

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро



РСТ



(43) Дата международной публикации:
2 декабря 2004 (02.12.2004)

(10) Номер международной публикации:
WO 2004/103441 A1

(51) Международная патентная классификация⁷:
A61M 1/10, 39/00

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU2003/000226

(22) Дата международной подачи:
22 мая 2003 (22.05.2003)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме
(US): ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ СО
РАН [RU/RU]; 630090 Новосибирск, пр. Академика
Лаврентьева, д. 13/3 (RU) [INSTITUT LASERNOY
PHIZIKI SO RAN, Novosibirsk (RU)].

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели/Заявители (только для (US): БАГАЕВ
Сергей Николаевич [RU/RU]; 630090 Новоси-
бирск, ул. Воеводского, д. 14 (RU) [BAGAYEV,
Sergey Nikolaevich, Novosibirsk (RU)]; ЗАХАРОВ
Владимир Николаевич [RU/RU]; 630090 Ново-

сибирск, ул. Терешковой, д. 46, кв. 31 (RU) [ZA-
KHAROV, Vladimir Nikolaevich, Novosibirsk
(RU)]; ОРЛОВ Валерий Александрович [RU/
RU]; 630060 Новосибирск, ул. Лесосечная, д. 5,
кв. 264 (RU) [ORLOV, Valeri Aleksandrovich,
Novosibirsk (RU)].

(81) Указанные государства (национально): AT, AU,
BG, BR, BY, CA, CN, CO, DE, GB, IL, IN, JP, KR,
MX, NO, PL, SE, UA, US, ZA.

(84) Указанные государства (регионально): европей-
ский патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Опубликована

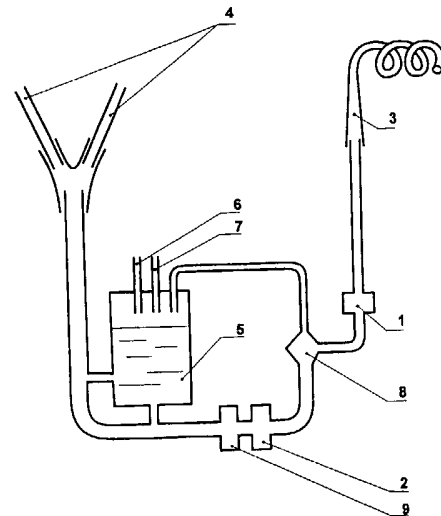
С отчётом о международном поиске

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и дру-
гих сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям»,
публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюл-
летеня РСТ.

(54) Title: METHOD FOR CARDIA BYPASS, DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD AND A VASCULAR CANNULA

(54) Название изобретения: СПОСОБ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ, АППАРАТ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ И СОСУДИСТАЯ КАНИЮЛЯ

(57) Abstract: The inventive method for cardial bypass consists in supplying blood and/ or blood substitute to a blood circulatory system by a pulsed supply of said blood and/ or blood substitute to an arterial vessel and in removing blood and/or blood substitute from said blood circulatory system through venous vessels. The blood and/or blood substitute supply is carried out in such a way that they enter the arterial vessel along a screw trajectory. The inventive device for carrying out said method comprises a unit for supplying blood and/or blood substitute to the blood circulatory system in a pulsating mode, a blood and/or blood substitute-oxygen enriching unit, means for connecting said device to venous vessels and means for connecting it to the arterial vessel which is embodied in such a way that the blood and/or blood substitute enters said arterial vessel in the form of a helicoidal flow. The inventive cannula comprises an elongated body provided with two ends. A section adjoining to one of said ends is embodied in the form of a connecting part of the cannula, the section adjoining to the second end is used as operating part of the cannula and embodied in the form of a spiral. Said elongated body is provided with a through channel which is embodied in such a way that a fluid medium enters said channel from the end adjoining to the connecting part of the cannula and comes out through the end adjoining to the operating part thereof.



WO 2004/103441 A1

[Продолжение на след. странице]



(57) Реферат: Предлагается способ искусственного кровообращения, по которому осуществляют снабжение кровеносной системы кровью и/или кровезаменителем путем пульсирующей подачи названных крови и/или кровезаменителя в артериальный сосуд, и удаление названных крови и/или кровезаменителя из кровеносной системы через венозные сосуды, причем подачу крови и/или кровезаменителя осуществляют таким образом, что они поступают в артериальный сосуд по винтовой траектории. Для осуществления способа также предлагается аппарат искусственного кровообращения и сосудистая канюля. Аппарат включает средство подачи крови и/или кровезаменителя в кровеносную систему в пульсирующем режиме, средство обогащения крови и/или кровезаменителя кислородом, средство соединения аппарата с венозными сосудами и средство соединения аппарата с артериальным сосудом, которое выполнено таким образом, что кровь и/или кровезаменитель поступают в названный артериальный сосуд в форме винтового потока. Канюля включает продолговатое тело, имеющее два конца, при этом участок, прилегающий к одному из названных концов, является соединительной частью канюли, а участок прилегающий ко второму из названных концов, является рабочей частью канюли, которая выполнена в форме спирали, а в названном продолговатом теле выполнен сквозной канал таким образом, что в него поступает текучая среда с конца, прилегающего к соединительной части канюли, и выходит из конца прилегающего к рабочей части канюли.

