

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 013 625**

51 Int. Cl.:

A61F 2/00 (2006.01)

A61N 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2011** **E 21199541 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2025** **EP 3949901**

54 Título: **Sistema para tratar a un paciente con un trastorno intestinal**

30 Prioridad:

12.04.2010 SE 1000364

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

14.04.2025

73 Titular/es:

IMPLANTICA PATENT LTD (100.00%)
Ideon Science Park
223 70 Lund, SE

72 Inventor/es:

FORSELL, PETER

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 013 625 T3

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

DESCRIPCION

Sistema para tratar a un paciente con un trastorno intestinal

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un sistema para tratar a un paciente que tiene un trastorno relacionado con el intestino del paciente. Dicho trastorno puede estar causado por una lesión, un defecto de nacimiento, un cáncer u otras enfermedades, como el estreñimiento o la incontinencia. Más concretamente, la invención se refiere a un sistema y un método para regular el flujo a través de un depósito intestinal.

Para intentar superar estos trastornos, se han propuesto muchas soluciones diferentes. Estas soluciones suelen incluir la cirugía, en particular cuando hay que extirpar una parte del intestino. El motivo de dicha operación puede ser un cáncer colorrectal, una diverticulitis perforada u otro tipo de enfermedades, como la colitis ulcerosa o la enfermedad de Crohn. Por ejemplo, en el caso de las operaciones de ileostomía, yeyunostomía, colostomía y rectostomía, se corta el intestino delgado (yeyuno o ileon) o el intestino grueso (colon o recto) y el extremo abierto de la porción sana del intestino se vuelve a unir a un estoma creado quirúrgicamente en la pared abdominal del paciente o, cuando es posible, al recto o al ano del paciente o al tejido adyacente al ano del paciente.

Se plantea entonces el problema de controlar el flujo del contenido intestinal y, más concretamente, de evitar que las heces salgan del cuerpo del paciente de forma incontrolada. El paciente suele tener que excretar en una bolsa de colostomía. Esto es obviamente incómodo y, además, puede causar irritación de la piel, ya que la disposición de la bolsa requiere una placa adhesiva que se adhiere a la piel del paciente con el fin de hacer que la bolsa sea hermética.

La patente estadounidense nº 4.222.377 sugiere el uso de un esfínter artificial inflable que comprende un manguito alrededor del canal anal o uretral. Se implanta una bomba de accionamiento manual en el escroto del paciente para inflar y desinflar el esfínter artificial.

Del mismo modo, la patente estadounidense nº 5.593.443 divulga un esfínter anal hidráulico artificial bajo control voluntario. Más concretamente, el paciente puede accionar una bomba mecánica o eléctrica para inflar y desinflar un manguito. El manguito consta de dos partes situadas en lados opuestos del intestino y que presionan las paredes intestinales cuando se inflan.

El documento US 6,752,754 B1 divulga un recto artificial para reemplazar una porción del recto de un paciente. Una entrada del recto artificial está conectada operativamente al extremo distal del intestino grueso del paciente y comunica la materia fecal a una bomba de tipo macerador que descarga las heces a través de una salida del recto artificial conectada al ano del paciente. La bomba incluye un impulsor de tipo tornillo helicoidal, que al girar crea efectos de cizallamiento en las heces, haciendo que se desplacen por la rosca del impulsor de tornillo y se descarguen a través del ano del paciente.

En el documento WO2009/046995 se describe un sistema mejorado que comprende un depósito en el cuerpo del paciente para recibir y recoger temporalmente el contenido intestinal. En una realización, el depósito se crea quirúrgicamente y se forma a partir de una pluralidad de porciones dobladas del intestino del paciente. Las secciones adyacentes lateralmente del intestino se cortan a lo largo de su línea de contacto mutuo y las mitades superiores e inferiores resultantes se interconectan para formar el depósito. El depósito intestinal permanece dentro del cuerpo del paciente cuando se vacía el depósito. El intestino sale de la pared abdominal del paciente a través de un estoma creado quirúrgicamente. Se implanta una válvula de salida dentro del intestino entre el depósito intestinal y el estoma. La válvula de salida se cierra normalmente por medios elásticos. Se utiliza una bomba de succión externa accionada manualmente que comprende una disposición de pistón-cilindro que se aplica temporalmente desde el exterior del cuerpo del paciente para vaciar el depósito intestinal, en el que un conducto en el extremo delantero de la bomba de succión se inserta en el intestino, impulsando así mecánicamente la válvula de salida para que se abra.

Esta forma de vaciar el depósito intestinal creado quirúrgicamente ha resultado insatisfactoria. En particular, aunque el depósito permanezca dentro del cuerpo del paciente, todavía hay que acoplar, retirar y limpiar un dispositivo colector externo, de forma similar a los sistemas del arte previo descritos anteriormente.

Otras realizaciones descritas en el documento WO2009/046995 superan este problema implantando un depósito totalmente artificial junto con una bomba que actúa sobre el depósito para vaciarlo. Además de la bomba, pueden proporcionarse válvulas de entrada y salida para controlar el flujo del contenido intestinal hacia y desde el depósito artificial. El depósito artificial con bomba implantable mejora sustancialmente las circunstancias de vida del paciente, porque ya no es necesario un dispositivo de recogida externo para vaciar el depósito.

La incorporación de un depósito artificial dentro del intestino natural del paciente o al final del mismo es fundamental. La interconexión entre la pieza artificial y el tejido natural del intestino estará siempre sujeta a las contracciones peristálticas del intestino y, por tanto, puede fallar con el tiempo.

Resumen de la invención

Depósito intestinal con dispositivo de control de flujo implantable

De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema que actúa sobre un depósito intestinal, es decir, sobre un depósito que está formado por intestino modificado quirúrgicamente que ha sido cortado a lo largo de una línea de contacto mutuo de secciones lateralmente adyacentes de una porción doblada de intestino y conectado de manera que las mitades superior e inferior resultantes del intestino forman una pared intestinal del depósito. El sistema comprende un dispositivo de control de flujo artificial implantable en el cuerpo del paciente y adaptado para controlar el flujo del contenido intestinal desde dicho depósito. El dispositivo de control de flujo comprende al menos una bomba adaptada para actuar sobre dicha pared intestinal con el fin de reducir el volumen del depósito para vaciarlo.

Dado que el depósito está hecho de tejido del intestino, no es necesario conectar ninguna pieza artificial al tejido vivo del intestino natural del paciente. Más bien, la bomba está adaptada para actuar en la pared intestinal del depósito y, por lo tanto, puede implantarse dentro del cuerpo del paciente, preferentemente fuera del depósito. Debido a que la bomba está implantada, no es necesario acoplar, retirar y limpiar un dispositivo colector externo cuando se desee vaciar el depósito.

A continuación, se describirán tres principios básicos preferentes de este tipo de bombas: una bomba de tipo mecánico, una bomba de tipo hidráulico y una bomba de tipo de estimulación eléctrica. Estas bombas pueden combinarse para cooperar, si se desea.

La bomba de tipo estimulación eléctrica no forma parte de la presente invención.

Ubicación integrada y adyacente de la bomba

La presente invención se relaciona con un sistema tal como se establece en las reivindicaciones.

Bomba de estimulación eléctrica

Este tipo de bomba no está de acuerdo con la presente invención.

La bomba del tipo de estimulación eléctrica comprende al menos un aparato de estimulación eléctrica adaptado para estimular eléctricamente un músculo o tejido neural de dicha pared intestinal de manera que se produzca una contracción al menos parcial de la misma. Esta es una forma muy genérica de constreñir el depósito. El aparato de estimulación eléctrica está preferentemente adaptado para aplicar pulsos eléctricos a la pared intestinal. Para este propósito, el aparato de estimulación eléctrica comprende preferentemente al menos un electrodo adaptado para generar los impulsos eléctricos.

Es particularmente ventajoso utilizar un aparato de estimulación eléctrica que esté adaptado para estimular diferentes porciones de la sección intestinal a lo largo del tiempo. De este modo, se pueden constreñir diferentes partes del depósito mediante la estimulación de diferentes porciones de la pared intestinal en diferentes momentos en cualquier patrón de estimulación predeterminado. De este modo, la bomba puede adaptarse para vaciar el depósito intestinal bombeando el contenido intestinal a lo largo de una sección del depósito mediante la estimulación eléctrica, a lo largo del tiempo, de diferentes porciones de dicha pared intestinal en una dirección de flujo natural del contenido intestinal.

Para este propósito, la bomba de tipo de estimulación eléctrica puede comprender una pluralidad de electrodos montados preferentemente en uno o más dispositivos de sujeción. Los dispositivos de sujeción pueden tener forma de cable o cualquier otra forma, pero preferentemente longitudinal, en forma de raya, varilla o placa. Una pluralidad de electrodos puede estar dispuesta en una o más filas a lo largo de la longitud de los dispositivos de sujeción. Los dispositivos de sujeción longitudinales pueden entonces disponerse uno al lado del otro con poca o ninguna distancia, cuando se implantan, para cubrir sustancialmente todo el depósito intestinal en un lado, preferiblemente en dos lados opuestos, del depósito. Esta estructura y disposición es particularmente adecuada para hacer avanzar el contenido intestinal a través del depósito de forma controlada. Por ejemplo, comenzando en un extremo del depósito, la "entrada", porciones mutuamente adyacentes de la pared intestinal y, por lo tanto, secciones mutuamente adyacentes del depósito intestinal pueden ser estimuladas consecutivamente a lo largo de la longitud del depósito hasta que se alcance el otro extremo respectivo del depósito, la "salida", de modo que todo el depósito se encuentre en un estado constreñido al final del proceso de vaciado. Alternativamente, las porciones mutuamente adyacentes de la pared intestinal pueden ser estimuladas de forma ondulada, es decir, la porción precedente puede relajarse una vez que la siguiente porción ha sido estimulada suficientemente. Sin embargo, los electrodos de los dispositivos de sujeción también pueden activarse todos al mismo tiempo, lo que permite expulsar simultáneamente el contenido intestinal de todas las zonas del depósito. En este caso, es especialmente importante que el sistema incluya una válvula de entrada en el extremo superior del depósito intestinal que debe estar cerrada para evitar el reflujo cuando se activa la bomba de tipo de estimulación eléctrica.

La longitud de los dispositivos de sujeción debe ser suficiente para abarcar sustancialmente toda la anchura del depósito intestinal, a fin de facilitar la manipulación y reducir el número de piezas. La longitud perfecta depende del tamaño del depósito intestinal, pero es preferiblemente más de 5 cm y puede ser más de 8 cm o incluso más de 10 cm.

La manipulación de una pluralidad de dispositivos de sujeción puede mejorarse cuando están incrustados en una red flexible, por ejemplo, integrada en una película polimérica biocompatible y no degradable, tal como una película de politetrafluoroetileno. La flexibilidad de la red permite que los dispositivos de sujeción sigan los movimientos del depósito intestinal, en particular cuando las secciones del mismo se contraen individualmente debido a la estimulación eléctrica selectiva.

