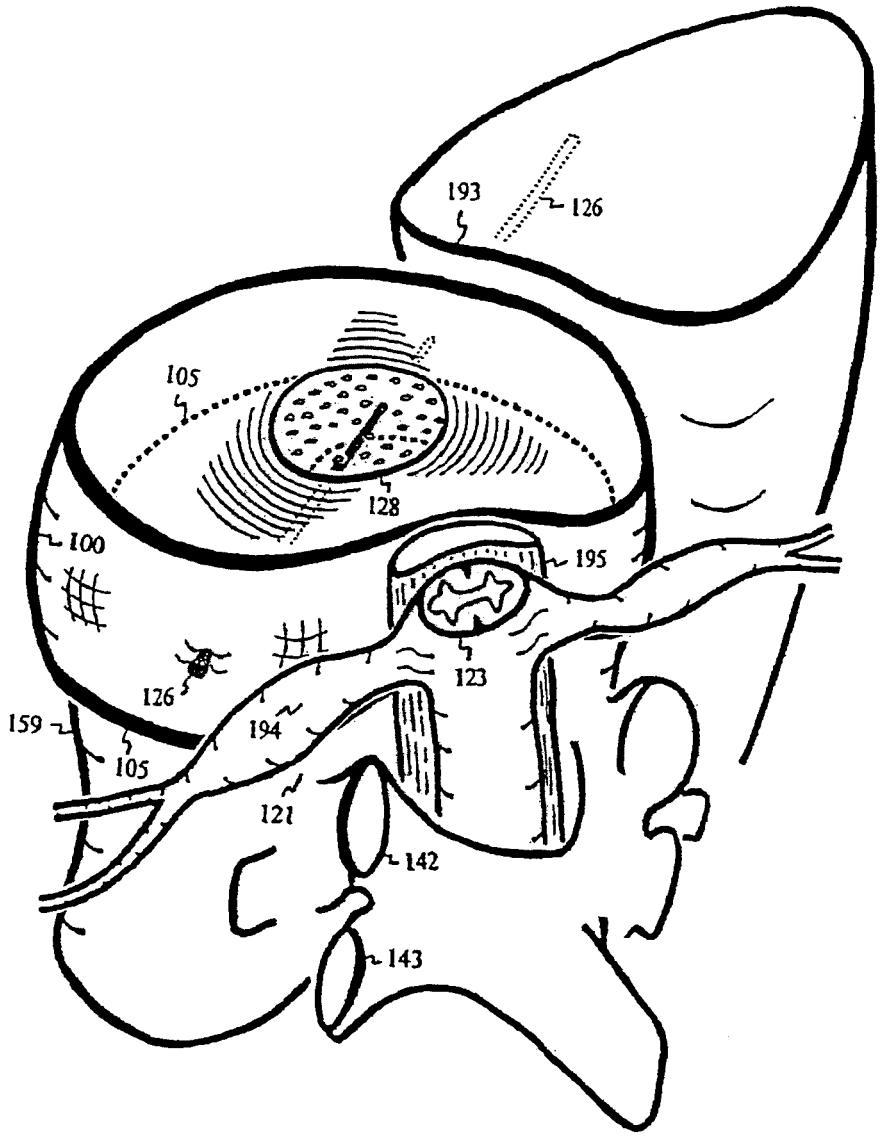
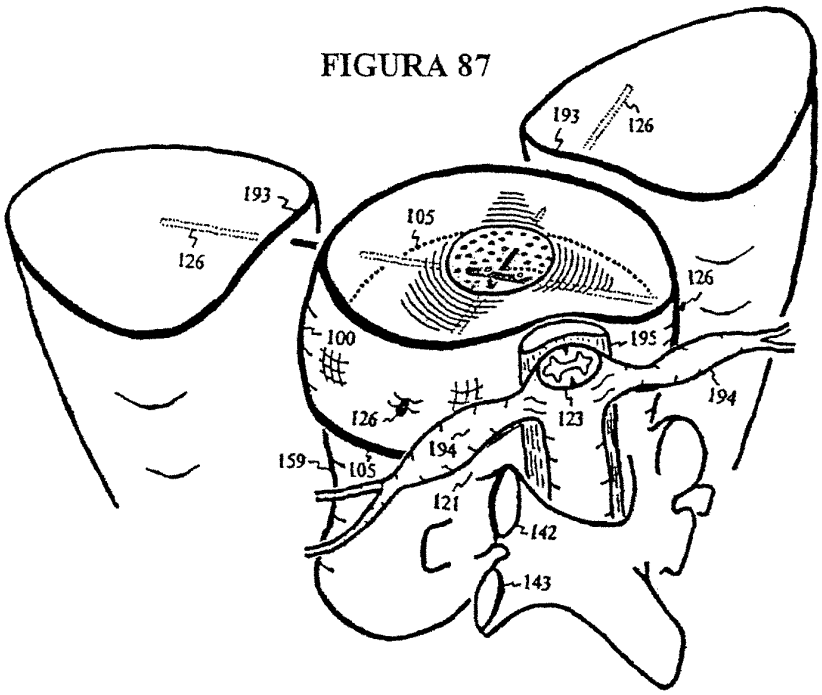