СПОСОБ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ,
АППАРАТ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ И СОСУДИСТАЯ КАНЮЛЯ

Область техники

Изобретение относится к медицине, а именно, к медицинским
5 технологиям, медицинской технике и медицинским инструментам.

Предшествующий уровень техники

Различные способы искусственного кровообращения и аппараты для их
осуществления известны и широко применяются. Упомянутые способы
10 включают подачу крови, кровезаменителя или их смеси в артериальный сосуд
под давлением, обеспечивающим поступательное прохождение названных крови,
кровезаменителя или их смеси по кровеносной системе. По характеру перфузии
крови в артериальный сосуд способы искусственного кровообращения, и,
соответственно, аппараты искусственного кровообращения подразделяются на
15 два вида: с непрерывной перфузией и с пульсирующей перфузией, причем,
последние из упомянутых в настоящее время используются в меньшем объеме,
так как при пульсирующей перфузии повышается периферическое артериальное
сопротивление.

При использовании известных способов и аппаратов возникает большое
20 количество патологических нарушений, вызывающих различные
осложнения, поэтому восстановительный период после проведенных операций с
искусственным кровообращением длится достаточно долго. К таким
осложнениям, например, относятся:

- 25 - нарушение регионарного кровообращения (сердце, головной мозг, легкие,
почки, печень);
- метаболический ацидоз смешанного типа (тканевый и клеточный);
- стаз крови в микрососудистом кровеносном русле;
- постперфузионные кровотечения, обусловленные нарушением
свертывающей системы крови;
- 30 - нарушение газообмена и метаболизма;
- стаз крови в венозном русле;

- гипергидратация, увеличивающая объем внеклеточной жидкости и повышающая интерстициальное давление, приводящая к отеку тканей смешанного типа (клеточной и тканевой);
- нарушение осмотического и коллоидного гомеостаза, ведущее к ухудшению реологии крови из-за сморщивания эритроцитов и повышения периферического сопротивления кровеносных сосудов;
- постперфузионные кровотечения, обусловленные разбавлением факторов свертывания крови;
- развитие в постперфузионном периоде острой сердечно – сосудистой недостаточности.

Вышеперечисленные осложнения возникают во многом в связи с тем, что в известных способах и аппаратах искусственного кровообращения не учитывается специфика работы кровеносных сосудов, при их применении не воспроизводится природный характер движения крови в кровеносном русле. Исследования биомеханики кровообращения, проведенные в последние годы, экспериментально показали, что в кровеносном русле, как и во всей сердечно – сосудистой системе, движение крови имеет не поступательный, как считалось раньше, а вращательно – поступательный характер, причем направление вращения потока крови в большом и малом кругах кровообращения, - противоположное [Zakharov V New principles of circulation mechanics//European J. Cardiac Interventions -1995, Vol.4, №1, p.3-13].

Предпосылки к формированию вращательно – поступательного движения крови заключаются в том, что мышечные элементы миокарда желудочков сердца и кровеносных сосудов имеют спиральную упаковку, их полости представляют собой воронкообразные камеры с асимметрией входа и выхода, а ветвление магистрального артериального и венозного русла – тангенциальное. Установление этих фактов способствовало новому пониманию биомеханики кровообращения и, в частности, привело к идее “распределенного сердца”. Поток крови, поступающий в магистральное артериальное русло во время систолы желудочков сердца, изначально имеет вращательно – поступательный характер движения. Поскольку, так же, как в миокарде, гладкие миоциты артериальных сосудов спирально упакованы, растяжение стенок сосудов, принимающих систолический выброс крови, приводит к натяжению гладкомышечных

элементов и спиральной волне их возбуждения. Далее, сложение сил упругой деформации эластического каркаса и активного сокращения гладких миоцитов стенок артерий создает в них волну скручивания, обеспечивающую сохранение закрученного потока, поддерживая не только поступательную составляющую движения крови, но, что важно - и вращательную. За период сердечного цикла сокращение и расслабление активных элементов стенок сосудов происходит поочередно, причем этот процесс распространяется от сердца к периферии магистральных артериальных сосудов. Деятельность каждого участка магистрального артериального сосуда аналогична деятельности желудочка сердца, поскольку имеются фазы спирального сокращения и расслабления мышечного слоя кровеносных сосудов, а в целом деятельность сердца и сосудов синхронизована. С помощью рентгеноконтрастных исследований установлено, что в начальных отделах артериального русла кровеносной системы поступательная энергия приблизительно в два раза меньше вращательной энергии, которая создает дополнительную силу тяги крови. Этот эффект универсальным образом проявляется также в многочисленных воронкообразных камерах кровеносной системы. Функциональная роль вращательной составляющей движения крови состоит в преодолении распределенного сопротивления сосудов, величина которого определяется вязким трением. Суммируясь на каждом малом участке кровеносной системы, названное сопротивление интегрально становится большим. Показателем этого сопротивления является измеряемое артериальное диастолическое давление.

С позиций новой концепции биомеханики кровообращения становятся ясными причины и следствия патофизиологических процессов и осложнений, возникающих при искусственном кровообращении с поступательным движением крови в сосудах, когда исключена активная роль сосудов в обеспечении кровотока, а для компенсации потерь на трение во время экстракорпорального кровообращения перфузионным насосом создается избыточное давление, в 2-3 раза превышающее физиологический уровень.

