

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013140949/14, 14.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.03.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.03.2011 US 61/453,975

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2015 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 27.11.2016 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2007282198 A1, 06.12.2007. WO
0061216 A1, 19.10.2000. EP 1647291 A1,
19.04.2006. RU 2117493 C1, 20.08.1998.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 18.10.2013(86) Заявка РСТ:
US 2012/029038 (14.03.2012)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/129022 (27.09.2012)

Адрес для переписки:

125047, Москва, ул. Лесная, 9, Белые Сады, 10
этаж, Бейкер и Макензи, Пыльневу Ю.А.

(72) Автор(ы):

ХАЙНС Майкл Р. (US),
МУР Дэнис А. (US),
НЕЙБЕРТ Уиллиам Дж. (US)

(73) Патентообладатель(и):

Либэль-Фларшайм Кампани ЭлЭлСи (US)

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНЪЕКЦИИ КОНТРАСТНОЙ
СРЕДЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СИГНАЛА ВО ВРЕМЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ
АНГИОГРАФИИ

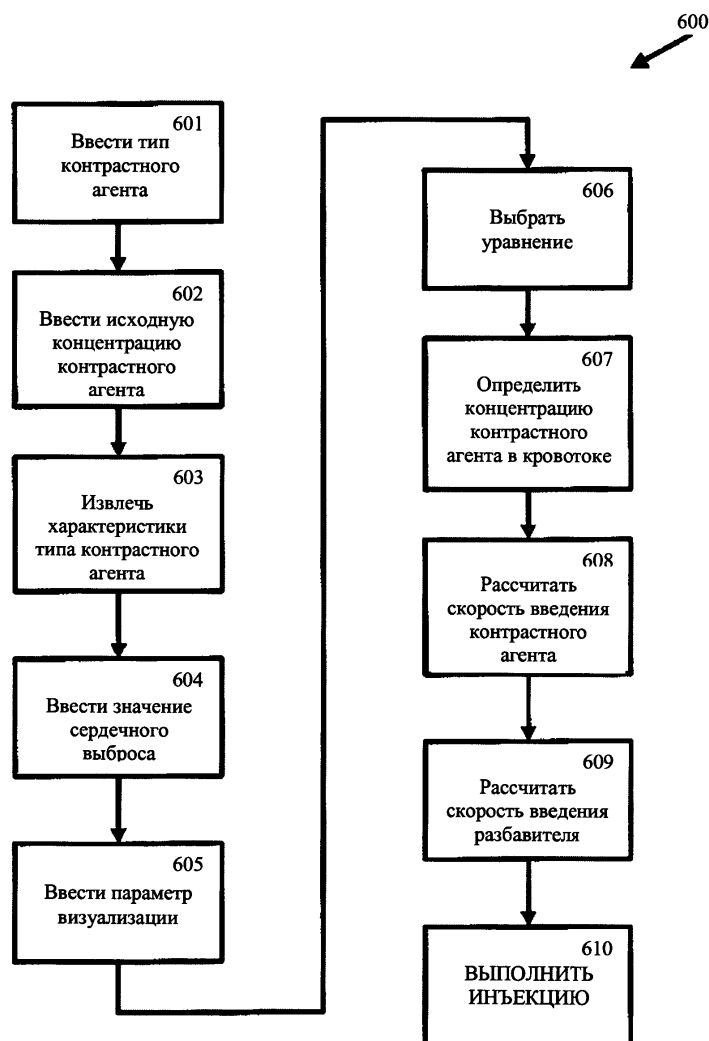
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике, а именно к магнитно-резонансной ангиографии. Система инъекции по первому варианту выполнения включает устройство для инъекции, интерфейс оператора, принимающий входные данные от оператора системы инъекции, и контроллер, функционально связанный с устройством для инъекции и интерфейсом оператора, включающий модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на основании входных данных о типе контрастного агента и первого параметра визуализации для МРА визуализатора, где первым

параметром визуализации является время повторения импульса для МРА визуализатора, и модуль определения скорости введения контрастного агента на основании заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, входных данных об исходной концентрации контрастного агента, и входных данных сердечного выброса пациента. Система по второму варианту дополнительно включает шприц, установленный в системе инъекции и содержащий контрастный агент, память, содержащую множество формул, связывающих концентрацию контрастного агента у пациента с

интенсивностью сигнала, принимаемого МРА визуализатором. В системе по третьему варианту контроллер включает модуль определения скорости введения контрастного агента путем умножения значения сердечного выброса пациента, у которого проводят визуализацию, на отношение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке к концентрации контрастного агента в шприце. Система по четвертому варианту включает автоматический инжектор с двойной головкой, первый шприц, установленный на инжекторе, второй шприц, установленный на инжекторе и содержащий разбавитель, интерфейс

