

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 95321

REQUERENTE: PHARMACIA AB., suécia, industrial e comercial
com sede em S-751 UPPSALA, Suécia.

EPÍGRAFE: " BOMBA PARA FLUIDOS CORPORAIS COM MEIOS DE ACCI-
ONAMENTO ASSOCIADOS "

INVENTORES: ERLING LOFSJOGARD NILSSON e JORGE INACIO.

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.

Prioridade na Suécia em 15 de Setembro de 1989, sob o
Nº 8903040-7.

Wifama²⁻

RESUMO:

A invenção refere-se a uma bomba para fluídos corporais em especial uma bomba para sangue extracorporal que compreende uma câmara de bombagem (1) tendo uma abertura de entrada (2) e uma abertura de saída (3), cada uma delas ligada a uma respectiva válvula de retenção (4, 5). A entrada (2) e a saída (3) são móveis uma em relação à outra e ligadas a um conjunto de accionamento (10, 11, 12, 13) para deslocamento periódico da entrada e da saída, alternadamente em aproximação e em afastamento uma da outra, sendo o volume interior da câmara de bombagem (1) variável de acordo com a distância relativa entre a entrada e a saída. Os meios de accionamento (10, 11, 12, 13) são construídos de forma que a força de separação exercida entre a saída (3) e a entrada (2) da câmara de bombagem (1), quando as aberturas de saída e de entrada (3, 2) se deslocam em afastamento uma da outra durante a fase de enchimento da câmara de bombagem (1), não pode exceder uma quantidade correspondente a uma diferença de pressão máxima pré-determinada e permissível entre a pressão circundante e a pressão interior da câmara de bombagem (1) e preferivelmente também de tal maneira que a força de contracção exercida entre a entrada (2) e a saída (3), quando elas se deslocam uma em direcção à outra durante a fase de descarga da câmara de bombagem não pode exceder um valor máximo pré-determinado que corresponde a uma pressão permissível máxima pré-determinada no lado de saída da câmara de bombagem.

3 -
Wifama

A presente invenção refere-se a uma bomba para fluídos corporais melhorada, em especial para ligação ao sistema circulatório sanguíneo de um ser vivo.

A bomba de acordo com a invenção, foi pois primariamente desenvolvida para uso como bomba sanguínea extracorpórea em conjugação, por exemplo, com operações cirúrgicas, diálises, oxigenação do sangue em doentes com funções pulmonares deficientes, para apoio circulatório após uma insuficiência cardíaca ou para vítimas de acidentes com lesões cardíacas ou pulmonares, etc.. É também possível, contudo, que uma bomba, de acordo com a invenção, seja construída de forma a permitir ser implantada num doente como um coração artificial. É também possível que a bomba, de acordo com a invenção, possa ser vantajosa para usar também em outros contextos, tal como perfusão de órgãos locais e/ou perfusão de órgãos "in vitro".

As bombas sanguíneas extracorpóreas usadas hoje em dia com os objectivos acima referidos são, na grande maioria dos casos, peristálticas, as chamadas bombas de rolamento, nas quais o sangue é transportado através de um tubo por rolos, que, simultaneamente, comprimem o tubo e se deslocam ao longo do mesmo. Recentemente começou também a ser usado com frequência um tipo de bomba pulsatória para os objectivos referidos; tal bomba consiste basicamente numa bomba de balão com paredes flexíveis e elásticas. O balão tem entradas e saídas com válvulas de retenção e situa-se numa câmara envolvente rígida, dentro da qual é gerada uma pressão variável periódica para compressão e expansão alternados do balão da bomba.

As bombas de rolos peristálticas têm a séria desvantagem de que é muito difícil evitar lesões consideráveis aos glóbulos sanguíneos no sangue bombeado em consequência das forças de aperto e cisalhamento a que os glóbulos sanguíneos estão sujeitos na bomba.

As bombas de rolos peristálticas bem como as bombas pulsatórias do tipo acima referido têm também em comum a desvantagem que a operação da bomba causará consideráveis subpressões na entrada da bomba, e também no balão de bombagem na bomba pulsatória, se o fluxo de sangue para a entrada da bomba não corresponder ao fluxo bombeado nominal da bomba, mas for abaixo dele. Tal situação pode ocorrer com relativa facilidade, por exemplo como resultado de um bloqueamento na extremidade do catéter que liga a bomba ao vaso sanguíneo, por exemplo, por obstrução da extremidade do catéter com a parede do vaso sanguíneo. A subpressão que, em tais casos, é gerada, automaticamente, nas bombas até agora utilizadas, no lado de entrada da bomba e no balão da bomba pode originar problemas muito graves. Assim, a subpressão pode causar lesões mecânicas sérias aos vasos sanguíneos do paciente. Além disso, a subpressão pode causar entrada de ar para o sistema de bombagem através de ligações frouxas entre as várias partes do sistema de bombagem, e se a subpressão for suficiente pode também resultar na libertação de gás do sangue bombeado. Em ambos os casos, pode ocorrer uma séria embolia de gás. No antigo modelo de bombas sanguíneas discutido é, por isso, necessário vigiar a pressão existente no lado de entrada da bomba e, no caso de uma subpressão, interior na operação da bomba de forma a que não seja originada nenhuma situação séria tal sistema de vigilância e controlo irá, é claro, complicar a bomba e aumentará o preço da bomba e constituirá em si próprio uma fonte adicional de possíveis deficiências.