Известен, например, способ искусственного кровообращения, включающий снабжение кровеносной системы кровью (и/или кровезаменителя), путем ее пульсирующей подачи в артериальный сосуд, обеспечение поступательного ее продвижения по кровеносной системе, и удаление названных

крови и/или кровезаменителя из кровеносной системы через венозный сосуд [А.С. СССР № 1320932 МКП А 61М 1/10]. Этот способ, как и другие известные способы, не воспроизводит природного характера движения крови в кровеносной системе, что исключает активную работу сосудов и в итоге приводит к различным патофизиологическим процессам в организме, нарушениям и осложнениям, перечисленным выше.

Раскрытие изобретения

Изобретение решает задачу создания способа и аппарата искусственного кровообращения, воспроизводящего природное, физиологичное движение крови в кровеносной системе, и не вызывающего различных патофизиологических процессов и нарушений в организме больного, операционных и послеоперационных осложнений.

Поставленная задача решается тем, что предлагается способ искусственного кровообращения, включающий снабжение кровеносной системы кровью и/или кровезаменителем путем пульсирующей подачи названных крови и/или кровезаменителя в артериальный сосуд, удаление названных крови и/или кровезаменителя из кровеносной системы через венозный сосуд, в котором подачу крови и/или кровезаменителя осуществляют таким образом, что они поступают в артериальный сосуд по винтовой траектории.

Поскольку в физиологических условиях живого организма происходит активный возврат крови из венозных магистралей большого круга кровообращения деятельностью правого желудочка сердца, создающего присасывающий эффект для крови в период диастолы желудочка (активная диастола сердца), для избежания гипергидратации (перенасыщения тканей жидкостью) и создания условий, максимально приближенных к естественным, наиболее эффективно осуществлять удаление крови и/или кровезаменителя через венозный сосуд принудительно, таким образом, чтобы объем крови и/или кровезаменителя, подаваемого в кровеносную систему соответствовал объему названных крови и/или кровезаменителя, удаляемого из названной кровеносной системы.

При искусственном кровообращении возможна постоянная подача в кровеносную систему свежей крови и/или кровезаменителя, однако наиболее

экономично осуществлять циркуляцию одного и того же объема крови и/или кровезаменителя, для чего после выхода из венозного сосуда его подвергают оксигенированию - насыщению кислородом, и вновь подают в кровеносную систему.

5 Оптимальное физиологическое соотношение вращательной и поступательной скоростей винтового потока крови равно, соответственно: $\sqrt{2} : 1$, а систолического к диастолическому артериальному давлению, равно $3 : 2$. Учитывая, что в физиологических условиях кровотока в артериальных сосудах большого круга кровообращения существует винтовой поток с левым
10 направлением вращения крови по потоку, необходимо подавать кровь и/или кровезаменитель в артериальный сосуд большого круга кровообращения с левым направлением вращения.

Для осуществления этого способа предлагается аппарат искусственного кровообращения. Предлагаемый аппарат содержит средство подачи крови и/или
15 кровезаменителя в кровеносную систему в пульсирующем режиме, средство обогащения крови и/или кровезаменителя кислородом, средство соединения аппарата с артериальным сосудом и средство соединения аппарата с венозными сосудами, причем, средство соединения аппарата с артериальным сосудом выполнено таким образом, что кровь и/или кровезаменитель поступает в
20 названный артериальный сосуд в форме винтового потока.

Схема аппарата приведена на фиг.1, а схема его подсоединения к пациенту приведена на фиг.2.

Аппарат может быть снабжен также средством принудительного удаления крови и/или кровезаменителя из венозного сосуда, которое обеспечивает
25 выведение названной крови и/или кровезаменителя из кровеносной системы таким образом, что скорость удаления крови из кровеносной системы соответствует скорости подачи крови в кровеносную систему.

В качестве средства подачи крови и/или кровезаменителя в кровеносную систему в пульсирующем режиме может использоваться пульсирующий насос.

30 В качестве средства обогащения крови и/или кровезаменителя кислородом может использоваться оксигенатор.

В качестве средства принудительного удаления крови и/или кровезаменителя из венозных сосудов может использоваться насос.

Физиологичность работы аппарата искусственного кровообращения достигается также тем, что производительность насоса принудительного удаления крови и/или кровезаменителя из венозного сосуда соответственно равна производительности пульсирующего перфузионного насоса, нагнетающего кровь и/или кровезаменитель в артериальный сосуд. Поскольку минутный объем кровообращения индивидуальны у каждого пациента, насосы имеют регулируемую производительность, что дает возможность настраивать их индивидуально для каждого пациента.

Средство соединения аппарата с артериальным сосудом может быть выполнено в форме специальной сосудистой канюли.

В общем виде медицинские канюли представляют собой полые трубки простой или сложной конфигурации с тупоконечной головной рабочей частью. В зависимости от назначения и области применения различают канюли: анатомические, нейрохирургические, офтальмологические, ото-рино-ларингологические, стоматологические, урологические, сосудистые и другие.