оператора, контроллер, включающий модуль определения скорости введения разбавителя, обеспечивающий одновременный выпуск автоматическим инжектором контрастного агента из первого шприца при скорости введения контрастного агента и разбавителя из второго шприца при скорости введения разбавителя. Способы управления системами инъекции осуществляются посредством соответствующих устройств. Использование изобретений позволяет улучшить качество изображения МРА. 8 н. и 36 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 6



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013140949/14, 14.03.2012**

(24) Effective date for property rights:
14.03.2012

Priority:

(30) Convention priority:
18.03.2011 US 61/453,975

(43) Application published: **27.04.2015** Bull. № 12

(45) Date of publication: **27.11.2016** Bull. № 33

(85) Commencement of national phase: **18.10.2013**

(86) PCT application:
US 2012/029038 (14.03.2012)

(87) PCT publication:
WO 2012/129022 (27.09.2012)

Mail address:

**125047, Moskva, ul. Lesnaja, 9, Belye Sady, 10 etazh,
Bejker i Makenzi, Pylnevu JU.A.**

(72) Inventor(s):

**KHAJNS Majkl R. (US),
MUR Dennis A. (US),
NEJBERT Uilliam Dzh. (US)**

(73) Proprietor(s):

Libel-Flarshajm Kampani ELElSi (US)

(54) **APPARATUS AND METHOD TO DETERMINE CONTRAST MEDIA INJECTION PARAMETERS TO CONTROL SIGNAL INTENSITY DURING MAGNETIC RESONANCE ANGIOGRAPHY**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

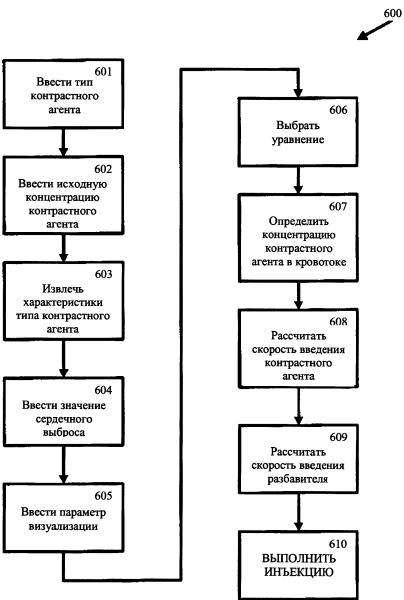
SUBSTANCE: group of inventions refers to medical equipment, namely to magnetic resonance angiography. In compliance with the first assembly, an injection system includes an injection device, operator interface that receives inputs from an operator of said injection system, and a controller, functionally connected with an injection device and an operator interface, including a target in-bloodstream contrast agent concentration determination module that determines a target in-bloodstream contrast agent concentration at least partially based on contrast agent type and MRA imager parameters, wherein the first imaging parameter is a pulse repetition time for said MRA imager, and a contrast agent injection rate determination module that determines a contrast agent injection rate at least partially based on the target in-bloodstream contrast agent concentration, input data on initial contrast agent concentration, and input data on patient's cardiac output.

In compliance with the second assembly, a system additionally comprises a syringe installed on said injection system and holding a contrast agent, memory comprising a plurality of formulas, relating contrast agent concentration in a patient to be imaged by an MRA imager to signal intensity received by said MRA imager. In compliance with the third assembly, a system controller includes a contrast agent injection rate determination module that determines a contrast agent injection rate by multiplying a cardiac output rate of a patient, to be imaged by a ratio of a target in-bloodstream contrast agent concentration to a concentration of said contrast agent in said syringe. In compliance with the fourth assembly, the system includes a dual-head power injector, first syringe installed on said dual-head power injector, second syringe installed on said dual-head power injector and holding diluent, operator interface, controller, which includes a diluent injection rate determination module

providing simultaneous discharge by said contrast agent from said first syringe at said contrast injection rate and discharge said diluent from said second syringe at said diluent injection rate. Methods of controlling injection systems are carried out by means of corresponding devices.

EFFECT: using the inventions allows to improve MRA image quality.

44 cl, 6 dwg



Фиг. 6

Родственные заявки

По настоящей заявке испрашивается приоритет предварительной патентной заявки США, серийный номер 61/453,975, поданной 18 марта 2011 и озаглавленной «Устройство и способ определения параметров инъекции контрастной среды для контроля

интенсивности сигнала во время магнитно-резонансной ангиографии».