En lugar de incrustar los dispositivos de sujeción longitudinales en una red flexible, pueden adaptarse para su implantación en pliegues creados quirúrgicamente en la pared intestinal del depósito. El lado abierto de los pliegues puede cerrarse cosiendo, pegando y/o grapando el tejido de la pared intestinal para formar bolsas para los dispositivos de sujeción longitudinal que llevan los electrodos, preferiblemente después de que los dispositivos de sujeción hayan sido colocados. Los dispositivos de sujeción no tienen que ser necesariamente longitudinales, sino que pueden tener cualquier otra forma, por lo que los pliegues o bolsas formados a partir de la pared intestinal están convenientemente formados para alojarlos. Por supuesto, los electrodos pueden invaginarse directamente en la pared intestinal de uno en uno o en grupos, sin necesidad de llevarlos en un dispositivo de sujeción común.

Alternativamente, en lugar de proporcionar una pluralidad de dispositivos de sujeción longitudinales con electrodos, el aparato de estimulación eléctrica puede estar formado como una unidad integral en al menos un lado del depósito. Esto facilita aún más su manipulación y fabricación. Sin embargo, una unidad integral es relativamente rígida, si no totalmente rígida, lo que puede resultar menos cómodo para el paciente que, por ejemplo, la red flexible antes mencionada. Preferentemente, la unidad integral tiene un tamaño lo suficientemente grande como para abarcar una superficie de 4,5 cm x 6 cm, o mayor.

Independientemente de si los dispositivos de sujeción son finas tiras flexibles o sólo cables que conducen a los electrodos, o en forma de varilla o en forma de placa, combinados en una banda flexible o proporcionados en forma de una unidad integral rígida, preferentemente están adaptados de forma que pueden disponerse en dos planos con el fin de acomodar el depósito intestinal entre estos dos planos.

Aparato de estimulación eléctrica combinado con dispositivo de constricción

Alternativa o preferentemente, además de la bomba de estimulación eléctrica, la bomba puede comprender una bomba de constricción implantada en el cuerpo del paciente para constreñir, al menos parcialmente, el depósito intestinal de forma mecánica o hidráulica actuando desde el exterior sobre la pared intestinal. Al igual que la bomba de estimulación eléctrica descrita anteriormente, la bomba de constricción puede estar adaptada para bombear el contenido intestinal a lo largo del depósito mediante la constricción de diferentes secciones del depósito de forma consecutiva o en forma de onda en la dirección del flujo natural del contenido intestinal. Cuando los electrodos individuales de la bomba del tipo de estimulación eléctrica, o los electrodos transportados en uno o más dispositivos de sujeción, se combinan con los dispositivos de constricción de la bomba del tipo de constricción, los electrodos y los dispositivos de constricción actúan preferentemente sobre las mismas porciones de la pared intestinal para bombear el contenido intestinal a lo largo del depósito mediante la estimulación eléctrica de diferentes porciones de dicha pared intestinal y la constricción simultánea de las respectivas secciones del depósito en la dirección del flujo natural del contenido intestinal. Es ventajoso cuando la bomba de tipo constricción en funcionamiento constriñe el depósito intestinal sólo parcialmente, para no dañar el tejido intestinal. La constricción completa y, por lo tanto, el vaciado del depósito pueden obtenerse estimulando adicionalmente las porciones de la pared intestinal eléctricamente de la manera descrita anteriormente.

Cabe señalar que, debido a las modificaciones quirúrgicas, el propio depósito intestinal ha perdido su capacidad peristáltica natural. Por lo tanto, según una realización preferida, la bomba de tipo estimulación eléctrica está adaptada para bombear el contenido intestinal a lo largo del depósito en una dirección de flujo natural del contenido intestinal mediante, con el tiempo, la estimulación de diferentes porciones de la pared intestinal en forma de onda (peristáltica) cuando se libera la constricción del depósito causada por la bomba de tipo constricción. De este modo, se mejora el llenado del depósito intestinal con el contenido intestinal suministrado al depósito. Esto es útil incluso en los casos en que la bomba de tipo de estimulación eléctrica no se combina con una bomba de tipo de constricción o con cualquier otro dispositivo de bombeo. En cualquiera de los casos, debe preverse una válvula de salida en el extremo inferior del depósito intestinal, que debe cerrarse mientras el depósito se está llenando, para evitar que el contenido intestinal pueda escapar del depósito involuntariamente.

De lo anterior se desprende que la bomba de tipo constricción está adaptada para actuar sobre dicha pared intestinal desde el exterior del depósito para vaciar el depósito apretando el depósito. Esto puede lograrse tanto hidráulica como mecánicamente, es decir, mediante una bomba de tipo hidráulico o una bomba de tipo mecánico.

Bomba de tipo hidráulico

Según una realización preferida, una bomba de tipo hidráulico comprende una bomba hidráulica accionada eléctricamente, un miembro de acción hidráulica para actuar sobre la pared intestinal del depósito intestinal desde el exterior del mismo, y un depósito artificial, en el que la bomba hidráulica accionada eléctricamente está adaptada para bombear fluido hidráulico desde el depósito artificial hasta el miembro de acción hidráulica. El miembro de acción hidráulica puede tener forma de tubo o de bolsa para alojar el depósito en su interior. Esto facilita la implantación y

asegura la colocación adecuada del miembro de acción hidráulica en relación con el depósito intestinal durante mucho tiempo.

Preferentemente, el miembro de acción hidráulica comprende una pluralidad de cámaras hidráulicas, cada una de las cuales actúa sobre una sección diferente del depósito intestinal. Al llenar las cámaras en una secuencia predeterminada, se puede controlar el vaciado del depósito.

En una estructura relativamente sencilla, cada cámara hidráulica está interconectada hidráulicamente con otras dos cámaras hidráulicas, excepto la primera y la última, que están conectadas hidráulicamente a una sola cámara hidráulica y al depósito artificial. De este modo, el fluido puede fluir desde el depósito artificial secuencialmente a través de las cámaras hidráulicas y de vuelta al depósito artificial. Preferiblemente, las cámaras hidráulicas están interconectadas por agujeros que actúan como estranguladores del fluido. De este modo, el fluido pasará lentamente por las cámaras, llenando así las primeras cámaras antes que las últimas, de modo que el contenido intestinal del depósito intestinal es expulsado lentamente del mismo.

Sin embargo, pueden utilizarse estructuras más sofisticadas, por ejemplo, que incluyan una o más válvulas controladas activamente entre las cámaras interconectadas en lugar de los estranguladores de acción pasiva. Asimismo, en lugar de interconectar cada cámara hidráulica con las otras dos cámaras hidráulicas respectivas, una o todas las cámaras hidráulicas pueden estar dispuestas de manera que estén aisladas hidráulicamente de las otras cámaras respectivas y conectadas únicamente a la bomba hidráulica a través de líneas de control hidráulico individuales, o de manera que puedan aislarse hidráulicamente de las otras cámaras respectivas controlando individualmente las válvulas respectivas dentro de la trayectoria hidráulica.

La bomba hidráulica de accionamiento eléctrico está preferentemente adaptada para evacuar el miembro de acción hidráulica mediante la aplicación de una presión negativa, una vez que se ha vaciado el depósito intestinal. De este modo se facilita un nuevo llenado del depósito con contenido intestinal.

Alternativamente, en lugar de utilizar la presión negativa, también se puede confiar en la evacuación pasiva del miembro de acción hidráulica. Es decir, a medida que el depósito intestinal se llena de nuevo con contenido intestinal, el fluido dentro del miembro de acción hidráulica que rodea el depósito intestinal es automáticamente impulsado de vuelta al depósito. Este proceso puede ser ventajosamente apoyado por medio de uno o más válvulas entre el miembro de acción hidráulica y el depósito artificial, el cual, cuándo en una posición operativa apropiada, permite el flujo pasivo del fluido del miembro de acción hidráulico de vuelta al depósito artificial cuándo el depósito se llena con contenido intestinal y el cual, cuándo en una otra posición apropiada, impide el flujo del fluido del miembro de acción hidráulica de vuelta al depósito artificial cuándo el depósito intestinal está siendo vaciado.

Bomba de tipo mecánico

Según otra realización preferida, una bomba de tipo mecánico comprende al menos un miembro de acción mecánica para actuar sobre la pared intestinal desde el exterior del depósito intestinal y un motor eléctrico adaptado para accionar el miembro de acción mecánica para vaciar el depósito intestinal.

Una estructura preferida para el miembro de acción mecánica comprende al menos un rodillo adaptado para ser rodado sobre el depósito intestinal para vaciar el depósito desde el exterior del mismo. Por ejemplo, dos rodillos pueden actuar simultáneamente en lados opuestos de la superficie exterior del depósito intestinal para apretar el depósito. Alternativamente, un rodillo puede actuar en un lado de la superficie exterior del depósito intestinal contra una placa de contrapeso dispuesta en un lado opuesto del depósito. Para cada rodillo, pueden preverse dos pistas, una en cada lado lateral del depósito intestinal, para guiar el rodillo o los rodillos cuando son accionados por el motor eléctrico. Por lo tanto, la longitud de los rodillos debe ser suficiente para cubrir la anchura del depósito intestinal. Por lo tanto, de forma similar a la longitud de los dispositivos de sujeción mencionados anteriormente, los rodillos deben tener una longitud de unos 10 cm o más y las pistas deben tener preferiblemente también una longitud de unos 10 cm o más. Preferiblemente, cada una de las orugas tiene una porción de extremo doblada, dispuesta de tal manera que se dirige hacia fuera del depósito, cuando se implanta. Cuando el rodillo o los rodillos se colocan en la parte final doblada de la pista, el depósito intestinal no se constriñe y, por lo tanto, el contenido intestinal puede entrar libremente en el depósito intestinal.

Válvula como parte del dispositivo de control de flujo

Como se ha mencionado anteriormente, además de la al menos una bomba, el dispositivo de control de flujo está ventajosamente provisto además de una o más válvulas para controlar el flujo hacia y/o desde el depósito. Estas válvulas se implantan preferentemente en el interior del cuerpo del paciente, fuera de una sección del intestino del paciente, y pueden comprender al menos un elemento adaptado para actuar sobre la sección del intestino desde el exterior de la misma, a fin de actuar y, en particular, impedir el flujo del contenido intestinal a través de la sección del intestino. Esta disposición de la válvula es ventajosa en la medida en que su instalación no requiere ninguna cirugía en la parte respectiva del intestino.

Por ejemplo, debe proporcionarse una válvula de salida aguas abajo del depósito intestinal que impida que el contenido intestinal fluya desde el depósito en su posición cerrada. Preferiblemente, la válvula de salida es una válvula

normalmente cerrada, de modo que no se necesita energía para mantener la válvula cerrada durante los periodos inactivos del sistema.