Сосудистые канюли предназначены для внутривенных вливаний, производимых способом венесекции, в том числе при переливании крови, а также для подсоединения аппарата искусственного кровообращения к артериальным и венозным сосудам больного при искусственном кровообращении. Сосудистые канюли различных конфигураций известны. Так, известна концевая сосудистая канюля, которая выполнена в виде стеклянной трубки, рабочая часть которой имеет оттянутый зауженный конец и перехват в виде желобка (шейка канюли). Рабочую часть канюли вставляют в разрез стенки сосуда – артерии или вены и фиксируют в сосуде с помощью нитяной лигатуры, затягиваемой в области шейки канюли. Конец стеклянной трубки, противоположный рабочей части канюли, является ее соединительной частью, на которую надеваются шланги от аппарата искусственного кровообращения, или капельницы [Большая медицинская энциклопедия/ Под ред. А.Н. Бакулева, т.12, - М: Изд. «Большая советская энциклопедия», 1959 г, стр 167]. При использовании этой канюли для подсоединения кровеносных сосудов к аппарату искусственного кровообращения она обеспечивает только поступательное движение крови в сосудах и не обеспечивает образования винтового потока крови в сосудах кровеносной системы.

Для обеспечения вращательно-поступательного движения крови в кровеносной системе при искусственном кровообращении предлагается канюля, включающая продолговатое тело, имеющее по крайней мере два конца, при этом участок, прилегающий к одному из названных концов является соединительной частью канюли, а участок, прилегающий ко второму из названных концов является рабочей частью канюли, причем в названном продолговатом теле выполнен сквозной канал, таким образом, что в него поступает текучая среда с конца канюли, к которому прилегает ее соединительная часть, и выходит из конца канюли, к которому прилегает ее рабочая часть, которая в свою очередь выполнена в форме спирали.

Текучей средой для сосудистой канюли может быть кровь, кровезаменитель, или их смесь. Если же такую канюлю использовать для других целей, кроме искусственного кровообращения, в качестве текучей среды могут быть различные лекарства, мази и др.

Для удобства подсоединения канюли к сосуду больного ее рабочая часть может быть расположена под углом к ее соединительной части, причем этот угол может быть острым, прямым или тупым.

Соединительная часть сосудистой канюли, которой она подсоединяется к шлангу аппарата искусственного кровообращения, может быть выполнена цилиндрической или конической формы. Упомянутый шланг может подсоединяться к канюле путем надевания его снаружи на ее соединительную часть без дополнительных средств, или с использованием известных дополнительных переходных штуцеров с разными диаметрами рабочих частей, одна из которых входит в соединительную часть канюли, а вторая – в шланг [Большая медицинская энциклопедия/ Под ред. А.Н. Бакулева, т.12, - М: Изд. «Большая советская энциклопедия», 1959 г, стр 166, рис. 11].

Как упомянуто выше, исследования кровеносной системы показали, что соотношение величин вращательной и поступательной скоростей как $\sqrt{2} : 1$ является оптимальным. Поэтому целесообразно выбирать такое соотношение диаметра спирали и ее шага, чтобы соблюдалось указанное соотношение величин вращательной и поступательной скоростей винтового потока крови в начальном отделе артериального русла.

Общий вид предлагаемой сосудистой канюли приведен на фиг.3. Канюля имеет рабочую часть 10, соединительную часть 11 и сквозной канал 12. Рабочая часть канюли 10 выполнена в форме спирали. На фиг.4 приведен общий вид канюли с рабочей частью, расположенной под прямым углом к соединительной части, причем рабочая часть ее выполнена в форме левозакрученной спирали. Такие канюли предназначены для сосудов большого круга кровообращения, прежде всего, для присоединения к артериальным сосудам, где существует винтовой поток крови с левым направлением закрутки. На фиг.5 приведен общий вид канюли с рабочей частью, расположенной под прямым углом к соединительной части, причем рабочая ее часть выполнена в форме правозакрученной спирали. Такие канюли предназначены для сосудов малого круга кровообращения, где существует винтовой поток крови с правым направлением закрутки.

Способ искусственного кровообращения осуществляют посредством аппарата, снабженного описанной выше сосудистой канюлей, следующим образом.

На фиг.1 изображен аппарат искусственного кровообращения. Он содержит: перфузионный пульсирующий насос 1, оксигенатор 2, сосудистую артериальную канюлю 3, сосудистые венозные канюли 4, резервуар для сбора крови 5, коронарный дренаж 6, желудочковый дренаж 7, воздушный фильтр 8 и дополнительный насос 9. Сосудистые венозные канюли 4 вводят в верхнюю и нижнюю полые вены, а сосудистую артериальную канюлю 3 – в артериальный сосуд. Дополнительный насос 9 соединен с оксигенатором 2, который также соединен с воздушным фильтром 8. Воздушный фильтр 8 имеет две трубки, одна из которых соединена с резервуаром для сбора крови 5, а другая – с перфузионным насосом 1. В резервуар для сбора крови 5 введены коронарный дренаж 6 и желудочковый дренаж 7. Перфузионный насос 1 соединен с сосудистой артериальной канюлей.