Quer a bomba de rolos peristálticas que as bombas pulsatórias do tipo referido têm a desvantagem adicional comum que a operação da bomba criará uma sobrepressão considerável na saída da bomba, e também no balão de bombagem propriamente dito no caso da bomba pulsatória, se o fluxo sanguíneo bombeado para fora da bomba encontre uma resistência anormal

5-
Wifaria

mente aumentada ou um bloqueamento total. A sobrepressão que, em tal caso, é gerada automaticamente, nas bombas até agora usadas, na saída da bomba e na própria bomba, pode atingir valores muito altos e originar problemas sérios. Assim, a sobrepressão pode causar sérias lesões ao paciente ligado à bomba. A sobrepressão pode, além disso, ser tão grande que o tubo de saída da bomba para o paciente e/ou os componentes que fazem parte da própria bomba e/ou as ligações entre as diferentes partes do sistema de bombagem quebrar-se-ão. Nas bombas sanguíneas conhecidas é, por isso, necessário vigiar a pressão existente no lado de saída da bomba e, no caso de uma sobrepressão intolerável, intervir na operação da bomba de forma a que não seja originada nenhuma situação séria. Este sistema de vigilância e controlo irá, também, por certo, complicar e aumentar o preço da bomba e constituir em si própria, uma fonte adicional de possíveis deficiências.

A construção e princípio básicos de uma bomba para fluidos corporais do tipo a que a presente invenção se refere são descritos em WO 87/03492 (sendo a sua revelação aqui integrada por referência).

A presente invenção refere-se, pois, a uma bomba para fluidos corporais, em especial para ligação ao sistema circulatório sanguíneo de um ser vivo, do tipo que compreende uma câmara de bombagem com uma abertura de entrada numa extremidade e uma abertura de saída na extremidade oposta. Uma primeira válvula de retenção é ligada à abertura de entrada e permite um fluxo fluido apenas em direcção à câmara de bombagem através da abertura de entrada, e uma segunda válvula de retenção é ligada à abertura de saída e permite um fluxo fluido apenas na direcção de saída da câmara de bombagem através da abertura de saída. A entrada e a saída são deslocáveis em relação uma à outra na direcção da extensão da câmara de bombagem entre a entrada e a saída e estão liga

W. F. A. 6 -

das a meios de accionamento controláveis para o seu deslocamento periódico a partir dali alternadamente, em direcção de aproximação e afastamento uma da outra na direcção da extensão. O volume interior existente na câmara de bombagem entre a entrada e a saída é variável em correspondência com a distância relativa entre elas na direcção da extensão.

No caso de uma bomba sanguínea, uma bomba deste tipo pode ser facilmente construída de forma a que não ocorram nenhuns danos mecânicos dos glóbulos sanguíneos no sangue bombeado. A presente invenção é, além disso, baseada na descoberta de que em tal bomba é possível garantir automaticamente, sem qualquer sistema especial de vigilância ou controlo, que nenhuma sobpressão seja gerada na entrada da bomba ou na própria bomba, nem qualquer sobrepressão intolerável na saída da bomba ou na própria bomba.

De acordo com um aspecto primário da presente invenção, as subpressões intoleráveis são evitadas pela construção de um dispositivo de accionamento para a bomba para fluidos corporais de um tal forma mecânica que a força separadora exercida entre a saída e a entrada da câmara de bombagem, sempre que a saída e a entrada são deslocadas afastando-se uma da outra durante a fase de exceder uma quantidade correspondente a uma diferença de pressão permissível máxima pré-determinada entre a pressão circundante (que, por exemplo, pode ser a pressão atmosférica ou a pressão do ambiente numa câmara de pressão se o paciente for sujeito a tal tratamento) e o interior da câmara de bombagem. Dessa forma, a criação de qualquer pressão negativa incontrolável excessiva no interior da câmara de bombagem será evitada.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, as sobrepressões intoleráveis são evitadas com a construção de meios de accionamento para a bomba sanguínea de tal forma mecânica, que a força de contracção exercida entre a saída e

7-
Wifama

a entrada da câmara de bombagem, quando a saída e a entrada são deslocadas em direcção uma contra a outra durante a fase de descarga da câmara de bombagem, não pode exceder um valor máximo pré-determinado correspondente a uma pressão tolerável máxima pré-determinada no lado de saída da câmara de bombagem.

A invenção será agora descrita em mais pormenor com referência às gravuras em anexo que, a título de exemplo, ilustram alguns modelos preferidos de uma bomba sanguínea segundo a invenção, em que

a fig. 1 ilustra esquematicamente uma secção axial através de um modelo de uma bomba sanguínea de acordo com a invenção no final de uma fase de enchimento para a câmara de bombagem;

a fig. 2 ilustra esquematicamente uma secção axial correspondente à da fig. 1, mas no final de uma fase de descarga da câmara de bombagem;

a fig. 3 ilustra uma secção axial através de outro modelo de uma bomba sanguínea de acordo com a invenção no final de uma fase de enchimento para a câmara de bombagem;

a fig. 4 ilustra uma secção axial correspondente à da fig. 3, mas no final de uma fase de descarga da câmara de bombagem;

a fig. 5 ilustra uma secção axial através ainda de um outro modelo de bomba sanguínea de acordo com a invenção, no final de uma fase de enchimento para a câmara de bombagem; e

a fig. 6 ilustra uma secção axial correspondente à da fig. 5, mas no final de uma fase de descarga da câmara de bombagem.

A bomba de acordo com a invenção, ilustrada esquematicamente, e, a título de exemplo, nas figs. 1 e 2, compreende uma câmara de bombagem 1 com uma entrada 2 e uma saída 3,

- 8 -
W. F. A. A.

situada no lado oposto à entrada 2. As válvulas de retenção 4 e 5 estão ligadas à entrada 2 e à saída 3, respectivamente. As duas válvulas estão dispostas de tal forma, que a válvula de entrada 4 apenas permite um fluxo em direcção à câmara de bombagem 1, enquanto que a válvula de saída apenas permite um fluxo a partir da câmara de bombagem 1. No modelo ilustrado, as duas válvulas de retenção consistem, tal como é esquematicamente mostrado, em corpos de válvula deslocáveis, que são accionadas por uma força de fechamento numa direcção para um encosto estanque contra um assento de válvulas associadas; a força de fechamento tem, assim, que ser vencida para que a válvula abra. A força de fechamento que acciona o corpo da válvula pode, por exemplo, consistir numa força de mola, ou no peso de corpo de válvula se o corpo de válvula tiver uma densidade maior do que o fluido de sangue bombeado, ou, tal como no modelo ilustrado pela flutuabilidade do corpo de válvula, no fluxo sanguíneo bombeado, como resultado do facto do corpo de válvula ter uma densidade inferior à do fluxo sanguíneo, ou, finalmente, simplesmente como resultado da pressão sanguínea nas válvulas na direcção do fluxo durante os períodos sistólico (compressão) e diastólico (relaxe), respectivamente.