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится главным образом к области магнитно-резонансной ангиографии (МРА) и, в частности, к области введения контрастной среды и результирующей интенсивности сигнала во время процедуры МРА.

Предшествующий уровень техники

Различные медицинские процедуры требуют введения одной или нескольких медицинских жидкостей пациенту. Например, процедуры медицинской визуализации часто включают введение контрастной среды пациенту, по возможности с солевым раствором и/или другими жидкостями. Другие медицинские процедуры включают

введение одной или нескольких жидкостей пациенту с терапевтической целью.

Автоматические инжекторы могут применяться для этих типов приложений.

Автоматический инжектор обычно содержит то, что обычно обозначается как силовая насадка. Один или несколько шприцев могут быть установлены на силовую насадку различным образом (например, с возможностью отсоединения, с задней загрузкой, с передней загрузкой, с боковой загрузкой). Каждый шприц обычно содержит то, что можно охарактеризовать как поршень шприца, плунжер, или тому подобное. Каждый такой поршень шприца сконструирован для взаимодействия (например, контакта и/или временного соединения) с подходящим приводным механизмом поршня шприца, встроенного в силовую насадку, так чтобы приведение в действие приводного механизма поршня шприца аксиально продвигало связанный поршень шприца внутрь относительно цилиндра шприца. Один из типичных приводных механизмов поршня шприца представляет собой плунжер, установленный на направляющий или приводной винт с резьбой. Вращение приводного винта в одном направлении вращения продвигает связанный плунжер в одном аксиальном направлении, в то время как вращение направляющего винта в противоположном направлении вращения продвигает связанный плунжер в направлении, противоположном аксиальному.

Автоматические инжекторы могут применяться для доставки контрастной среды (также обозначаемой как «контрастный агент») во время процедур МРА визуализации. Контрастный агент применяют для усиления изображения, созданного МРА визуализатором. Тестовые инъекции выполняют пациенту, и последующие скорости доставки контрастного агента основаны на результатах тестовых инъекций. Доставка контрастного агента может сопровождаться промыванием солевым раствором.

Краткое изложение сущности настоящего изобретения

В первом аспекте настоящего изобретения обеспечен способ управления системой инъекции в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора. Способ включает ввод в систему инъекции: типа контрастного агента; исходной концентрации контрастного агента для указанного типа контрастного агента; значения сердечного выброса для пациента, у которого осуществляют визуализацию; и первого параметра визуализации. Способ дополнительно включает определение системой инъекции заданной концентрации контрастного агента в кровотоке и скорости инъекции контрастного агента. Определение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке по меньшей мере отчасти основано на типе контрастного агента и первом параметре визуализации. Расчет скорости инъекции контрастного агента по меньшей

мере отчасти основан на заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, исходной концентрации контрастного агента, и значении сердечного выброса. Скорость инъекции контрастного агента рассчитывают для получения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке. Способ дополнительно включает управление системой

5 инъекции в соответствии с расчетной скоростью инъекции контрастного агента.

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется в первом аспекте настоящего изобретения. Эти усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации. Каждый из следующих признаков как таковых, которые обсуждаются далее, может,

10 не в обязательном порядке, применяться с любым другим признаком или комбинацией признаков первого аспекта. Следующее описание относится к первому аспекту, вплоть до начала обсуждения второго аспекта настоящего изобретения.

Указанный способ может включать систему инъекции, получающую характеристики типа контрастного агента из базы данных, хранящейся в системе инъекции. Определение

15 заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может быть по меньшей мере отчасти основано на полученных характеристиках типа контрастного агента. В этом отношении база данных может включать характеристики, связанные с множеством типов контрастных агентов. Определение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может включать применение формулы, связывающей концентрацию

20 контрастного агента в крови пациента с интенсивностью сигнала, полученного МРА визуализатором во время процедуры МРА визуализации, для определения первого уровня концентрации контрастного агента, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента, равна нулю. В одном варианте осуществления заданная концентрация контрастного агента

25 в кровотоке может быть равной первому уровню концентрации.

Второй параметр визуализации может быть введен в систему инъекции. В этом варианте осуществления первый параметр визуализации может быть временем повторения импульса для МРА визуализатора, а второй параметр визуализации может быть временем задержки визуализации для МРА визуализатора. Определение заданной

30 концентрации контрастного агента в кровотоке может быть дополнительно основано на втором параметре визуализации.

Расчет скорости инъекции контрастного агента может включать деление заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на исходную концентрацию контрастного агента для определения отношения концентраций, и расчет скорости

35 введения контрастного агента путем умножения значения сердечного выброса на отношение концентраций.