При подключении аппарата к пациенту венозные канюли 4 вводят в верхнюю и нижнюю полые вены, а артериальную канюлю 3 – в аорту, как показано на фиг.2. Дополнительный насос 9 активно осуществляет возврат крови из венозного отдела большого круга кровообращения и одновременно откачивает кровь из резервуара для сбора крови 5, в который собирают кровь коронарным

дренажем 6 и желудочковым дренажем 7. Дополнительный насос 9 направляет кровь в оксигенатор 2, где происходит насыщение крови кислородом. Оксигенированная кровь поступает в перфузионный насос 1 через воздушный фильтр 8, предупреждающий газовую эмболию. Пузырьки газа в случае их возникновения отводятся соединительной трубкой в резервуар для сбора крови 5, где имеется воздушный уровень и кровь. Перфузионный насос 1 создает пульсирующую подачу крови в артериальный сосуд через сосудистую артериальную канюлю 3, концевая часть которой, введенная в названный сосуд, имеет вид спирали. Общий вид канюли 3 приведен на фиг.3. Через подсоединенные к соединительной части канюли 11 шланги из аппарата искусственного кровообращения в сквозной канал канюли 12 поступает кровь, кровезаменитель, или их смесь (далее – кровь). В соединительной части канюли 11 кровь движется поступательно, а в рабочей части 10, проходя по каналу спирали 12, она обретает вращательно – поступательное движение, характер которого сохраняется в артериях ниже по потоку в связи с активным взаимодействием стенки кровеносного сосуда и среды. Артерии восполняют потери энергии вращательного движения и обеспечивают оптимальное соотношение вращательной и поступательной скоростей в винтовом потоке крови. Установлено, что неизвестное ранее свойство для закрученного потока жидкости в конусоидальных каналах создавать силу тяги в винтовом потоке, которая обусловлена существованием вращательной энергии в винтовом потоке. В общем виде сердечно – сосудистая система представляет собой конусоидальные каналы, в которых существует закрученный поток крови. Благодаря вращательной составляющей движения крови преодолевается распределенное сопротивление сосудов, величина которого определяется вязким трением, происходит «запуск» механизма проталкивания крови через сосуды по спирали, т.е. непосредственно стенки сосудов начинают работать, проталкивая кровь. В результате поток крови при искусственном кровообращении в кровеносной системе максимально приближается к естественному.

Оптимальное соотношение вращательного и поступательного компонентов винтового движения крови обеспечивает эффективное преодоление сосудистого сопротивления и оптимальные условия для микрогемодиализации и трансапиллярного обмена. Определенный шаг винтовой траектории

обеспечивает строгое соотношение вращательной скорости винтового потока крови и поступательной его скорости, равное $\sqrt{2} : 1$. Такое соотношение скоростей винтового потока крови обеспечивает оптимальный уровень соотношения систолического и диастолического артериального давления, который в начальном отделе аорты в норме равен $3/2$. Кроме того, вращательный компонент движения винтового потока крови обеспечивает распределенный диастолический градиент, направленный на преодоление распределенного сосудистого сопротивления и достижения главной цели – эффективность микроциркуляции.

10 Таким образом, предлагаемые способ искусственного кровообращения, аппарат для его осуществления и сосудистая канюля обеспечивают физиологичность кровотока в кровеносной системе, исключают необходимость проведения гемодилюции, не требует создания избыточного давления перфузионным насосом, что в свою очередь устраняет многочисленные
15 нарушения, операционные и послеоперационные осложнения у прооперированных больных, а также позволяет применять минимум донорской крови и фармакологических средств.

Краткое описание фигур чертежей

20 На фиг.1 изображен аппарат искусственного кровообращения, где: 1 - перфузионный пульсирующий насос, 2 - оксигенатор, 3- сосудистая артериальная канюля, 4 - сосудистая венозная канюля, 5 - резервуар для сбора крови, 6 - коронарный дренаж, 7 - желудочковый дренаж, 8 - воздушный фильтр, 9 - дополнительный насос .

25 На фиг. 2 изображена схема подключения аппарата искусственного кровообращения к пациенту, где 10 – сердце, 11 – вена, 3 – артериальная канюля, 4 – венозная канюля.

На фиг. 3 изображена сосудистая канюля в общем виде, где 10 – рабочая часть канюли, 11 – соединительная часть канюли, 12 – сквозной канал.

30 На фиг. 4 изображена сосудистая канюля с левозакрученной рабочей частью, расположенной под прямым углом к соединительной части.

На фиг. 5 изображена сосудистая канюля с правозакрученной рабочей частью, расположенной под прямым углом к соединительной части.

Промышленная применимость

Изобретение может быть использовано в медицине, преимущественно, в кардиохирургии для обеспечения искусственного кровообращения во время операций на сердце.

Формула изобретения

1. Способ искусственного кровообращения, включающий снабжение кровеносной системы кровью и/или кровезаменителем путем пульсирующей подачи названных крови и/или кровезаменителя в артериальный сосуд, и удаление названных крови и/или кровезаменителя из кровеносной системы через венозные сосуды, характеризующийся тем, что подачу крови и/или кровезаменителя осуществляют таким образом, что они поступают в артериальный сосуд по винтовой траектории.
2. Способ по п.1, характеризующийся тем, что удаление крови и/или кровезаменителя через венозные сосуды осуществляют принудительно и таким образом, чтобы объем крови и/или кровезаменителя, подаваемых в кровеносную систему, соответствовал объему крови, удаляемой из названной кровеносной системы.
3. Способ по п.1, или 2, характеризующийся тем, что кровь и/или кровезаменитель после их удаления из кровеносной системы подвергают оксигенированию и вновь подают в названную кровеносную систему.
4. Аппарат искусственного кровообращения, включающий средство подачи крови и/или кровезаменителя в кровеносную систему в пульсирующем режиме, средство обогащения крови и/или кровезаменителя кислородом, средство соединения аппарата с артериальным сосудом и средство соединения аппарата с венозными сосудами, характеризующийся тем, что средство соединения аппарата с артериальным сосудом выполнено таким образом, что кровь и/или кровезаменитель поступают в названный артериальный сосуд в форме винтового потока.
5. Аппарат по п.4, характеризующийся тем, что он содержит средство принудительного удаления крови и/или кровезаменителя из венозных сосудов, которое обеспечивает выведение названной крови и/или кровезаменителя из кровеносной системы таким образом, что средняя скорость удаления крови из кровеносной системы соответствует скорости подачи крови и/или кровезаменителя в кровеносную систему.
6. Аппарат по п.4, характеризующийся тем, что средство подачи крови и/или кровезаменителя в кровеносную систему в пульсирующем режиме выполнено в форме пульсирующего насоса.