A entrada 2 com a válvula de entrada 4 e a saída 3 com a válvula de saída 5 são deslocáveis em movimentos alternados em relação uma à outra entre a posição mais afastada ilustrada na fig. 1 e a posição mais próxima ilustrada na fig. 2 por um meio de accionamento descrito em mais pormenor a seguir. No modelo ilustrado, a câmara de bombagem 1 é construída como um balão substancialmente esférico com paredes flexíveis, mas substancialmente não extensíveis e que são construídas de forma a permitir que uma parede da sua parede seja dobrada telescopicamente a partir do estado mostrado na fig. 1 para o estado mostrado na fig. 2, quando a entrada 2

Wifaria

com a válvula de entrada 4 e a saída 3 com a válvula de saída 5 são deslocadas em direcção uma contra a outra da maior distância entre elas, o que é mostrado na fig. 1, para a mais pequena distância, mostrada na fig. 2. Isto pode, por exemplo, obter-se se a parte inferior da câmara de bombagem 1 tiver uma espessura de parede reduzida, se comparada à restante parte ou se a parte superior da câmara de bombagem tiver um aro de suporte. A câmara de bombagem ou o volume interior do balão de bombagem variam, então, de acordo com a variação da distância entre a entrada 2 e a saída 3.

A bombagem ocorre normalmente de tal forma que quando a entrada 2 e a saída 3, são deslocadas, com o auxílio de meios de accionamento, tal como descritos adiante, afastando-se uma da outra da posição mostrada na fig. 2 para a posição mostrada na fig. 1, o volume da câmara de bombagem 1 aumenta e o sangue flui para a câmara de bombagem 1 através da válvula de entrada 4, agora aberta, a partir do tubo de entrada 8 ligado ao sistema circulatório sanguíneo do paciente. Isto é por conseguinte a fase de enchimento da câmara de bombagem 1.

Quando a entrada 2 e a saída 3, com o auxílio dos meios de accionamento abaixo descritos, são, então, deslocados em direcção uma à outra a partir da posição mostrada na fig. 1 para a posição mostrada na fig. 2, o volume da câmara de bombagem 1 diminui pelo que o sangue é impelido para fora da câmara de bombagem através da válvula de saída 5, agora aberta, para o tubo de saída 9 ligado ao sistema circulatório sanguíneo do paciente. Isto é por conseguinte a fase de descarga da câmara de bombagem 1. É de notar que o volume sanguíneo bombeado por unidade de tempo é determinado pela frequência e pela grandeza do movimento alternado relativo entre a entrada 2 e a saída 3.

No caso do modelo exemplificativo, ilustrado nas gravuras, no meio de accionamento para a bomba de acordo com

10 -
W. F. ...

a invenção, a entrada 2 com a válvula de entrada 4 é montada num suporte anular 10, que é montado estacionariamente de forma adequada, não mostrada em pormenor. A entrada 2 com a válvula de entrada 4 é axialmente deslocável em relação ao suporte 10 segundo uma distância limitada correspondente ao comprimento do movimento relativo desejado máximo entre a entrada 2 e a saída 3. Além disso, uma mola de força 11, apenas ilustrada esquematicamente e cuja força de mola é preferivelmente ajustável, é localizada entre o suporte 10 e a entrada 2 com a válvula de entrada 4. A saída 3 com a válvula de saída 5 é localizada de forma similar num suporte anular 12 e é axialmente deslocável em relação a este suporte 12 de uma distância correspondente ao comprimento de movimento relativo desejado máximo entre a entrada 2 e a saída 3. O suporte 12 é deslocável na direcção axial da câmara de bombagem 1 e está ligado a um mecanismo de accionamento adequado 13, ilustrado apenas esquematicamente e não em pormenor, através do qual o suporte 12 pode ser accionado em movimentos alternados por um motor de accionamento adequado, tal como indicado por uma seta 14 com uma frequência desejada e com uma distância de movimento correspondente ao deslocamento relativo desejado máximo entre a entrada 2 e a saída 3.

O meio de accionamento descrito para a bomba funciona do seguinte modo. Quando o suporte 12, durante uma fase de enchimento para a câmara de bombagem 1, é deslocado deliberadamente pelo mecanismo de accionamento 13 em direcção descendente a partir da posição mostrada na fig. 2 para a posição mostrada na fig. 1, a saída 3 com a válvula de saída 5 irá normalmente acompanhar o movimento descendente do suporte 12 sob a influência do seu próprio peso e do peso do sangue presente na câmara de bombagem 1. Este peso total, que pode, opcionalmente, ser assistido por uma força de mola adicional definida e pré-determinada, da forma que mais abaixo será in-