Además, puede haber una válvula de entrada que permita que el contenido intestinal fluya hacia el depósito intestinal en su posición abierta. Esto puede ser ventajoso, especialmente durante el vaciado del depósito, para evitar el reflujo, es decir, cuando la válvula de entrada está cerrada. Por lo tanto, la válvula de entrada es preferiblemente una válvula normalmente abierta. En consecuencia, la válvula de salida y la válvula de entrada están preferiblemente adaptadas para cooperar de tal manera que cuando una de las dos válvulas está cerrada, la otra válvula respectiva está abierta, y viceversa.

Válvula de salida

La válvula de salida puede comprender un dispositivo de constricción hidráulico o mecánico para constreñir la sección del intestino y mantenerla cerrada. Por ejemplo, un dispositivo de constricción hidráulica puede comprender un compartimiento con un volumen variable adaptado para abrir y cerrar la válvula cambiando el volumen del compartimiento. El compartimiento tiene preferentemente al menos una pared flexible que define una abertura para que pase la sección de intestino, estando la abertura adaptada para cerrarse al aumentar el volumen del compartimiento.

Además del dispositivo de constricción hidráulica o mecánica, la válvula de salida puede comprender al menos un dispositivo de estimulación eléctrica adaptado para estimular eléctricamente el músculo o el tejido neural de la sección del intestino con el fin de provocar una contracción al menos parcial de la sección del intestino para impedir el flujo del contenido intestinal a través de la sección del intestino. De forma similar a los dispositivos de estimulación de la bomba de tipo de estimulación eléctrica descritos anteriormente, el dispositivo de estimulación de la válvula de salida puede comprender al menos un electrodo adaptado para aplicar pulsos eléctricos a la sección de intestino. Es particularmente ventajoso utilizar un dispositivo de estimulación eléctrica que esté adaptado para estimular diferentes porciones de la sección intestinal a lo largo del tiempo. De este modo, diferentes porciones de la sección del intestino pueden ser constreñidas por la estimulación en diferentes momentos en cualquier patrón de estimulación predeterminado, dando así a las porciones del intestino actualmente no estimuladas tiempo para recuperarse y, por lo tanto, mejorando la circulación sanguínea en la respectiva sección del intestino.

Además, el dispositivo de estimulación eléctrica puede adaptarse específicamente para estimular, a lo largo del tiempo, las diferentes porciones de la sección del intestino de forma ondulada en una dirección opuesta al flujo natural del contenido intestinal. Como resultado, la válvula contrarresta el flujo natural del contenido intestinal, mejorando así la función de cierre de la válvula.

En particular, cuando la válvula de salida comprende un dispositivo de constricción y un dispositivo de estimulación eléctrica en combinación, el dispositivo de estimulación y el dispositivo de constricción pueden actuar sobre la misma sección del intestino para mantener la sección del intestino cerrada. En este caso, el dispositivo de constricción está preferiblemente adaptado para constreñir sólo parcialmente la sección del intestino en la condición normal (cerrada) de la válvula, mientras que el dispositivo de estimulación está adaptado para estimular, con el tiempo, diferentes porciones de la sección del intestino de manera ondulante en una dirección opuesta al flujo natural del contenido intestinal, con el fin de empujar el contenido intestinal que sale hacia el depósito intestinal. Esta es una forma muy suave de evitar que el contenido intestinal salga del depósito intestinal.

Además, el dispositivo de estimulación eléctrica está preferiblemente adaptado de manera que pueda utilizarse igualmente para bombear el contenido intestinal a lo largo de la sección del intestino en una dirección de flujo natural del contenido intestinal, estimulando con el tiempo diferentes porciones de la sección del intestino de manera ondulada. El vaciado del depósito intestinal puede ser apoyado de esta manera. Durante este proceso, se libera la constricción parcial de la sección intestinal causada por el dispositivo de constricción hidráulica o mecánica de la válvula.

Válvula de entrada

La válvula de entrada puede ser de construcción más sencilla que la de salida, ya que la válvula de entrada es preferiblemente una válvula normalmente abierta. De este modo, hay poco peligro de que el tejido de la sección intestinal pueda resultar dañado debido a un periodo de tiempo excesivamente largo de interrupción del flujo sanguíneo. Por lo tanto, la válvula de entrada que se implanta aguas arriba del depósito para controlar el flujo del contenido intestinal hacia el depósito puede consistir sustancialmente en un dispositivo de constricción hidráulico o mecánico para constreñir dicha sección intestinal en el momento en que se vacía el depósito intestinal.

Según una realización del sistema, la bomba podría comprender además un dispositivo de montaje adaptado para ser montado en el peritoneo. El dispositivo de montaje podría estar adaptado para pasar a través de la pared peritoneal y sostener dicha sección intestinal, comprendiendo una brida destinada a ser colocada fuera del peritoneo. El dispositivo de montaje podría estar adaptado para sostener suturas y grapadoras que pasen a través de la pared peritoneal, cuando se implante, para sostener dicha sección de intestino artificial.

Motor

Ya se ha mencionado anteriormente que la bomba puede incluir un motor para accionarla automáticamente. El motor está dispuesto preferentemente para ser accionado por energía eléctrica o electromagnética. El mismo motor, o uno diferente, puede estar dispuesto para accionar la válvula o válvulas, respectivamente, entre las posiciones de cierre y apertura. Un motor en el sentido de la presente invención es un dispositivo que transforma energía distinta de la mecánica en energía mecánica.

Preferiblemente, el motor comprende un servomotor. El efecto del servomotor es que se puede utilizar un motor con relativamente poca potencia y, por tanto, un motor relativamente pequeño, mientras que el tiempo necesario para realizar el trabajo aumenta proporcionalmente. Sin embargo, dado que el tiempo de vaciado del depósito intestinal no es muy crítico, se puede aceptar esta contrapartida.

Puede proporcionarse un accionador manual, por ejemplo un interruptor, para activar la bomba o el al menos un motor, respectivamente, desde fuera del cuerpo del paciente. El interruptor está preferentemente dispuesto para su implantación subcutánea, de modo que pueda ser fácilmente operado desde el exterior del cuerpo del paciente.

Suministro de energía

Puede proporcionarse una fuente de energía para suministrar energía directa o indirectamente a al menos una parte del sistema que consume energía, en particular para accionar la bomba. Preferiblemente, la fuente de energía incluye una batería o un acumulador, como una o más de las baterías recargables y un condensador, como medio de almacenamiento de energía. El medio de almacenamiento de energía está ventajosamente adaptado para ser implantado dentro del cuerpo del paciente.

La energía se transmite preferentemente de forma inalámbrica. De este modo, cuando la fuente de energía se proporciona para suministrar energía directa o indirectamente a al menos una parte del sistema que consume energía, la fuente de energía puede comprender un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir energía de forma inalámbrica desde fuera del cuerpo del paciente a la al menos una parte que consume energía. Alternativamente, cuando la fuente de energía incluye una batería o un acumulador, en particular uno implantado en el cuerpo del paciente, la fuente de energía puede comprender un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir de forma inalámbrica la energía desde el exterior del cuerpo del paciente a los medios de almacenamiento de energía.

Unidad de control

Es ventajoso proporcionar una unidad de control adaptada para controlar directa o indirectamente uno o más elementos del sistema, como por ejemplo para controlar no sólo el accionamiento de la bomba sino también la apertura de la válvula de salida y/o el cierre de la válvula de entrada, en particular de manera que cuando una de las dos válvulas está cerrada, la otra válvula respectiva está abierta, y viceversa. La unidad de control es preferiblemente operable por el paciente, por ejemplo, en particular para vaciar el depósito, como por ejemplo accionando el mencionado interruptor implantable subcutáneamente.

Asimismo, la unidad de control puede comprender una primera parte adaptada para su implantación en el cuerpo del paciente y una segunda parte adaptada para cooperar con la primera parte desde el exterior del cuerpo del paciente. En este caso, la unidad de control puede estar adaptada para transmitir datos desde la segunda parte externa de la unidad de control a la primera parte implantada de la unidad de control de la misma manera que se transmite la energía a la al menos una parte consumidora de energía.

La invención se describirá ahora con más detalle en el contexto de algunas realizaciones preferidas de la invención como se muestra en los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1 a 3 no representan realizaciones de la invención.

La figura 1A muestra una sección modificada quirúrgicamente de un intestino humano que forma un depósito intestinal con una válvula de entrada desactivada delante y una válvula de salida activada detrás del depósito intestinal.

La figura 1B muestra el depósito intestinal de la figura 1A con la válvula de entrada activada y la de salida desactivada.

La figura 2A muestra una vista en planta de una bomba de tipo eléctrico para vaciar el depósito intestinal de la figura 1B con un aparato de estimulación eléctrica que comprende una pluralidad de dispositivos de sujeción de electrodos en forma de varilla colocados uno al lado del depósito intestinal.

La figura 2B muestra una vista lateral de la bomba de tipo eléctrico de la figura 2A.

La figura 3A muestra una vista lateral de una variante de la bomba de tipo eléctrico de la figura 2B con la pluralidad de los dispositivos de sujeción de los electrodos colocados uno al lado del otro en pliegues formados por la pared del depósito intestinal.

La figura 3B muestra la variante de la bomba de tipo eléctrico de la figura 3A en una vista lateral transversal diferente.

La figura 4A muestra una vista en planta de una bomba de tipo mecánico para vaciar el depósito intestinal de la figura 1B.

La figura 4B muestra una vista lateral de la bomba de tipo mecánico de la figura 4A.

La figura 5A muestra una vista en planta de una bomba de tipo hidráulico para vaciar el depósito intestinal de la figura 1B.

La figura 5B muestra una vista lateral de la bomba de tipo hidráulico de la figura 5A.

Descripción detallada de los dibujos

La figura 1A muestra un depósito 140 formado por el intestino humano 70. Una pluralidad de porciones dobladas del intestino humano 70 se corta a lo largo de las líneas de contacto mutuo de secciones lateralmente adyacentes del mismo. Las mitades superiores e inferiores resultantes se interconectan para formar las paredes del depósito intestinal 140. La interconexión puede realizarse ventajosamente con grapadoras, posiblemente incluyendo la unión con un pegamento biocompatible, pero la costura es igualmente una opción.