7. Аппарат по п.4, характеризующийся тем, что средство обогащения крови и/или кровезаменителя кислородом выполнено в форме оксигенатора.

8. Аппарат по п.4, характеризующийся тем, что средство принудительного удаления крови и/или кровезаменителя из венозного сосуда выполнено в форме насоса.

9. Канюля, включающая продолговатое тело, имеющее, по крайней мере, два конца, при этом участок, прилегающий к одному из названных концов, является соединительной частью канюли, а участок, прилегающий ко второму из названных концов, является рабочей частью канюли, причем в названном продолговатом теле выполнен сквозной канал таким образом, что в него поступает текучая среда с конца, прилегающего к соединительной части канюли, и выходит из конца, прилегающего к рабочей части канюли, характеризующаяся тем, что ее рабочая часть выполнена в форме спирали.

10. Канюля по п.9 характеризующаяся тем, что ее соединительная часть подсоединяется к источнику текучей среды.

11. Канюля по п.9, или 10, характеризующаяся тем, что текучей средой является кровь.

12. Канюля по п.9, или 10, характеризующаяся тем, что текучей средой является кровезаменитель.

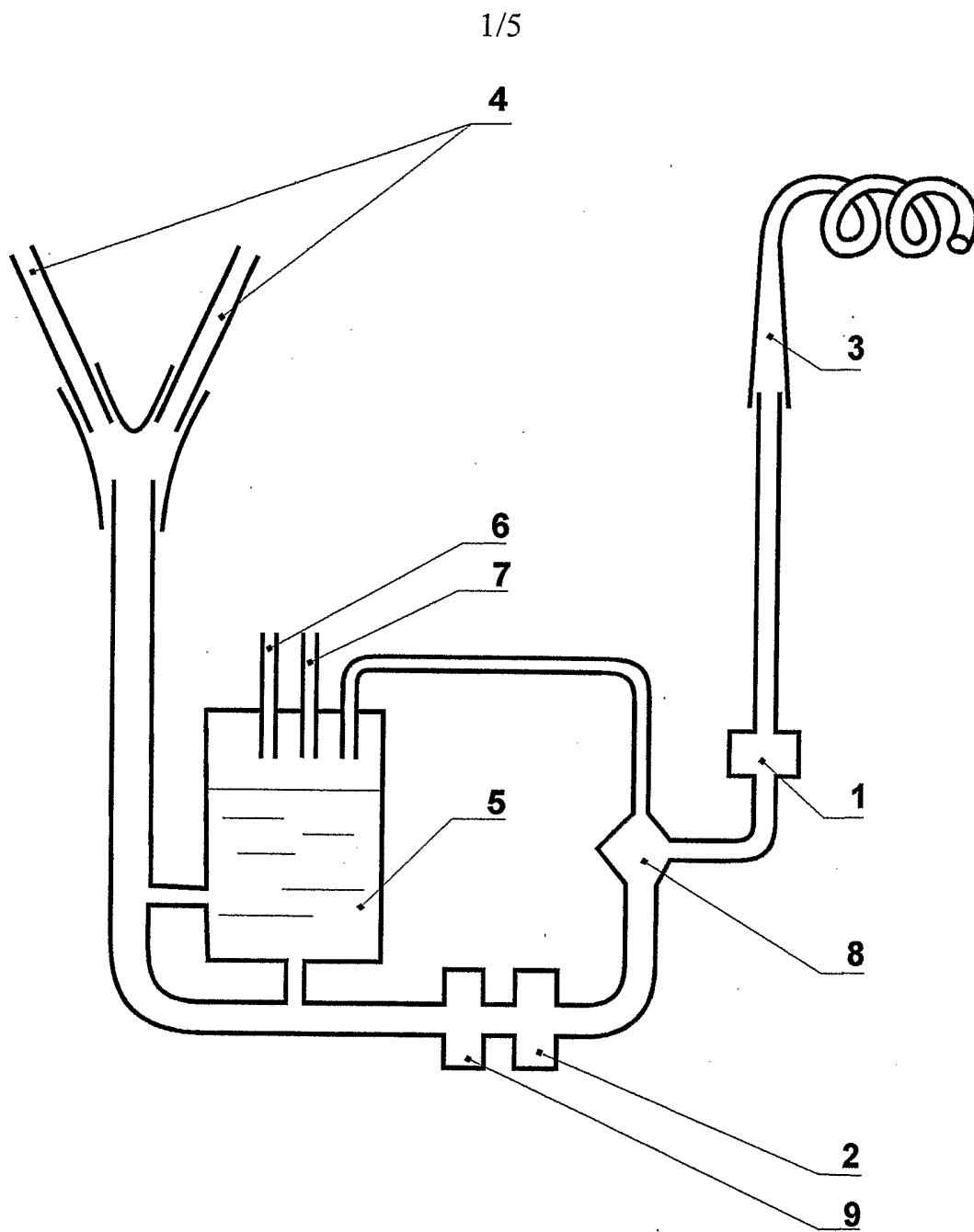
13. Канюля по п.9, или 10, характеризующаяся тем, что текучей средой является смесь крови и кровезаменителя.