dicada, é adaptado de forma a não exceder substancialmente a pressão de abertura necessária para a válvula de entrada 4. A última é aberta, de forma adequada, e o sangue flui para a câmara de bombagem 1 a partir do tubo de entrada 8 pelo que o volume da câmara de bombagem 1 aumenta e a saída 3 com a válvula de saída 5 pode acompanhar o suporte 12 no seu movimento descendente. Compreende-se, neste contexto, que a pressão de enchimento para a câmara de bombagem, que deve ser maior do que a pressão de abertura necessária da válvula de entrada, pode ser ajustada ao variar-se o nível da câmara de bombagem em relação ao paciente. Será de notar, porém, que o sangue pode fluir e encher a câmara de bombagem 1 desta forma, só na medida em que o sangue é fornecido através do tubo de entrada 8. Se o fornecimento de sangue através do tubo de entrada for demasiado pequena, a saída 3 com a válvula de saída 5 não será capaz de acompanhar o movimento descendente do suporte 12 em toda a extensão. Se o fornecimento de sangue através do tubo de entrada 8 for completamente parado, a saída 3 com a válvula de saída 5 irá permanecer na posição ilustrada na fig. 2, enquanto o suporte 12 é deslocado para baixo pelo mecanismo de accionamento 13. Será de notar que a subpressão que pode surgir no tubo de entrada 8 em relação à pressão ambiente (geralmente atmosférica) nunca pode exceder o valor correspondente ao peso da saída 3 com a válvula 5 e a quantidade de sangue que está presente na câmara de bombagem 1 na posição ilustrada na fig. 2. A bomba nunca terá, consequentemente, possibilidade de bombear uma quantidade de sangue maior do que o que é fornecido através do tubo de entrada 8, e se o fornecimento de sangue for interrompido completamente, a bombagem efectiva também pára automaticamente sem que haja necessidade de influenciar o accionamento de suporte 12 com o auxílio do mecanismo de accionamento 13 de qualquer forma que seja e sem permitir que qualquer subpressão substancial incontrollada seja gerada no tubo de entrada 8 ou na câmara de

bombagem 1. Se o fornecimento de sangue através do tubo de entrada 8 for interrompido completamente, a saída 3 com a válvula de saída 5 e a câmara de bombagem 1 permanecerão no estado ilustrado na fig. 2, enquanto o suporte 12 pode ser movido alternadamente com o auxílio de um mecanismo de accionamento 13.

A força separadora relativa entre a entrada 2 e a saída 3, que, no modelo ilustrado, é gerada pelo peso da saída 3 com a válvula de saída 5 e o sangue na câmara de bombagem 1, pode, naturalmente, também, e também de forma correcta, ser gerada através de um membro de mola que actue entre a entrada 2 e a saída 3. Isto pode, em especial, ser adequado se a bomba for orientada em outra direcção que não a ilustrada no modelo, por exemplo, na direcção horizontal. É, claro, que também é possível equilibrar o peso referido, completamente ou parcialmente, com uma força de mola opositora, se tal for apropriado. Exemplos de tais modelos da bomba encontram-se ilustrados nas figs. 3 a 6 e serão adiante descritos.

Quando durante uma fase de descarga para a câmara de bombagem 1, o suporte 12 é accionado para cima pelo mecanismo de accionamento 13, a partir da posição ilustrada na fig. 1 para a posição ilustrada na fig. 2, a entrada 2 com a válvula de entrada 4 encontra-se normalmente estacionária devido a uma solicitação adequadamente ajustada da mola 11, e o volume da câmara de bombagem 1 é, assim, reduzido do que é mostrado na fig. 1 para o que é mostrado na fig. 2 e o sangue é pressionado para fora da câmara de bombagem 1 através da válvula de saída 5 para o tubo de saída 9. Se a resistência ao fluxo sanguíneo através do tubo de saída 9 for tão grande que a pressão na câmara de bombagem 1 tenda a exceder a força de solicitação do meio de mola 11, este meio de mola começará a ser comprimido e a entrada 2 com a válvula de entrada 4 começará, assim, a mover-se para cima relativamente ao suporte

Wifaria¹³

estacionário 10. A pressão na câmara de bombagem 1, e, por este meio, no tubo de saída 9 no curso da fase de descarga para a câmara de bombagem, nunca pode, assim, exceder um valor correspondente à força de mola do meio de mola 11. Se houver um bloqueamento completo do fluxo sanguíneo no tubo de saída 9, a entrada 2 com a válvula de entrada 4 acompanhará completamente a deslocação da saída 3 com a válvula de saída 5, enquanto é accionada pelo mecanismo de accionamento 13, através do que a bombagem efectiva cessa completamente sem a necessidade de se influenciar o accionamento de suporte 12 através do mecanismo de accionamento 13 e sem uma sobrepressão na câmara de bombagem 1 e, por conseguinte, no tubo de saída 9 que excede um valor correspondente à força de mola do meio de mola 11 no seu estado mais comprimido. O meio de mola 11 é, assim, construído de forma adequada se forma a que a sua solicitação no estado não-comprimido corresponda à mais elevada pressão que deva normalmente existir no tubo de saída 9 e que a sua força de mola máxima no estado de máxima compressão corresponda à mais alta sobrepressão no tubo de saída 9 que pode ser permitida. Compreende-se que o meio de molas 11 possa ser construído de forma a permitir que quer a sua força de solicitação, quer a força de mola máxima, bem como a sua característica entre estes dois valores, variem ou sejam dependentes do uso em questão da bomba, dependendo, por exemplo, em que tipo de sistema circulatório de um paciente é que esta bomba é ligada. É de notar que a localização ilustrada do meio de mola 11 é apenas exemplificativa a facilita a ilustração, e que a mesma função será obtida se os meios de mola forem localizados de outra forma, por exemplo, mesmo no mecanismo de accionamento.

Faz-se agora referência às figs. 5 a 6 em que as partes correspondentes são dotadas das mesmas designações de referência utilizadas antes. As figs. 5 e 4 ilustram a bomba

de acordo com as figs. 1 e 2, modificada com a adição de um meio de mola 15 que actua entre o suporte 12 e um suporte 16 anexo a uma porção de saída extendida 17 da câmara de bombagem. O suporte 16 será de preferência um membro do tipo porca roscado com a porção de saída 17 para permitir que o meio de mola seja solicitado de forma adequada. Quando o suporte 12 é deslocado para baixo a partir da posição ilustrada na fig. 4 para a posição ilustrada na fig. 3, a saída 3 com a válvula de saída 5 acompanhará normalmente a deslocação para baixo do suporte 12. Se, contudo, devido, por exemplo, a uma obstrução ou a um bloqueio lento de influxo de sangue para a entrada 2 tender a ser criada uma subpressão na câmara de bombagem 1, o meio de mola 15 será comprimido e a saída 3 permanecerá estacionária. A subpressão máxima que pode ser criada na câmara de bombagem é, assim, determinada pela força de mola do meio de mola 15, quando este último está no seu estado mais comprimido, isto é, quando o suporte 12 se encontra na sua posição mais baixa. Esta força de mola pode ser convenientemente estabelecida ajustando-se a posição vertical do membro tipo porca 16.