A la salida del depósito intestinal 140, una válvula de salida que comprende una pluralidad de secciones de válvula 61, 62, 63 se proporciona a lo largo de, y encierra, una sección de terminación 80 no modificada del intestino del paciente. La sección de terminación 80 no modificada se pasa a través de la pared abdominal 101 del paciente y forma un estoma 170 creado quirúrgicamente. La sección de terminación no modificada 80 podría llegar al recto o al ano del paciente. Las secciones de la válvula 61, 62, 63 comprenden cada una un dispositivo de estimulación eléctrica adaptado para estimular eléctricamente el músculo o el tejido neutro de la sección de terminación 80 del intestino, con el fin de provocar una contracción al menos parcial de la sección de terminación. La estimulación eléctrica se consigue aplicando pulsos eléctricos a la sección terminal 80 por medio de electrodos (no mostrados). Cada una de las secciones de válvula 61, 62, 63 comprende además al menos un dispositivo de constricción.

En la figura 1A, los dispositivos de constricción de las tres secciones de la válvula 61, 62, 63 están activados. Como puede verse, los dispositivos de constricción 61, 62, 63 sólo constriñen parcialmente la sección de terminación 80 del intestino, de modo que la circulación sanguínea en el tejido de la pared intestinal no se ve afectada negativamente por ello. Los dispositivos de estimulación eléctrica de las secciones de válvula 61, 62, 63 están adaptados para constreñir aún más la sección de terminación 80 de manera que se impida completamente el flujo a través de la sección de terminación 80. Sin embargo, únicamente un dispositivo de estimulación eléctrica se activa en cada momento. En la situación mostrada en la Figura 1A, la sección de válvula central 62 se activa actualmente para estimular y, por tanto, constreñir completamente la sección correspondiente de la sección de terminación 80 del intestino. Mientras que, en lugar de los tres dispositivos de estimulación mostrados, un único dispositivo de estimulación sería suficiente para abrir y cerrar el intestino, la disposición de la pluralidad de dispositivos de estimulación permite estimular diferentes secciones de la sección de terminación 80 del intestino a lo largo del tiempo. La función de los tres dispositivos de estimulación también puede combinarse en una unidad integral. Dado que la estimulación eléctrica en cada sección de la válvula 61, 62, 63 se produce siempre durante un breve período de tiempo, las otras secciones respectivas no estimuladas de la sección de terminación del intestino 80 tienen tiempo para recuperarse de una constricción anterior, de modo que se garantice un flujo sanguíneo suficiente dentro de la pared intestinal. En general, las secciones de la válvula 61, 62, 63 permiten una constricción suave de la sección terminal 80 del intestino a la salida del depósito cuando se mantiene la salida normalmente cerrada. Preferiblemente, el cierre se consigue estimulando diferentes secciones de la sección terminal 80 del intestino de forma ondulada en una dirección opuesta al flujo natural del contenido del intestino.

Sin embargo, en lugar de combinar dispositivos de estimulación eléctrica con un dispositivo de constricción, la válvula a la salida del depósito 140 puede estar formada únicamente por uno o una pluralidad de dispositivos de constricción. El dispositivo de constricción es preferentemente de tipo hidráulico, como por ejemplo en forma de manguitos de presión, pero también puede ser de tipo mecánico. El dispositivo de constricción no se describe aquí con más detalle, y puede corresponder a la válvula de entrada 194 prevista en la entrada del depósito 140. La válvula de entrada 194 tiene aquí la forma de un manguito hidráulico. Mientras que las secciones de válvula 61, 62, 63 de la válvula de salida se proporcionan para cerrar normalmente la salida del depósito intestinal 140 con el fin de mantener el contenido intestinal dentro del depósito 140, la válvula de entrada 194 está normalmente abierta para permitir que el contenido intestinal fluya hacia el depósito 140.

El manguito de la válvula de entrada 194 puede llenarse con un fluido hidráulico procedente de un depósito hidráulico artificial 195, a fin de constreñir completamente el intestino 70 frente al depósito 140. De este modo, se puede evitar eficazmente el reflujo del contenido intestinal hacia el intestino 70, cuando se desea vaciar el depósito. Al mismo tiempo, las secciones de válvula 61, 62, 63 de la válvula de salida se abren para permitir el vaciado del depósito intestinal 140. Esto se muestra en la figura 1B. Como puede verse, se ha liberado la constricción parcial de la sección terminal 80 mediante los dispositivos de constricción. Además, ya no se aplican pulsos de estimulación eléctrica. Sin embargo, puede ser ventajoso apoyar el proceso de vaciado mediante la constricción de las diferentes secciones de la sección terminal 80 del intestino en forma de onda en dirección al estoma 170 por medio de las secciones de válvula 61, 62, 63 de la válvula de salida.

A continuación, se describen diferentes formas de realización de un sistema de vaciado del depósito intestinal 140.

Como se muestra en la figura 2A, el depósito 140 puede vaciarse mediante una bomba de tipo de estimulación eléctrica que comprende un aparato de estimulación eléctrica con dispositivos de sujeción de electrodos 160 que están adaptados para estimular eléctricamente el tejido muscular o neural del depósito intestinal 140 con el fin de provocar una contracción al menos parcial del depósito 140. Esta es una forma muy suave de constreñir el tejido del depósito intestinal 140. Un segundo conjunto de dispositivos de sujeción de electrodos 161 está dispuesto en el lado opuesto

del depósito 140, como puede verse en la figura 2B. Así, los electrodos de los dispositivos de sujeción 160, 161 están dispuestos sustancialmente en dos planos en lados opuestos del depósito 140. Los dispositivos de sujeción 160, 161 tienen una forma longitudinal para abarcar el depósito 140 cuando están dispuestos uno al lado del otro, como se muestra en la figura 2A.

5 Como se muestra en la figura 2A, los dispositivos de sujeción 160, 161 tienen cada uno una forma longitudinal o de varilla que abarca sustancialmente toda la anchura del depósito 140. La longitud es preferiblemente de 5 cm o más, dependiendo del tamaño del depósito intestinal, y puede incluso tener una longitud de más de 8 cm o incluso más de 10 cm. El área total abarcada sería típicamente mayor de 4,5 cm x 6 cm en vista en planta. Los dispositivos de sujeción 160, 161 pueden comprender cada uno una fila de electrodos dispuestos a lo largo de su longitud y adaptados para
10 aplicar pulsos eléctricos a la pared intestinal del depósito 140. Alternativamente, cada dispositivo de sujeción puede constar sustancialmente de un solo electrodo longitudinal. Preferiblemente, los electrodos pueden ser controlados individualmente.

En otra realización, no mostrada, los dispositivos de estimulación 160, 161 pueden formar miembros en forma de placa que tienen una anchura mayor que los mostrados en la Figura 2A, lo que resulta en un número menor de dispositivos
15 de sujeción. En otra realización, tampoco mostrada, en lugar de disponer los dispositivos de sujeción por separado uno al lado del otro, pueden combinarse en una unidad integral, como una placa, en un lado o en lados opuestos del depósito intestinal. En el caso de que el dispositivo o dispositivos de sujeción formen miembros similares a una placa con una anchura ampliada, una pluralidad de filas de electrodos pueden estar dispuestas en paralelo en los dispositivos de sujeción. Los dispositivos de sujeción en forma de placa o de varilla pueden estar incrustados en una red flexible
20 (no mostrada) para facilitar la implantación y la fijación relativa de los dispositivos de estimulación adyacentes.

El vaciado del depósito intestinal 140 puede ser activado por el paciente presionando un actuador 99 operable manualmente implantado subcutáneamente en la pared abdominal 101 del paciente en forma de interruptor. El accionador 99 está conectado a un medio combinado de almacenamiento de energía y a un dispositivo controlador 150. Los electrodos colocados en los dispositivos de sujeción 160, 161 son controlados y suministrados con energía
25 a través de los medios de almacenamiento de energía y el dispositivo controlador 150. El dispositivo 150 está conectado a los dispositivos de sujeción 160, 161 a través de líneas individuales.

Bajo el control del dispositivo 150, diferentes porciones de la pared intestinal del depósito 140 son estimuladas en diferentes momentos en un patrón de estimulación predeterminado por medio de los electrodos de los dispositivos de sujeción 160, 161 y, por lo tanto, diferentes secciones del depósito intestinal 140 son constreñidas por dicha
30 estimulación. La bomba de tipo de estimulación eléctrica está específicamente adaptada para estimular, a lo largo del tiempo, respectivamente porciones adyacentes de la pared intestinal del depósito 140 de manera consecutiva o en forma de onda en dirección al estoma 170 (o recto/ano) para provocar el vaciado del depósito 140. Esta estructura permite adaptar la disposición de los dispositivos de sujeción 160, 161 y su modo de funcionamiento a la forma individual del depósito intestinal 140. Esta funcionalidad se ve reforzada cuando cada uno de los dispositivos de
35 sujeción 160, 161 lleva una pluralidad de electrodos que se controlan individualmente o en grupos.

Como ya se ha dicho, la válvula de entrada 194 está preferiblemente cerrada durante el vaciado del depósito. Esto es particularmente importante en el caso de que todos los dispositivos de retención 160, 161 se activen simultáneamente para constreñir todas las secciones del depósito 140 al mismo tiempo. Dado que la válvula de salida 194 está cerrada, el contenido intestinal no puede volver a fluir desde el depósito hacia el intestino del paciente, sino que es impulsado
40 hacia la salida del depósito. Una válvula de entrada no es específicamente necesaria cuando los dispositivos de retención de electrodos se activan de manera consecutiva o en forma de onda, como se mencionó anteriormente.

En otra realización mostrada en las figuras 3A y 3B, los dispositivos de sujeción de electrodos 160, 161 están específicamente previstos para ser incrustados en pliegues o invaginaciones 141 creados quirúrgicamente en la pared intestinal del depósito 140. Al proporcionar las invaginaciones 141 en el depósito 140, los dispositivos de sujeción 160, 161 están sustancialmente rodeados por el tejido del depósito 140 y, por lo tanto, se aumenta el área de contacto. La estimulación del depósito 140 puede así mejorarse. Además, el tejido circundante de la cavidad abdominal no entra en contacto con los electrodos de los dispositivos de sujeción y, por lo tanto, no se ve influenciado por el proceso de estimulación. También se mejora la fijación de los dispositivos de sujeción 160, 161, asegurando así que los dispositivos de sujeción 160, 161 y, por lo tanto, los electrodos estén situados con precisión durante mucho tiempo. Los dispositivos de sujeción 160, 161 siguen necesariamente todos los movimientos de la pared intestinal del depósito 140.
50

Además de la bomba del tipo de estimulación eléctrica, puede implantarse en el cuerpo del paciente una bomba del tipo de constricción para constreñir el depósito 140 mecánicamente o hidráulicamente desde fuera de la pared intestinal del depósito 140. Los ejemplos de bombas mecánicas e hidráulicas de tipo constricción se describirán con más detalle
55 más adelante en relación con las figuras 4A, 4B y las figuras 5A, 5B. Cuando la bomba de tipo de estimulación se combina con una bomba de tipo de constricción, las dos bombas actúan preferentemente sobre la misma porción del depósito 140. En ese caso, es ventajoso que la bomba de tipo constricción constriña la porción respectiva del depósito 140 sólo parcialmente, para no dañar el intestino, mientras que la constricción adicional se consigue mediante la estimulación eléctrica simultánea de la misma porción.