14. Канюля по любому из пп.9 - 13, характеризующаяся тем, что ее рабочая часть выполнена в форме правозакрученной спирали.

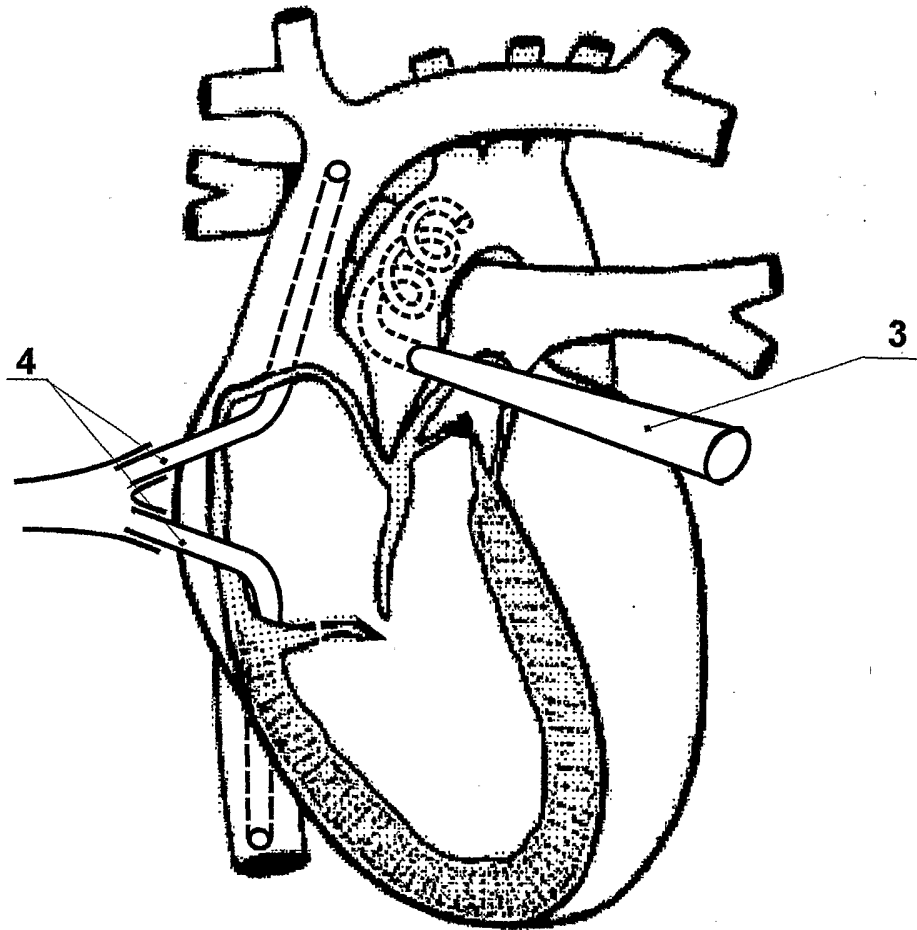
15. Канюля по любому из пп.9-13, характеризующаяся тем, что ее рабочая часть выполнена в форме левозакрученной спирали.

16. Канюля по любому из пп.9 - 15, характеризующаяся тем, что ее рабочая часть находится под углом к соединительной части.

17. Канюля по любому из пп.9-15, характеризующаяся тем, что соотношение размера диаметра спирали рабочей части канюли и размера ее шага таково, что обеспечивается отношение величины вращательной скорости текучей среды к величине ее поступательной скорости крови как $\sqrt{2}: 1$.