As figs. 5 e 6 ilustram uma variante do modelo nas figs. 3 e 4 em que a força separadora que acciona a porção de saída da câmara de bombagem é totalmente independente do deslocamento do suporte 12. Neste modelo, é ligado um meio de mola 18, na sua extremidade superior, à parte de saída 3 da câmara de bombagem 1, e na sua extremidade inferior está ligado a um apoio anular 19, que circunda a porção de saída extendida 17 e desloca-se livremente na sua direcção. O apoio 19 é, por sua vez, fixado a um membro do tipo porca 20 roscado num parafuso 21 montado com liberdade de rotação num suporte estacionário 22. Através de ajustamento vertical do membro tipo porca 20 por rotação da cabeça de parafuso 23 do parafuso 21, o meio de mola 18 pode ser ajustado em solicitação

como se quizer. Quando o suporte 12 é deslocado para baixo a partir da posição mostrada na fig. 6 para a posição mostrada na fig. 5, o meio de mola 15, tal como ajustado nas figuras, irá sucessivamente contrair-se exercendo uma força separadora definida entre a entrada 2 e a saída 3. A subpressão máxima assim criada na câmara de bombagem corresponderá à força de mola máxima, e um nível de subpressão máximo desejado na câmara de bombagem pode, desta forma, ser estabelecido por ajustamento da posição vertical do apoio 19. Compreende-se que o meio de mola 18 pode, também, se desejado, ser ajustado de forma a equilibrar parcial ou completamente a força gravitacional da saída 3 com a válvula de saída 5 e a quantidade de sangue presente na câmara de bombagem 1.

Com referência a todos os modelos acima descritos e apresentados nas gravuras, compreende-se que a função descrita da bomba será também obtida se o suporte 12 para a saída 3 com a válvula de saída 5 é estacionária, enquanto que o suporte 10 para a entrada 2 com a válvula de entrada 4 é, por seu turno, movida alternadamente de forma deliberada através do mecanismo de accionamento 13. O mesmo modo funcional será também obtido se os dois suportes 10 e 12 forem deslocáveis e movidos alternadamente através de um mecanismo de accionamento comum ou de mecanismos de accionamento individuais, correspondendo a soma das distâncias de movimento dos dois suportes ao deslocamento relativo desejado máximo entre a entrada 2 e a saída 3 da câmara de bombagem 1. A distância de deslocamento para cada suporte pode, por exemplo, corresponder a metade do deslocamento desejado máximo entre a entrada e a saída. No caso de uma tal construção do meio de accionamento, a grandeza do fluxo bombeado pode variar, não apenas ao variar-se a frequência e o comprimento do impulso do accionamento, mas também ao mudar-se a posição de fase relativa dos accionamentos dos dois suportes 10, 12, sendo obtido um fluxo

bombeado máximo quando os suportes 10, 12 se deslocam em contra-fase, enquanto que a bombagem efectiva será zero se os suportes 10 e 12 forem deslocados em fase um com o outro.

Compreende-se a partir do que ficou dito, que se a bombagem efectiva cessar substancialmente na forma acima descrita devido ao facto do fornecimento de sangue através do tubo de entrada 8 ser interrompido ou do fluxo sanguíneo a partir do tubo de saída 9 ser interrompido, o sangue presente na câmara de bombagem 1 e as válvulas de retenção serão, apesar disso, mantidas num certo movimento como resultado da operação continuada da bomba através do mecanismo de accionamento 13. Isto é de importância essencial para evitar a coagulação do sangue. É também de notar que a bomba, de acordo com a invenção, implica também a vantagem muito importante de que quando a bomba se encontra em utilização, por exemplo em conjugação com qualquer procedimento cirúrgico, a bombagem efectiva pode ser parada a qualquer altura fechando-se ou o tubo de entrada 8 ou o tubo de saída 9 com uma pinça, e começando a bombagem de novo removendo-se a pinça, sem que a operação da bomba, através dos seus meios de accionamento, tenha que ser influenciada de qualquer maneira e sem qualquer risco que se possam criar subpressões intoleráveis ou sobrepressões intoleráveis.

Além disso, compreende-se que as válvulas de retenção não têm que ser necessariamente colocadas em ligação imediata com a entrada e com a saída, respectivamente, da câmara de bombagem, mas podem também ser colocadas a uma distância da câmara de bombagem, por exemplo, no tubo de entrada 8 e no tubo de saída 9, respectivamente.

É ainda de mencionar que a presente invenção numa bomba sanguínea do tipo em questão, primariamente relacionada com a construção do dispositivo de meios de accionamento da bomba, pode sem qualquer desvantagem, mas antes com vanta-

17 -
Wifama

gens, ser combinada com a invenção revelada na nossa patente intitulada "Bomba sanguínea com câmara de bombagem flexível" e com ela depositada simultaneamente (a sua revelação é aqui incorporada por referência). A invenção de acordo com a Memória Descritiva presente e a invenção de acordo com a citada Memória Descritiva, depositadas em simultâneo, que se relaciona com uma bomba com uma câmara de bombagem flexível, irão cooperar de forma vantajosa para garantir que nenhuma subpressão inaceitável possa ser criada no lado de entrada da bomba ou na própria bomba.

Por isso, num modelo vantajoso da presente invenção, a câmara de bombagem é pelo menos parcialmente feita de um material flexível tendo uma tal construção que, sob a influência de uma diferença de pressão que é causada pela pressão do ambiente que excede a pressão interior da câmara de bombagem e que é maior do que um valor pré-determinado, normalmente a diferença de pressão de abertura para a primeira válvula de retenção ligada à entrada, a câmara de bombagem é retraível numa forma controlada de um volume pelo menos correspondente ao aumento máximo do volume interior da câmara de bombagem, quando a entrada e a saída são deslocadas afastando-se uma da outra.