Además, cuando se libera la constricción del depósito 140 causada por la bomba del tipo de constricción, la bomba del tipo de estimulación puede, si se adapta en consecuencia, utilizarse para bombear el contenido intestinal hacia la salida del depósito 140 mediante la estimulación, a lo largo del tiempo, de diferentes porciones de la pared intestinal del depósito 140 de forma ondulada en una dirección de flujo natural del contenido intestinal. De este modo, se favorece el llenado del depósito 140, ya que el contenido intestinal no permanece en la zona de la entrada del depósito 140, sino que se transporta en dirección a la salida.

Las figuras 4A, 4B muestran una realización de una bomba de tipo mecánico que comprende miembros de acción mecánica en forma de rodillos 180, 181 para vaciar el depósito 140. Los rodillos 180, 181 están dispuestos en lados opuestos del depósito 140 y tienen una longitud que abarca toda la anchura del depósito 140, es decir, 10 cm o más. Cada uno de los rodillos está guiado por dos carriles 182a, 183a y 182b, 183b, respectivamente, y son accionados por un motor integrado en los rodillos (no mostrado) que preferentemente comprende un servomotor. El servomotor reduce la fuerza necesaria para mover los rodillos 180, 181, de modo que puede utilizarse un motor relativamente pequeño a cambio de un proceso de vaciado más largo. Las orugas 182a, 183a, 182b, 183b están dispuestas por pares en lados opuestos del depósito 140. Como puede verse en la figura 4B, las orugas tienen porciones de extremo dobladas 184a, 184b dirigidas hacia fuera del depósito 140, de modo que los rodillos 180, 181 pueden asumir una posición inactiva en la que no constriñen el depósito 140. Cuando se desea vaciar el depósito, los rodillos 180, 181 son conducidos a lo largo de las pistas en la dirección de las flechas, acercándose así unos a otros y constriñendo el depósito 140. Cuando los rodillos son guiados además por las pistas a lo largo de la longitud del depósito en su posición próxima, exprimen mecánicamente el contenido intestinal en la dirección hacia y fuera de la salida del depósito 140. Cuando los rodillos 180, 181 han alcanzado su posición final y el depósito 140 se ha vaciado, vuelven a su posición inicial inactiva en las porciones finales 184a, 184b de las vías. En lugar de rodillos en cada lado del depósito 140, puede ser suficiente proporcionar uno o más rodillos sólo en un lado del depósito 140 y colocar una placa de contrapeso en el respectivo lado opuesto del depósito 140.

De nuevo, el vaciado del depósito intestinal 140 puede ser activado por el paciente presionando el actuador 99 operable manualmente implantado subcutáneamente en la pared abdominal 101 del paciente, estando el actuador 99 conectado a los medios combinados de almacenamiento de energía y al dispositivo controlador 150. La energía se suministra desde el dispositivo 150 al motor o motores dentro de los rodillos 180, 181.

Las figuras 5A, 5B muestran una realización de una bomba de tipo hidráulico que comprende un miembro de acción hidráulica 190 adaptado para actuar sobre la pared intestinal del depósito 140 desde el exterior del mismo. El miembro de acción hidráulica 190 está conectado a un depósito artificial 193 suministrando el miembro de acción hidráulica 190 con fluido hidráulico. El depósito artificial 193 es de un tamaño suficientemente grande para acomodar el fluido hidráulico en una cantidad correspondiente al volumen del depósito intestinal 140. El depósito artificial 193 tiene una pared flexible para permitir que el fluido hidráulico se extraiga y se vuelva a llenar en el depósito artificial 193. El miembro de acción hidráulica 190 es de material flexible y puede tener forma de tubo o de bolsa para alojar en él el depósito intestinal 140. Como se muestra en la Figura 5B, el depósito 140 está rodeado por el miembro de acción hidráulica 190. El miembro de acción hidráulica 190 está dividido en una pluralidad de cámaras, en las que una primera cámara 191 y una última cámara 194 están conectadas al depósito artificial 193 mediante conductos hidráulicos. Las cámaras están interconectadas a través de conexiones 192, que pueden ser simples orificios que actúan como un acelerador o pueden incluir una o más válvulas que son preferiblemente controladas automáticamente.

Tras la activación del sistema por parte del paciente mediante el actuador subcutáneo 99, se inicia el vaciado del depósito intestinal 140 mediante el suministro de fluido hidráulico desde el depósito artificial 193 a la primera cámara 191. Las siguientes cámaras son alimentadas con el fluido hidráulico a través de las conexiones 192, haciendo así que el miembro 190 de acción hidráulica se llene lentamente desde la primera cámara 191 hasta la última cámara 194. El llenado de las cámaras se produce secuencialmente, comenzando a llenarse la siguiente cámara antes de que la anterior se llene completamente. De esta manera, el contenido intestinal es exprimido hidráulicamente en dirección a la salida del depósito 140. Cuando el miembro de acción hidráulica 190 está completamente lleno de fluido hidráulico, el depósito 140 está completamente constreñido. A continuación, el fluido hidráulico se retira de las cámaras del miembro de acción hidráulica 190 de vuelta al depósito artificial 193 utilizando presión negativa. El depósito intestinal 140 puede entonces comenzar a llenarse de nuevo con contenido intestinal.

De nuevo, este proceso está controlado por el dispositivo 150, que está conectado al depósito artificial 193. Conectado a o integralmente formado con el depósito artificial 193 es una bomba eléctricamente conducida (no mostrado) para bombear el fluido hidráulico en y retirar el fluido hidráulico del miembro hidráulicamente actuando. La bomba eléctricamente conducida está suministrada con energía del almacenamiento de energía combinado significa y dispositivo de control 150.

En otra realización, cada cámara del miembro 190 de acción hidráulica puede tener una conexión de fluido separada con el depósito artificial 193 para poder ser llenada individualmente. El depósito intestinal 140 puede vaciarse llenando consecutivamente dos cámaras adyacentes del miembro de acción hidráulica 190, es decir, llenando primero la primera y la segunda cámara, luego vaciando la primera cámara mientras se llena la tercera, luego vaciando la segunda cámara mientras se llena la cuarta, y así sucesivamente. De esta manera, el contenido intestinal es exprimido hacia y fuera de la salida del depósito intestinal 140.

Alternativamente, en lugar de aplicar una presión negativa para evacuar las cámaras, puede proporcionarse al menos una válvula, preferiblemente dos válvulas (no mostradas) entre el miembro de acción hidráulica 190 y el depósito artificial 193 que, cuando está en una posición operativa apropiada, permite que el fluido hidráulico fluya pasivamente desde el miembro de acción hidráulica de vuelta al depósito artificial 193 cuando el depósito intestinal 140 se llena de contenido intestinal y que, cuando está en otra posición apropiada, impide que el fluido hidráulico fluya desde el miembro de acción hidráulica de vuelta al depósito artificial cuando el depósito intestinal se está vaciando.

Como en todas las realizaciones, el vaciado del depósito 140 se coordina con la apertura y el cierre de la válvula de entrada 194 y las válvulas de salida 61, 62, 63.

Transmisión de energía

Puede proporcionarse una fuente de energía para suministrar energía directa o indirectamente a al menos una parte del sistema que consuma energía, en particular para accionar la bomba o el motor de la bomba. Preferiblemente, la fuente de energía incluye una batería o un acumulador, como una o más de las baterías recargables y un condensador, como medio de almacenamiento de energía. El medio de almacenamiento de energía está ventajosamente adaptado para ser implantado en el interior del cuerpo del paciente, como en el caso del mencionado medio de almacenamiento de energía combinado y el dispositivo de control 150.

La energía se transmite preferentemente de forma inalámbrica. De este modo, cuando la fuente de energía se proporciona para suministrar energía directa o indirectamente a al menos una parte del sistema que consume energía, la fuente de energía puede comprender un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir energía de forma inalámbrica desde fuera del cuerpo del paciente a la al menos una parte que consume energía. Alternativamente, cuando la fuente de energía incluye una batería o un acumulador, en particular uno implantado en el cuerpo del paciente, la fuente de energía puede comprender un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir de forma inalámbrica la energía desde el exterior del cuerpo del paciente a los medios de almacenamiento de energía.

Cuando la energía no se transmite de forma inalámbrica, se pueden proporcionar elementos de acoplamiento galvánico al menos entre el acumulador y la parte que consume energía, en particular el motor, para transmitir la energía al motor de forma contactada.

Preferiblemente, para reducir el número de piezas y posiblemente aumentar la eficiencia del sistema, la parte consumidora de energía, en particular el motor, puede adaptarse para transformar directamente la energía transmitida de forma inalámbrica desde el acumulador en energía cinética. Alternativamente, la parte consumidora de energía tendrá que comprender un dispositivo de transformación para transformar la energía transmitida de forma inalámbrica desde el acumulador en energía eléctrica.

Del mismo modo, el sistema comprende preferentemente un dispositivo transformador de energía implantable para transformar la energía transmitida de forma inalámbrica desde el exterior del cuerpo del paciente en energía que se almacenará en el acumulador del sistema implantado y comprende además un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir de forma inalámbrica la energía desde el exterior del cuerpo del paciente a dicho dispositivo transformador de energía implantable.

Además, se prefiere configurar el sistema de manera que la parte que consume energía sea impulsada con la energía eléctrica, ya que dicho dispositivo transformador de energía transforma la energía inalámbrica en energía eléctrica.

El transmisor de energía puede estar adaptado para generar un campo electromagnético, un campo magnético o un campo eléctrico. La energía inalámbrica puede ser transmitida por el dispositivo de transmisión de energía mediante al menos una señal inalámbrica. Más concretamente, el transmisor de energía puede estar adaptado para transmitir la energía mediante al menos una señal de energía inalámbrica, que puede comprender una señal de onda electromagnética, incluyendo al menos una de una señal de luz infrarroja, una señal de luz visible, una señal de luz ultravioleta, una señal láser, una señal de microondas, una señal de radiación de rayos X y una señal de radiación gamma. Además, la señal de energía inalámbrica puede comprender una señal de sonido o de ondas de ultrasonido. Además, la señal de energía inalámbrica puede comprender una señal digital o analógica o una combinación de las mismas.

Fuente de energía primaria

Puede proporcionarse una fuente de energía primaria para cargar los medios de almacenamiento de energía con energía procedente del exterior del cuerpo del paciente. La fuente de energía primaria está preferiblemente adaptada para ser montada en el cuerpo del paciente.