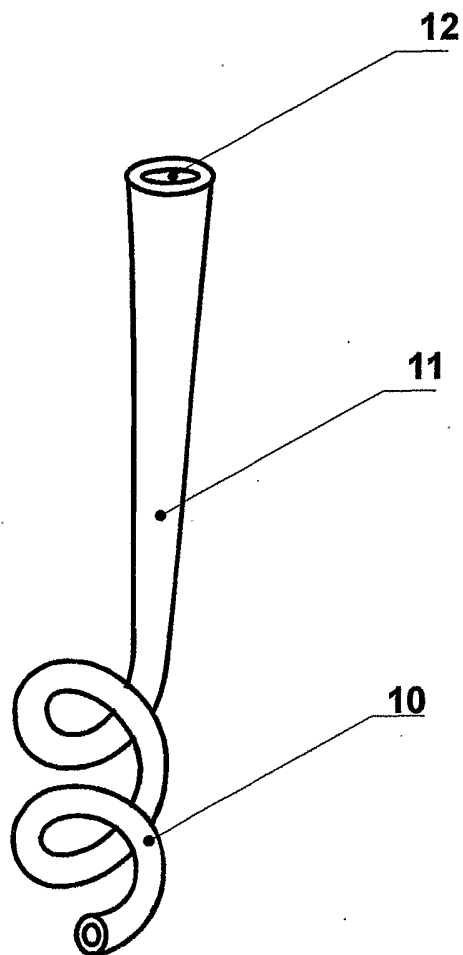


Фиг. 1

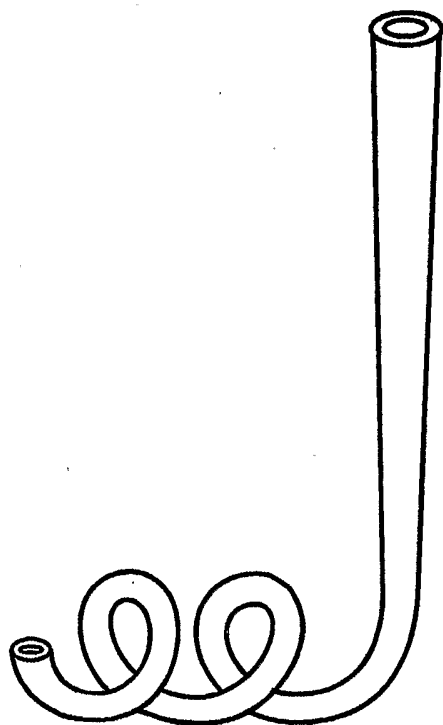


Фиг. 2

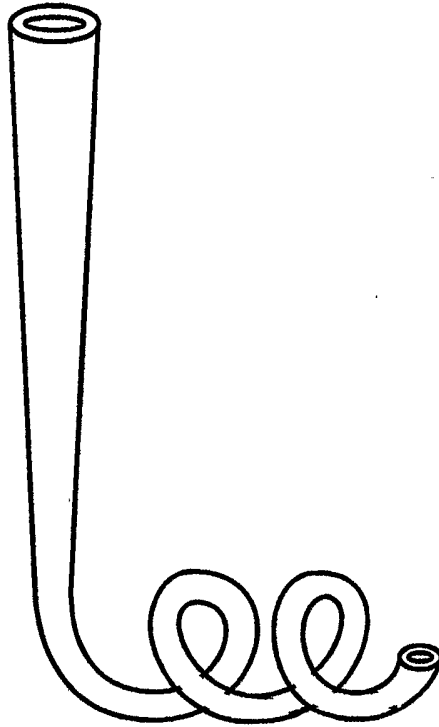
3/5



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 03/00226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61M 1/10,39/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61M 1/10,1/12,39/00,39/08,25/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	SU 1680206 A1 (V.I. KOPIN et al.) 30.09.1991, description, columns 2, 3, figure	1-8
Y	US 5275580 A (SUN MEDICAL TECHNOLOGY RESEARCH CORPORATION) Jan. 4, 1994, the abstract, figures 2-5	1-8
A	US 5437601 A (THOMAS M. RUNGE) Aug. 1, 1995	1-8
A	SU 1426592 A1 (NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT TRANSPLANTOLOGII I ISKUSSTVENNYKH ORGANOV) 30.09.1988	1-3
A	SU 1362467 A1 (INSTITUT SERDECHNO-SOSUDISTOI KHIRURGII imeni A. N. BAKULEVA), 30.12.1987, description, column 2	9-17
A	WO 87/02894 A3 (ELECTRO-CATHETER CORPORATION) 21 May 1987 (21.05.1987)	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 20 November 2003 (20.11.2003)		Date of mailing of the international search report 04 December 2003 (04.12.2003)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 03/00226

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">A61M 1/10,39/00</div> Согласно международной патентной классификации (МПК-7)				
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА: Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7: <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">A61M 1/10,1/12,39/00,39/08,25/00</div>				
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:				
Электронная база данных, использованная при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):				
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:				
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №		
Y	SU 1680206 A1 (В. И. КОПИН и др.) 30.09.1991, описание колонки 2,3, рис.	1-8		
Y	US 5275580 A (SUN MEDICAL TECHNOLOGY RESEARCH CORPORATION) Jan. 4, 1994, реферат, фиг. 2-5	1-8		
A	US 5437601 A (THOMAS M. RUNGE) Aug. 1, 1995	1-8		
A	SU 1426592 A1 (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ТРАНСПЛАНТОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ) 30.09.1988	1-3		
A	SU 1362467 A1 (ИНСТИТУТ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ имени А. Н. БАКУЛЕВА) 30.12.1987, описание колонка 2	9-17		
A	WO 87/02894 A3 (ELECTRO-CATHETER CORPORATION) 21 May 1987 (21.05.1987)	1-17		
<input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> * Особые категории ссылочных документов: А документ, определяющий общий уровень техники Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д. </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории & документ, являющийся патентом-аналогом </td> </tr> </table>			* Особые категории ссылочных документов: А документ, определяющий общий уровень техники Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.	Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории & документ, являющийся патентом-аналогом
* Особые категории ссылочных документов: А документ, определяющий общий уровень техники Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.	Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории & документ, являющийся патентом-аналогом			
Дата действительного завершения международного поиска: 20 ноября 2003 (20.11.2003)	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 04 декабря 2003 (04.12.2003)			
Наименование и адрес Международного поискового органа Федеральный институт промышленной собственности РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30,1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА	Уполномоченное лицо: Л. Черепанова Телефон № 240-25-91			