A invenção não se restringe, é claro, aos modelos especificamente acima descritos e ilustrados nas gravuras, podendo várias mudanças e modificações ser feitas no âmbito do presente conceito inventivo tal como é definido nas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES:

1a. - Bomba para fluidos corporais especialmente para ligação ao sistema circulatório sanguíneo de seres vivos, compreendendo uma câmara de bombagem (1) que tem uma abertura de entrada (2) numa sua extremidade e, na extremidade oposta, uma abertura de saída (3), uma primeira válvula de retenção (4) ligada à abertura de entrada e que deixa passar o fluido apenas no sentido de entrada na câmara (1) de bombagem através de abertura de entrada e uma segunda válvula de retenção (5) ligada à abertura de saída e que deixa passar o fluido sómente no sentido de saída da câmara da bombagem (1) através da abertura de saída, sendo as aberturas de entrada e de saída (2, 3) móveis uma em relação à outra na direcção da extensão da câmara (1) de bombagem entre a entrada e a saída (2, 3) e sendo ligadas a meios de accionamento controláveis (10, 11, 12, 13) de modo a ter movimento periódico alternado em direcção uma da outra e afastando-se uma da outra na referida direcção de extensão sendo variável o volume interior existente na câmara de bombagem (1) entre a abertura de entrada (2) e a abertura de saída (3) em correspondência com a distância relativa entre as citadas aberturas na referida direcção de extensão, caracterizada pelo facto de o conjunto dos meios de accionamento possuir uma construção mecânica tal que a força de separação exercida entre a abertura de saída (3) e a abertura de entrada (2) da câmara de bombagem (1), quando as aberturas de saída e de entrada (3, 2) se movem afastando-se uma da outra durante a fase de enchimento da câmara de bombagem (1), não pode exceder um valor correspondente a uma diferença de pressão máxima pré-determinada e permitível entre a pressão circundante e a pressão interior da câmara de bombagem (1) impedindo dessa forma a formação de qualquer pressão negativa excessiva e descontrolada dentro da câmara de bombagem (1).

19 -
Wifama

2a. - Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo facto de a citada diferença de pressão permitida máxima pré-determinada ser escolhida de forma que não se verifica nenhuma libertação substancial de gás proveniente do fluido bombeado.

3a. - Bomba de acordo com qualquer das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo facto de o citado conjunto de meios de accionamento (10, 11, 12, 13) possuir uma construção mecânica tal que a força de contracção exercida entre a abertura de entrada (2) e a abertura de saída (3) da câmara de bombagem (1) quando as aberturas de entrada (1) e de saída (2) se movem aproximando-se uma da outra durante a fase de descarga da câmara de bombagem (1), não pode exceder um valor máximo pré-determinado correspondente a uma pressão máxima permitida pré-determinada no lado de saída da câmara de bombagem (1).

4a. - Bomba de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizada pelo facto de a abertura de entrada (2) e a abertura de saída (3) da câmara de bombagem serem accionadas por uma força relativa de separação independente do movimento relativo e funcionamento dos meios accionadores (10, 11, 12, 13).

5a. - Bomba de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo facto de a citada força de separação ser a força de gravidade.

6a. - Bomba de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo facto de a referida força de separação ser ou incluir uma força de mola.

7a. - Bomba de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo facto de a citada força de mola ser produzida

Wifaria

por meios de mola (18) que actuam entre a parte de saída (3) da câmara de bombagem (1) e uma parte estacionária da bomba (22).

8a. - Bomba de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo facto de a mencionada força de mola ser regulável.

9a. - Bomba de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizada pelo facto de a força de separação exercida entre a abertura de entrada (2) e a abertura de saída (3) da câmara de bombagem (1) durante a fase de enchimento da câmara de bombagem ser proporcionada pelos referidos meios de accionamento (12) que actuam sobre o troço de abertura de saída (3, 16, 17) da câmara de bombagem por intermédio de uma mola sob compressão intermédia (15), de tal forma que a força de separação máxima que pode ser exercida seja limitada pela força da mola empregada.

10a. - Bomba de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo facto de os referidos meios de accionamento compreenderem dois elementos de accionamento (10, 12) que realizam forçadamente um movimento alternado um em relação ao outro na direcção de extensão da câmara de bombagem (1) de forma que a distância relativa de deslocamento dos citados elementos de accionamento que corresponde ao deslocamento máximo relativo entre a entrada (2) e sendo a saída (3) da câmara de bombagem e os citados dois elementos de accionamento (10, 12) ligados com a abertura de entrada (2) e a abertura de saída (3), respectivamente, da câmara de bombagem de tal maneira que a entrada e a saída, respectivamente, são limitadamente móveis em relação ao respectivo elemento de accionamento segundo uma distância cujo comprimento corresponde ao deslocamento máximo relativo pretendido entre a entrada e a saída; e o conjunto de mola (11) ser montado de

21 -
Wifaria

tal maneira que a mencionada mola sob compressão se a força de contracção exercida entre a entrada (2) e a saída (3) da câmara de bombagem durante uma fase de descarga da câmara de bombagem tiver a tendência para exceder um valor pré-determinado e, dessa forma, limita a citada força de contracção a fim de corresponder à força da referida mola (11).

11a. - Bomba de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo facto de os referidos meios de mola (11) serem acoplados ao percurso de transmissão de força entre um dos referidos elementos de accionamento (10) e a parte da câmara de bombagem (1) a que são ligados.

12a. - Bomba de acordo com as reivindicações 10 ou 11, caracterizada pelo facto de os referidos meios de mola (11) estarem comprimidos.

13a. - Bomba de acordo com as reivindicações 10, 11 ou 12, caracterizada pelo facto de a força de mola dos citados meios de mola (11) ser ajustável.

14a. - Bomba de acordo com qualquer das reivindicações 10 a 13, caracterizada pelo facto de os meios de mola sob compressão (15) serem montados entre a saída (3) da câmara de bombagem (1) e o elemento de accionamento (12) ligado com a referida saída (3), sendo os mencionados meios de mola opcionalmente comprimidos.