Retroalimentación de la transmisión de energía

Un subsistema de retroalimentación, que puede formar parte de un dispositivo de control descrito posteriormente, puede proporcionarse ventajosamente para enviar de forma inalámbrica información de retroalimentación relacionada con la energía que debe almacenarse en los medios de almacenamiento de energía desde el interior del cuerpo humano hacia el exterior del mismo. La información de retroalimentación se utiliza entonces para ajustar la cantidad

de energía inalámbrica transmitida por el transmisor de energía. Dicha información de retroalimentación puede referirse a un balance de energía que se define como el balance entre una cantidad de energía inalámbrica recibida dentro del cuerpo humano y una cantidad de energía consumida por la al menos una parte consumidora de energía. Alternativamente, la información de retroalimentación puede referirse a un balance de energía que se define como el balance entre una tasa de energía inalámbrica recibida dentro del cuerpo humano y una tasa de energía consumida por una parte consumidora de energía.

Unidad de control

Es ventajoso proporcionar una unidad de control adaptada para controlar directa o indirectamente uno o más elementos del sistema, como para controlar la apertura de la válvula de salida y/o el cierre de la válvula de entrada en combinación con la bomba, en particular de manera que cuando una de las dos válvulas está cerrada, la otra válvula respectiva está abierta, y viceversa.

Al menos una parte de la unidad de control puede estar adaptada para ser implantada en el cuerpo del paciente. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, se puede prever un accionador 99 operable manualmente en forma de interruptor para activar la unidad de control, estando el interruptor preferentemente dispuesto para su implantación subcutánea de manera que pueda ser operado desde fuera del cuerpo del paciente. Alternativamente, la unidad de control puede comprender una primera parte adaptada para su implantación en el cuerpo del paciente y una segunda parte adaptada para cooperar con la primera parte desde el exterior del cuerpo del paciente. En este caso, la unidad de control puede estar adaptada para transmitir datos desde la segunda parte externa de la unidad de control a la primera parte implantada de la unidad de control de la misma manera que la energía es transmitida por dicho transmisor de energía inalámbrico desde fuera del cuerpo del paciente a dicho dispositivo transformador de energía implantable.

Es decir, la segunda parte de la unidad de control puede estar adaptada para transmitir de forma inalámbrica una señal de control a la primera parte implantable de la unidad de control para controlar la al menos una parte que consume energía desde fuera del cuerpo del paciente. Asimismo, la primera parte implantable de la unidad de control puede ser programable a través de la segunda parte de la unidad de control. Además, la primera parte implantable de la unidad de control puede estar adaptada para transmitir una señal de retroalimentación a la segunda parte de la unidad de control.

Sensor

Además, puede proporcionarse un sensor de parámetros físicos adaptado para detectar directa o indirectamente un parámetro físico del paciente. El sensor de parámetros físicos puede estar adaptado para detectar al menos uno de los siguientes parámetros físicos del paciente: una presión dentro de la sección de intestino artificial, una presión dentro del intestino natural del paciente, una expansión de la sección de intestino artificial, una distensión de una pared intestinal del intestino natural del paciente, un movimiento de la pared intestinal del paciente.

Del mismo modo, puede proporcionarse un sensor de parámetros funcionales adaptado para detectar directa o indirectamente un parámetro funcional del sistema, en el que el sensor de parámetros funcionales puede estar adaptado para detectar al menos uno de los siguientes parámetros funcionales del sistema: una presión contra una parte del sistema, como la sección de intestino artificial, una distensión de una parte del sistema, como una pared de la sección de intestino artificial, un parámetro eléctrico como el voltaje, la corriente o el balance energético, una posición o movimiento de una parte móvil del sistema.

Preferiblemente, se acopla un indicador al sensor o sensores, estando el indicador adaptado para proporcionar una señal cuando un sensor detecta un valor del parámetro más allá de un valor umbral predeterminado. La señal del sensor puede comprender al menos uno de los siguientes tipos de señales: una señal sonora, una señal visual.

Disposición del flujo del depósito

El depósito intestinal tiene una parte anterior con una primera abertura intestinal y una parte posterior con una segunda abertura intestinal.

El sistema puede incluir un primer pasaje intestinal en comunicación de flujo con la primera abertura intestinal dispuesto para transferir el contenido intestinal al depósito y/o el sistema puede comprender un segundo pasaje intestinal en comunicación de flujo con la segunda abertura intestinal, estando dicho segundo pasaje intestinal dispuesto para transferir el contenido intestinal desde el depósito. El segundo conducto intestinal puede estar conectado quirúrgicamente a un estoma creado quirúrgicamente, en cuyo caso la bomba está adaptada para bombear el contenido intestinal del depósito a través de dicho estoma. Por ejemplo, la parte descendente del segundo conducto intestinal puede avanzar a través de la pared abdominal y la piel, consiguiendo así un estoma intestinal. Alternativamente, el segundo conducto intestinal puede estar conectado quirúrgicamente al ano del paciente o a un tejido adyacente al ano del paciente, en cuyo caso la bomba está adaptada para bombear el contenido intestinal a través del ano del paciente.

El depósito puede estar formado por el intestino delgado o por el intestino grueso. En consecuencia, el segundo pasaje intestinal puede estar formado por el intestino delgado o el intestino grueso.

5 En otra realización, el segundo pasaje intestinal también puede estar conectado quirúrgicamente a una pieza intestinal artificial, en la que dicha pieza intestinal artificial puede comprender una válvula para controlar el flujo del contenido intestinal. La pieza intestinal artificial puede estar adaptada para ser conectada al intestino delgado del paciente o al intestino grueso del paciente o al ano del paciente o al tejido adyacente al ano del paciente o a un estoma creado quirúrgicamente.

Procedimiento de tratamiento (implantación)

10 La presente invención no se relaciona con un procedimiento para implantar el sistema o al menos componentes del mismo dentro del cuerpo del paciente.

Como se ha mencionado anteriormente, el depósito del sistema se fabrica a partir del intestino del paciente. Un procedimiento quirúrgico respectivo de tratar al paciente por lo tanto comprende las etapas de:

- cortar la piel y la pared abdominal del paciente,
- diseccionar una zona del intestino del paciente,
- 15 • cortar el intestino del paciente a lo largo de una línea de contacto mutuo de secciones lateralmente adyacentes de una porción doblada del mismo y conectar por medio de sutura y/o grapado las mitades superior e inferior resultantes del intestino para formar una pared intestinal de un depósito,
- implantar al menos una bomba como parte de un dispositivo de control de flujo para que resida permanentemente en el interior del cuerpo del paciente y actúe sobre dicha pared intestinal para reducir el volumen del depósito con el fin de vaciar el contenido intestinal del depósito al exterior del cuerpo del paciente,
- 20 y
- después, cerrando permanentemente la pared abdominal y la piel.

Un procedimiento quirúrgico laparoscópico respectivo para tratar al paciente comprende las etapas de:

- hacer una pequeña abertura en la piel y la pared abdominal del paciente,
- 25 • introducir una aguja en la cavidad abdominal,
- inflar la cavidad abdominal con gas,
- insertar al menos un trocar en la cavidad,
- introducir una cámara a través del trocar,
- insertar al menos un instrumento de disección preferentemente a través de un segundo trocar,
- 30 • disecar un área del intestino,
- cortar el intestino del paciente a lo largo de una línea de contacto mutuo de secciones lateralmente adyacentes de una porción doblada del mismo y conectar por medio de sutura y/o grapado las mitades superior e inferior resultantes del intestino para formar una pared intestinal de un depósito,
- 35 • implantar al menos una bomba como parte de un dispositivo de control de flujo para que resida permanentemente en el interior del cuerpo del paciente y actúe sobre dicha pared intestinal para reducir el volumen del depósito con el fin de vaciar el contenido intestinal del depósito al exterior del cuerpo del paciente,
- extraer los instrumentos, cámara y trocar, y en relación con ellos
- suturar, si es necesario, la pared abdominal y cerrar definitivamente la piel.

40 Como también se ha mencionado anteriormente, el sistema puede conectarse quirúrgicamente a un estoma creado quirúrgicamente o al recto o ano del paciente o al tejido adyacente al ano del paciente. Esto requeriría, en caso de estoma, las siguientes etapas adicionales:

- cortar la piel y la pared abdominal del paciente para crear una abertura para un estoma intestinal,
- diseccionar la zona de la abertura,

- dividir el intestino descendente del depósito para mantener una sección de intestino natural ascendente todavía conectada al depósito con una abertura transversal en el extremo descendente del mismo,
- diseccionar el mesenterio de la sección ascendente del intestino natural en la zona de la abertura transversal en el extremo descendente del mismo para preparar la creación del estoma intestinal,
- 5 • avanzar la sección de intestino natural ascendente a través de la pared abdominal y la piel y
- suturar la sección de intestino natural ascendente en la zona de la abertura transversal a la piel con la mucosa intestinal vuelta del revés, consiguiendo así el estoma intestinal.

Cuando el sistema pueda conectarse quirúrgicamente a un ano del paciente o a un tejido adyacente al ano del paciente, esto requeriría las siguientes etapas adicionales:

- 10 • dividir el intestino para crear una sección de intestino natural ascendente con una abertura transversal en su extremo descendente y una sección de intestino natural descendente que desemboque en el ano del paciente,
- diseccionar la zona del ano del paciente y separar quirúrgicamente la sección de intestino natural descendente del ano del paciente, mientras que las etapas de dividir el intestino y separar la sección de
- 15 intestino que conduce al ano del paciente pueden realizarse alternativamente en orden inverso,
- diseccionar el mesenterio de la sección ascendente del intestino natural en la zona de la abertura transversal en el extremo descendente del mismo para preparar la conexión de la sección ascendente del intestino natural al ano del paciente o al tejido adyacente al ano del paciente,
- hacer avanzar el extremo descendente de la sección ascendente del intestino natural a través del ano del
- 20 paciente, y
- suturar la abertura transversal de la sección de intestino natural ascendente al ano del paciente o al tejido adyacente al ano del paciente.

En contexto con la implantación de una bomba de tipo estimulación eléctrica descrita anteriormente, el procedimiento puede comprender además la etapa de implantar al menos un dispositivo de sujeción con electrodos en la vecindad

25 del depósito intestinal para permitir la contracción al menos parcial del depósito intestinal mediante la estimulación eléctrica del tejido muscular o neural con la ayuda de los electrodos del dispositivo de sujeción. Preferentemente, se aplican impulsos eléctricos a la sección intestinal por medio del dispositivo de estimulación.

De acuerdo con una realización preferente, como también se ha mencionado anteriormente, se crean quirúrgicamente pliegues de la pared intestinal del depósito y los componentes de la bomba de tipo estimulación eléctrica se implantan

30 en los pliegues. El lado abierto de los pliegues puede cerrarse preferentemente cosiendo, uniendo y/o grapando el tejido de la pared intestinal para formar bolsas en las que se colocan los dispositivos de sujeción de la bomba o bien después o preferentemente antes del cierre de los pliegues. Si bien los dispositivos de sujeción son preferentemente longitudinales, pueden tener igualmente cualquier otra forma, por lo que los pliegues o bolsas se forman quirúrgicamente a partir de la pared intestinal para alojar en ellos los dispositivos de estimulación individuales.