FIGURA 86

FIGURA 87



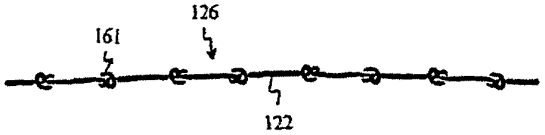
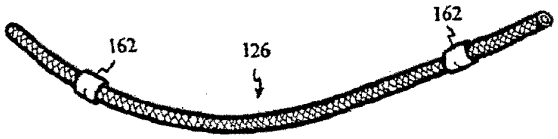




FIGURA 88

FIGURA 89



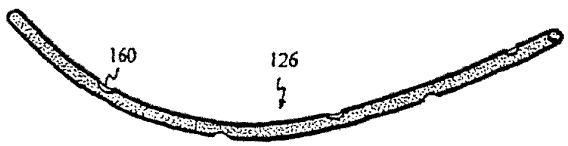




FIGURA 90

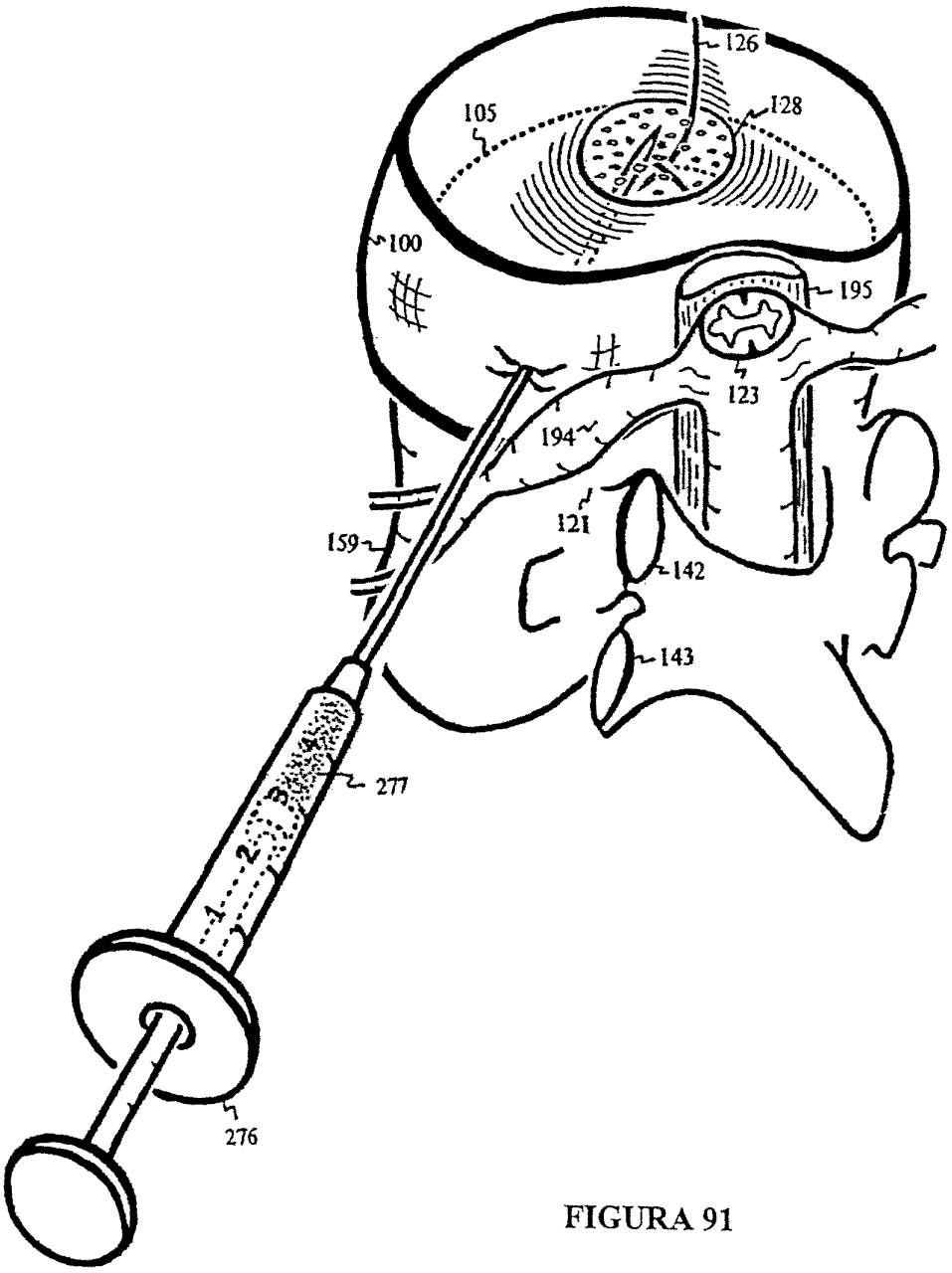



FIGURA 91

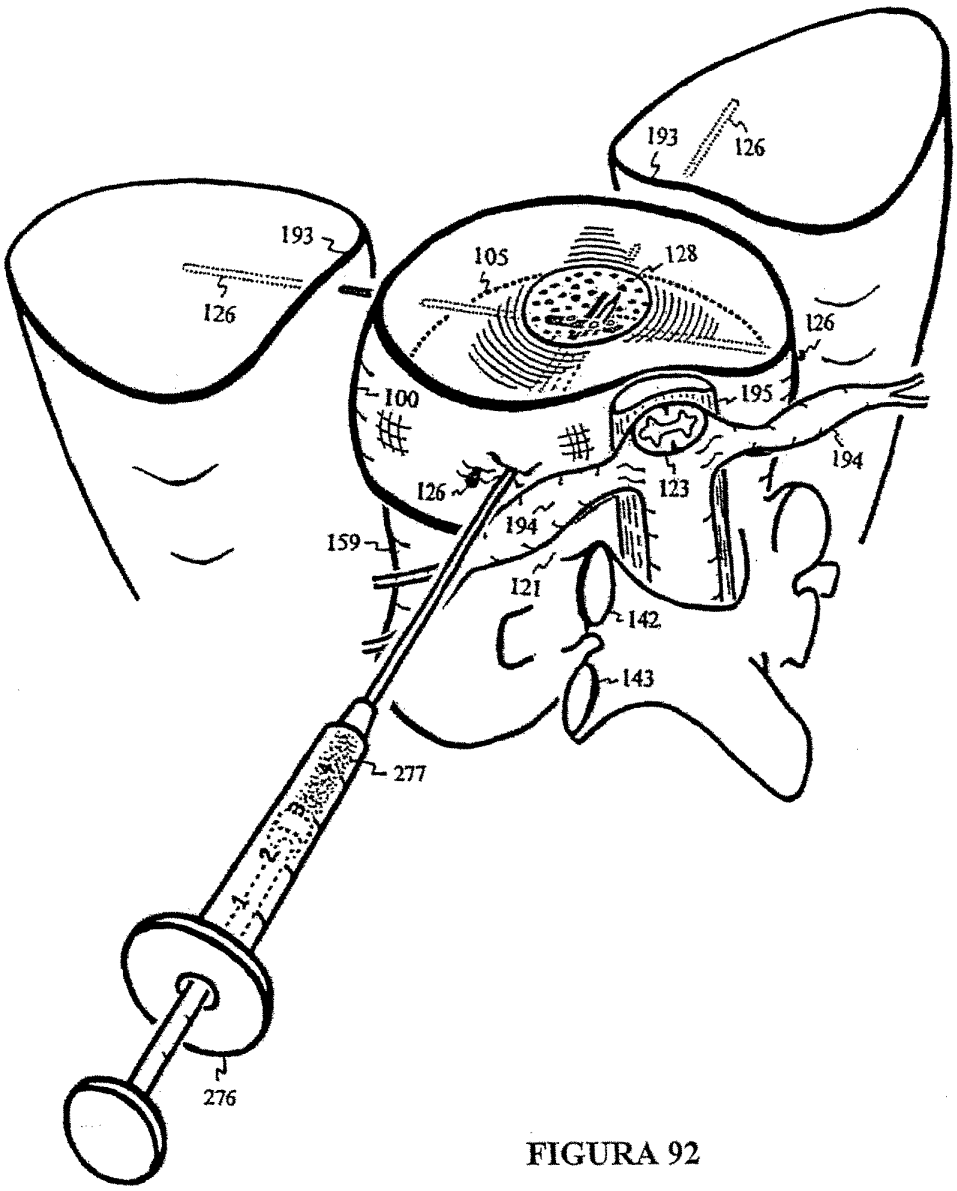

193
126
193
126
105
128
126
100
195
194
126
123
194
159
121
142
143
277
276

FIGURA 92