15a. - Bomba de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo facto de a força de mola dos citados meios de mola (15) ser ajustável.

16a. - Bomba de acordo com qualquer das reivindicações 10 a 15, caracterizada pelo facto de um elemento de accionamento (10) ser estacionário, enquanto o outro elemento de accionamento é obrigado a realizar um movimento alternado ao

*Wifaria*²²

longo de uma distância que corresponde ao deslocamento máximo relativo pretendido entre a entrada (2) e a saída (3) da câmara de bombagem.

17ª. - Bomba de acordo com qualquer das reivindicações 10 a 15, caracterizada pelo facto de os dois elementos de accionamento (10, 12) serem móveis e realizarem forçadamente um movimento alternado, de forma que a soma das distâncias do movimento dos dois elementos de accionamento corresponde ao deslocamento máximo relativo pretendido entre a entrada (2) e a saída (3) da câmara de bombagem.

Lisboa, 14 de Setembro de 1990

O Agente Oficial da Propriedade Industrial

A. de C. Faria

Américo da Silva Carvalho

Agente Oficial de Propriedade Industrial

R. Castilho, 201-8, E-1000 LISBOA

Telefs. 65 13 39 - 65 46 13

Fig. 1

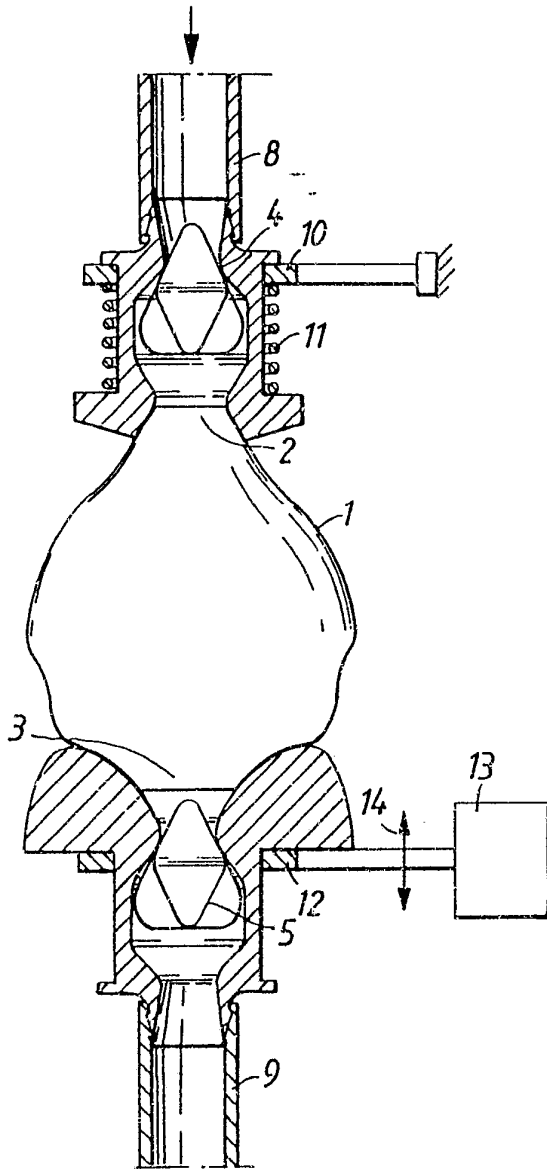


Fig. 2

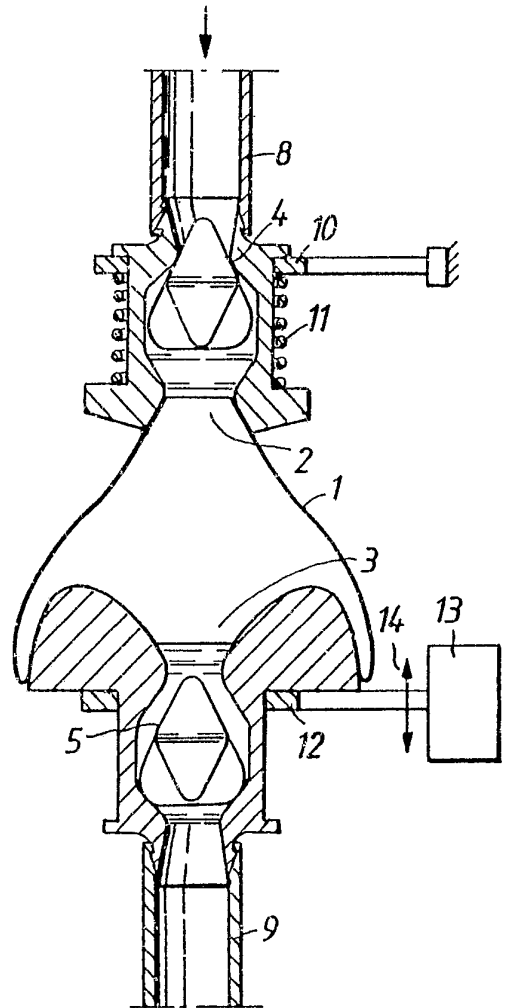


Fig. 3

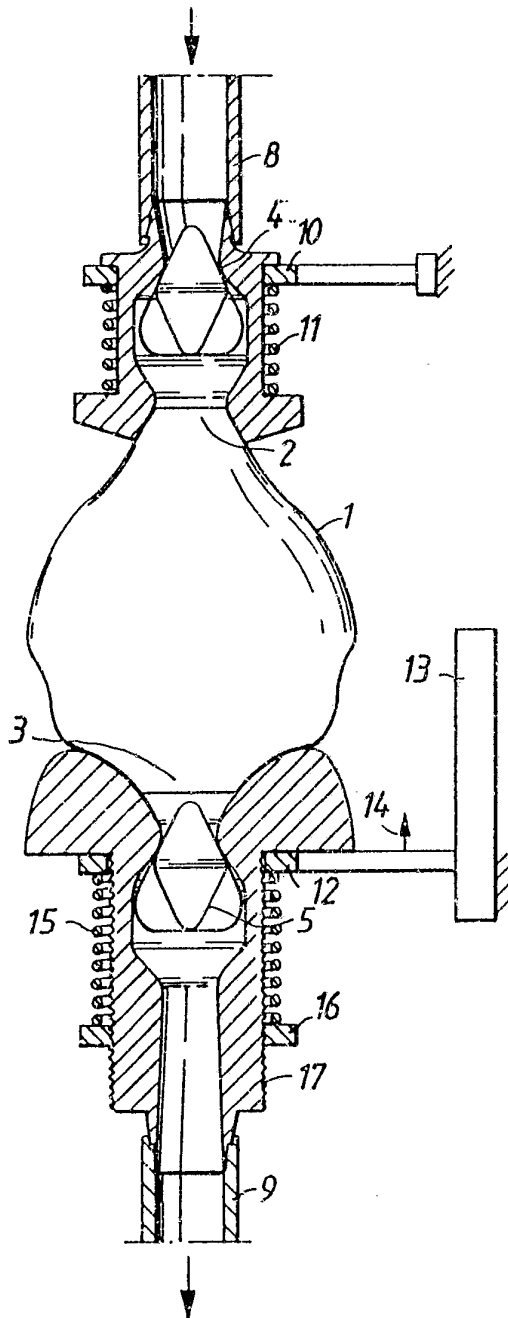


Fig. 4

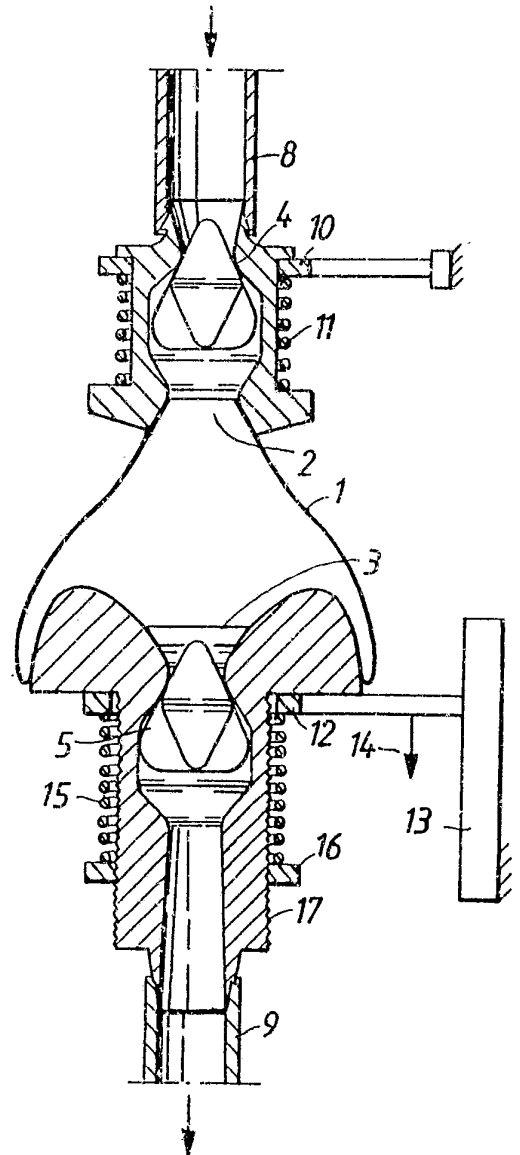


Fig. 5

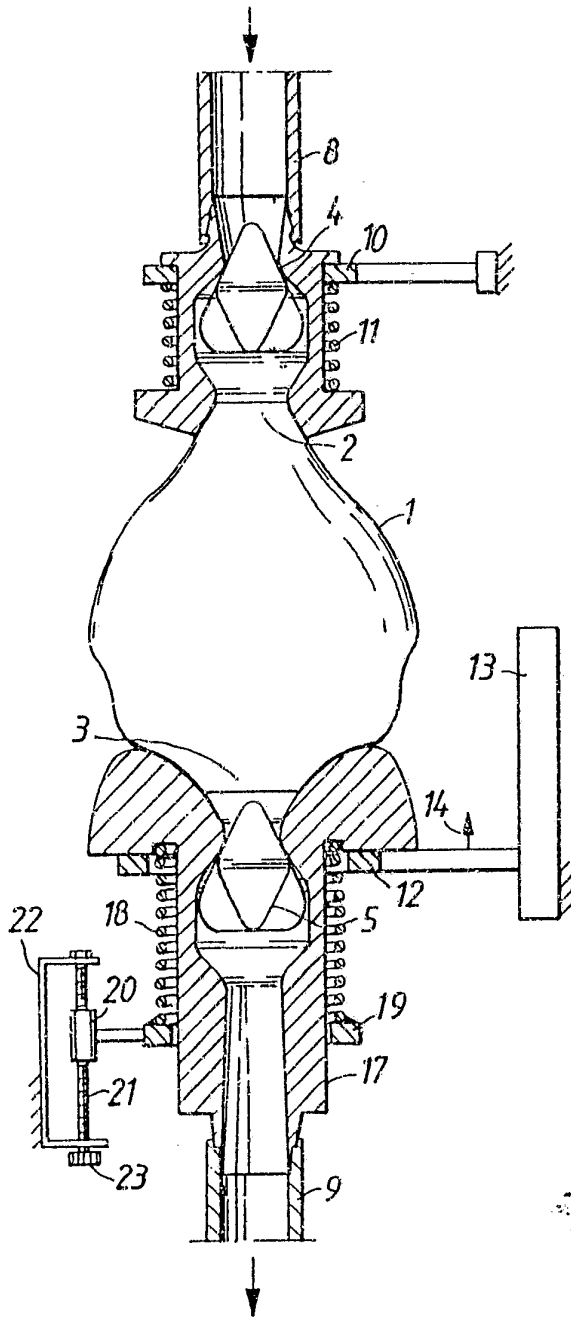


Fig. 6