35 Preferentemente, una pluralidad de dispositivos de sujeción se implanta uno al lado del otro a lo largo de la pared intestinal del depósito para poder estimular diferentes porciones de la pared intestinal a lo largo del tiempo. Más concretamente, los dispositivos de estimulación pueden implantarse para bombear el contenido intestinal a lo largo del depósito intestinal estimulando, con el tiempo, las distintas porciones de la pared intestinal de forma consecutiva o, preferentemente, en forma de onda.

40 Alternativamente, o además de la bomba de tipo estimulación eléctrica, puede implantarse una bomba de tipo constricción, tal como una bomba mecánica o una bomba hidráulica, para permitir la constricción mecánica o hidráulica, al menos parcial, del depósito intestinal por medio de la bomba de tipo constricción. La bomba de tipo constricción puede combinarse ventajosamente con la bomba de tipo estimulación eléctrica para permitir añadir una constricción adicional del depósito intestinal por medio de la estimulación de secciones del depósito intestinal con

45 impulsos eléctricos. En particular, esto puede utilizarse para bombear el contenido intestinal a lo largo del depósito intestinal por medio de, con el tiempo, la estimulación de las diferentes porciones de la sección intestinal en forma de onda, cuando se libera la constricción de la sección intestinal causada por el dispositivo de constricción.

Válvula de entrada y salida

50 Cuando se proporciona una válvula de salida además de la al menos una bomba para evitar que el contenido intestinal salga involuntariamente del depósito intestinal, el procedimiento de implantación comprende preferentemente la etapa adicional de colocar la válvula de salida fuera y adyacente a una sección del intestino descendente del depósito

intestinal para permitir actuar sobre dicha sección intestinal desde el exterior de la misma por medio de la válvula de salida.

- 5 Del mismo modo, cuando se proporciona una válvula de entrada para evitar el reflujo del contenido intestinal desde el depósito cuando se está vaciando el depósito intestinal, el procedimiento de implantación puede comprender además la etapa adicional de colocar la válvula de entrada fuera y adyacente a una sección del intestino ascendente del depósito intestinal para permitir actuar sobre dicha sección intestinal desde el exterior de la misma por medio de la válvula de entrada.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para tratar a un paciente que tiene un trastorno relacionado con el intestino del paciente, el paciente tiene un depósito (140) para recibir y recoger temporalmente en él el contenido intestinal, el depósito (140) está formado por intestino (70) modificado quirúrgicamente que se ha cortado a lo largo de una línea de contacto mutuo de secciones lateralmente adyacentes de una porción doblada de intestino (70) y conectado de modo que las mitades superior e inferior resultantes del intestino (70) forman una pared intestinal del depósito (140),
 dicho sistema comprende un dispositivo artificial de control de flujo implantable en el cuerpo del paciente y adaptado para controlar el flujo del contenido intestinal desde dicho depósito (140), el dispositivo de control de flujo comprende al menos una bomba adaptada para actuar sobre dicha pared intestinal con el fin de reducir el volumen del depósito, vaciando así el depósito (140),
 en el que la al menos una bomba comprende una bomba adaptada para actuar sobre dicha pared intestinal desde el exterior del depósito (140) para vaciar el depósito (140) comprimiendo el depósito (140) desde el exterior del mismo.
caracterizado en que la al menos una bomba comprende además al menos uno de:
 - una bomba hidráulica accionada eléctricamente, un miembro de acción hidráulica (190) para actuar sobre dicha pared intestinal desde el exterior del depósito (140), y un depósito artificial (193), en el que la bomba hidráulica accionada eléctricamente está adaptada para bombear fluido hidráulico desde el depósito artificial (193) al miembro de acción hidráulica (190), y
 - al menos un miembro de acción mecánica para actuar sobre la pared intestinal desde el exterior del depósito (140) y un motor eléctrico adaptado para accionar el miembro de acción mecánica para vaciar el depósito (140).
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el miembro de acción hidráulica (190) tiene forma de tubo o de bolsa para alojar el depósito (140) en su interior.
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el miembro de acción hidráulica (190) comprende una pluralidad de cámaras hidráulicas.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que las cámaras hidráulicas están interconectadas hidráulicamente y la primera y la última cámara (191, 194) están conectadas hidráulicamente al depósito artificial (193), en el que preferentemente las cámaras hidráulicas están interconectadas por orificios que actúan como estranguladores del fluido o el sistema comprende una o más válvulas controladas activamente entre las cámaras hidráulicas interconectadas.
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que una o todas las cámaras hidráulicas están dispuestas de forma que están aisladas hidráulicamente de las otras cámaras hidráulicas respectivas y conectadas a la bomba hidráulica a través de líneas de control hidráulico individuales, o en el que una o todas las cámaras hidráulicas están dispuestas de forma que pueden aislarse hidráulicamente de las otras cámaras respectivas mediante el control individual de las válvulas respectivas dentro de una ruta hidráulica.
6. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la bomba hidráulica accionada eléctricamente está adaptada para evacuar el miembro de acción hidráulica (190) aplicando presión negativa.
7. El sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 5, que comprende al menos una válvula entre el miembro de acción hidráulica (190) y el depósito artificial (193), el cual, cuándo en una posición operativa apropiada, permite el flujo pasivo del fluido del miembro de acción hidráulica (190) de vuelta al depósito artificial (193) cuándo el depósito (140) se llena con contenido intestinal y el cual, cuándo en una otra posición apropiada, impide el flujo del fluido del miembro de acción hidráulica (190) de vuelta al depósito artificial (193) cuándo el depósito intestinal (140) está siendo vaciado.
8. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el miembro de acción mecánica es un rodillo (180, 181) adaptado para ser rodado sobre el depósito (140) para vaciar el depósito (140), comprendiendo preferentemente dos de dichos rodillos (180, 181) adaptados para actuar simultáneamente en lados opuestos del depósito (140) o al menos uno de dichos rodillos (180, 181) adaptado para actuar en un lado del depósito (140) contra una placa de contrapeso adaptada para ser dispuesta en un lado opuesto del depósito (140).
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende al menos dos orugas (182a, 183a, 182b, 183b) para guiar el rodillo (180, 181) cuando es accionado por el motor eléctrico, en el que preferentemente las al menos dos orugas (182a, 183a, 182b, 183b) tienen cada una una porción extrema doblada (184a, 184b) dispuesta de forma que se dirige lejos del depósito (140) cuando se implanta.
10. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el dispositivo de control de flujo comprende además una válvula de salida (61, 62, 63) adaptada para ser implantada en el interior del cuerpo del paciente descendente del depósito (140) fuera de una sección del intestino (70) del paciente y en el que la válvula

de salida (61, 62, 63) comprende un dispositivo de constricción hidráulico o mecánico para constreñir la sección del intestino a fin de mantener cerrada la sección del intestino.

- 5 11. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el dispositivo de control de flujo comprende además una válvula de entrada (194) adaptada para ser implantada dentro del cuerpo del paciente ascendente del depósito (140) para controlar el flujo del contenido intestinal hacia el depósito (140).
12. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la bomba comprende un motor para accionar la bomba, en el que preferentemente el motor comprende un servomotor y/o un accionador (99) accionable manualmente para activar el motor desde fuera del cuerpo del paciente, estando dicho accionador (99) adaptado para implantación subcutánea.
- 10 13. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende una fuente de energía incluyendo medios de almacenamiento de energía para proporcionar energía directa o indirectamente hacia al menos una parte que consume energía del sistema, en el que los medios de almacenamiento de energía están adaptados para ser implantados en el interior del cuerpo del paciente y/o en el que la fuente de energía comprende un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir de forma inalámbrica energía desde el exterior del
- 15 cuerpo del paciente a la al menos una parte que consume energía y/o en el que la fuente de energía comprende un transmisor de energía inalámbrico adaptado para transmitir de forma inalámbrica energía desde el exterior del cuerpo del paciente a los medios de almacenamiento de energía.
14. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende una unidad de control adaptada para controlar directa o indirectamente uno o más elementos del sistema.
- 20 15. El sistema de la reivindicación 1 a 14, que comprende una primera vía de paso intestinal en comunicación de flujo con el depósito (140) dispuesta para transferir contenido intestinal al depósito (140), y una segunda vía de paso intestinal en comunicación de flujo con el depósito (140) dispuesta para transferir contenido intestinal desde el depósito (140).

Fig.1A

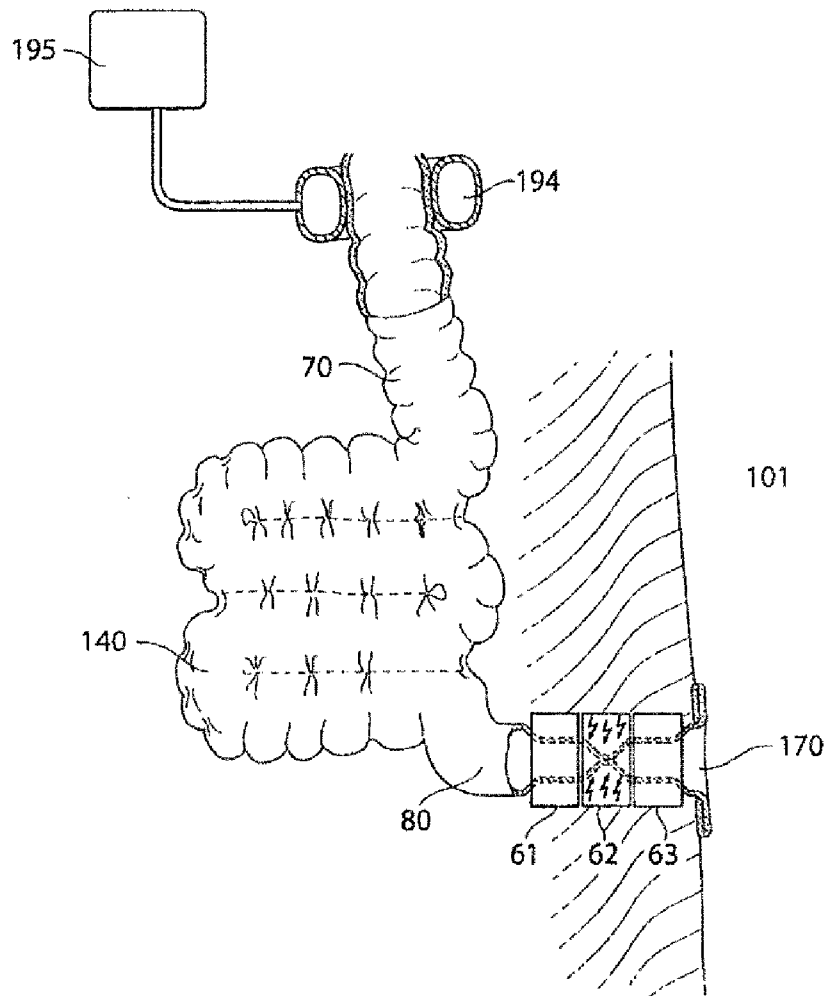


Fig. 1B

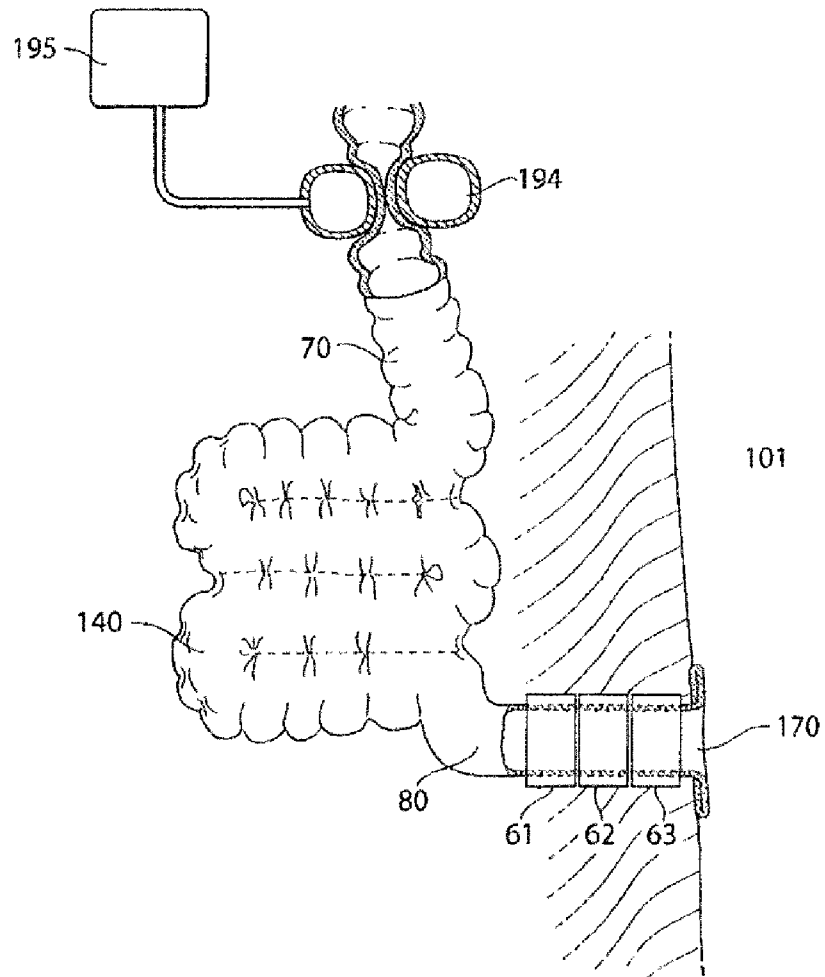


Fig. 2A

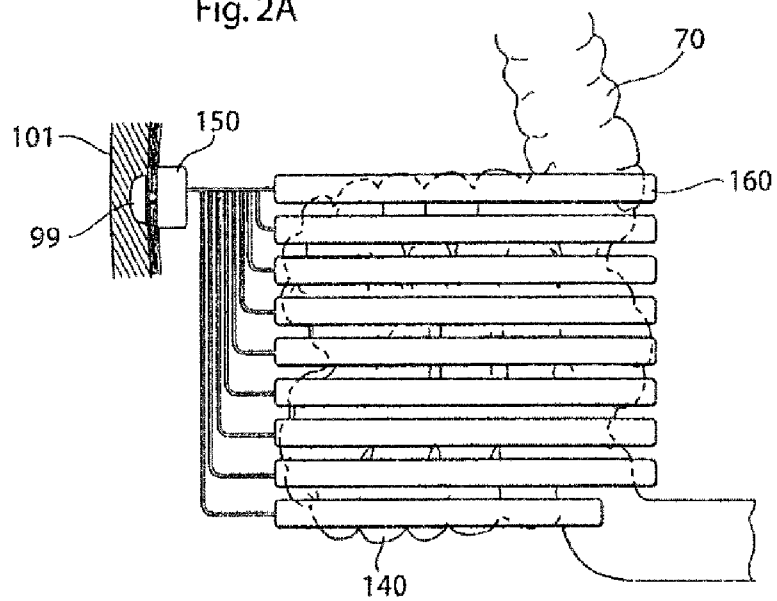


Fig. 2B

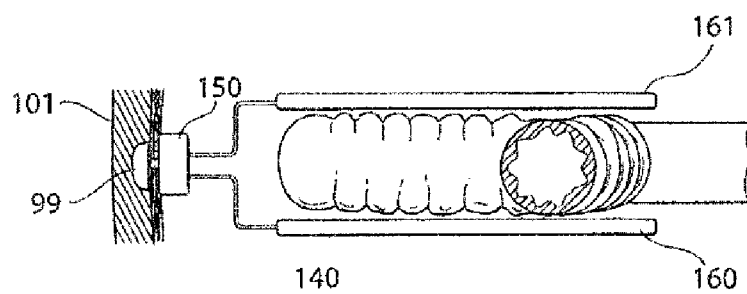


Fig. 3A

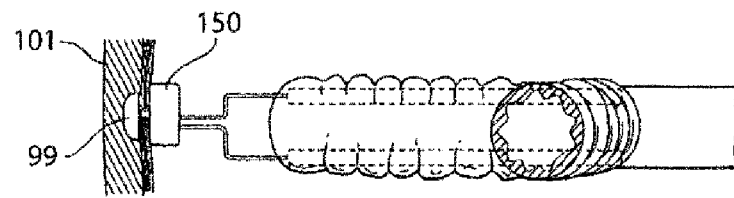


Fig. 3B

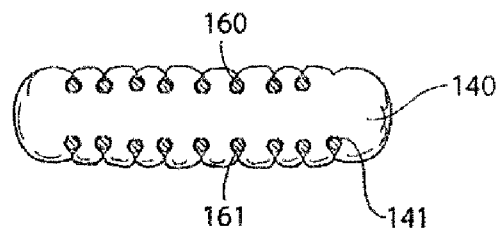


Fig. 4A

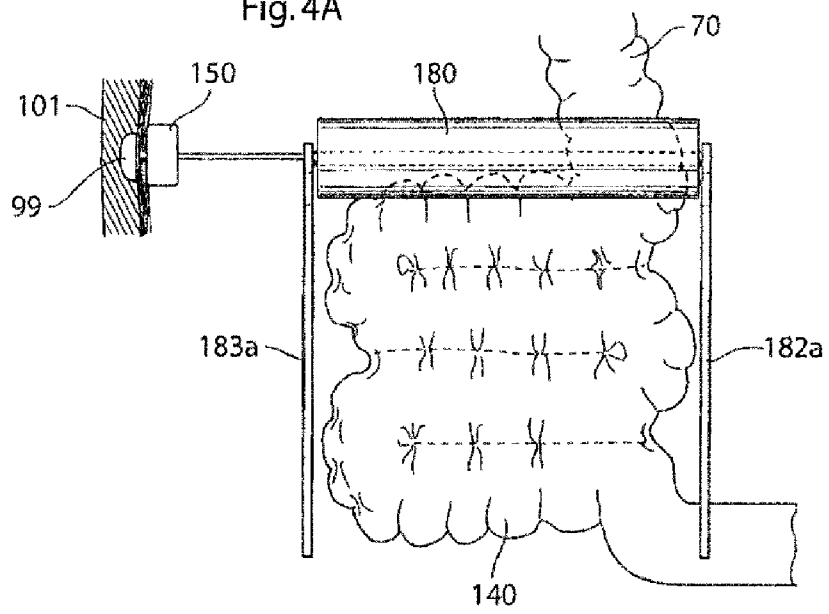


Fig. 4B

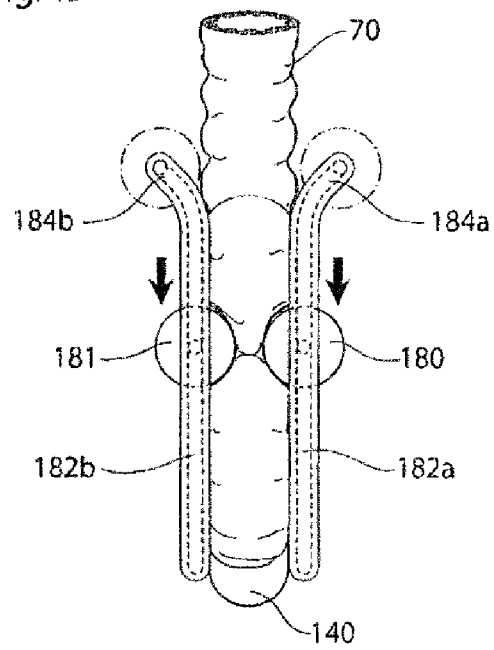


Fig. 5A

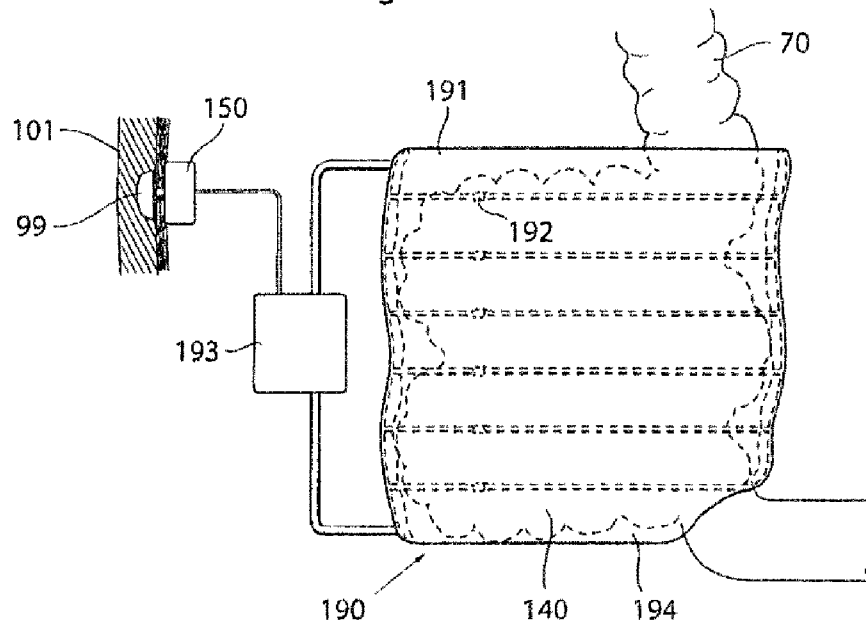


Fig. 5B