Указанный способ может также включать расчет скорости введения разбавителя, основанный, по меньшей мере отчасти, на скорости введения контрастного агента. Расчет скорости введения разбавителя может включать выбор стандартной общей

40 скорости введения, и вычитание скорости введения контрастного агента из стандартной скорости введения жидкости, для определения скорости введения разбавителя. Эта стандартная общая скорость введения может быть установлена в форме значения по умолчанию для системы инъекции, или может быть введена в систему инъекции любым подходящим образом (например, оператором/через графический интерфейс

45 пользователя). Значение для стандартной общей скорости введения может быть получено или определено любым подходящим образом (например, эмпирически).

Работа системы инъекции может включать инъекцию пациенту указанного типа контрастного агента, характеристики которого введены, со скоростью введения

контрастного агента, которую рассчитывают посредством системы инъекции. В вариантах осуществления способа, включающих введение пациенту разбавителя при скорости введения разбавителя, введение разбавителя можно осуществлять одновременно с введением контрастного агента (например, в одном участке инъекции у пациента, например, где контрастный агент и разбавитель выпускают в общую проводящую трубку).

Вторым аспектом настоящего изобретения является система инъекции, включающая устройство для инъекции, интерфейс оператора, модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, и модуль определения скорости введения контрастного агента. Интерфейс оператора позволяет оператору осуществлять ввод разных данных в систему инъекции. Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке определяет заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке, основанную по меньшей мере отчасти на вводе данных о типе контрастного агента (например, ввода через интерфейс оператора) и первого параметра визуализации для МРА визуализатора для применения в процедуре МРА визуализации. Модуль определения скорости введения контрастного агента определяет скорость введения контрастного агента, основанную, по меньшей мере отчасти, на заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, входных данных по исходной концентрации контрастного агента, и входного значения сердечного выброса пациента, у которого проводят визуализацию.

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется во втором аспекте настоящего изобретения. Эти усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации. Каждый из следующих признаков как таковых, которые обсуждаются далее, может, не в обязательном порядке, применяться с любым другим признаком или комбинацией признаков второго аспекта. Следующее описание относится ко второму аспекту, вплоть до начала обсуждения третьего аспекта настоящего изобретения.

Одно или несколько входных данных из типа контрастного агента, исходной концентрации контрастного агента, значения сердечного выброса, и первого параметра визуализации могут быть внесены или введены в систему инъекции через интерфейс оператора. Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может дополнительно использовать второй параметр визуализации. Первый параметр визуализации может быть временем повторения импульса для МРА визуализатора, в то время как второй параметр визуализации может быть временем задержки визуализации для МРА визуализатора.

Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может применять формулу, связывающую концентрацию контрастного агента у пациента с интенсивностью сигнала, принимаемого МРА визуализатором во время процедуры МРА визуализации. В связи с этим, модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может определять первый уровень концентрации контрастного агента, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента, равна нулю. Заданная концентрация контрастного агента в кровотоке может быть равна первому уровню концентрации.

Модуль определения скорости введения контрастного агента может функционировать путем деления заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на входные данные исходной концентрации контрастного агента для определения отношения концентраций и расчета скорости введения контрастного агента путем умножения

значения сердечного выброса на отношение концентраций.

Система инъекции может дополнительно включать модель определения скорости введения разбавителя, который определяет скорость введения разбавителя, основанный, по меньшей мере отчасти, на скорости введения контрастного агента. Модуль определения скорости введения разбавителя может вычитать скорость введения контрастного агента из стандартной общей скорости введения, для определения скорости введения разбавителя.

В третьем аспекте настоящего изобретения обеспечен способ управления системой инъекции в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора. Система инъекции включает шприц с контрастным агентом. Способ включает выбор формулы отношения концентрации контрастного агента у пациента, у которого проводят визуализацию, к интенсивности сигнала, полученного МРА визуализатором во время управления МРА визуализации. Способ далее включает получение первого параметра визуализации для использования в процедуре МРА визуализации, и определение, с помощью по меньшей мере формулы и первого параметра визуализации, концентрации контрастного агента в кровотоке, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента в кровотоке, равна нулю. Способ дополнительно включает выпуск контрастного агента из шприца со скоростью введения контрастного агента на основе концентрации контрастного агента в кровотоке.

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется в третьем аспекте настоящего изобретения. Эти усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации. Каждый из следующих признаков как таковых, которые обсуждаются далее, может, не в обязательном порядке, применяться с любым другим признаком или комбинацией признаков третьего аспекта. Следующее описание относится к третьему аспекту, вплоть до начала обсуждения четвертого аспекта настоящего изобретения.

Первый параметр визуализации можно получить путем переноса первого параметра визуализации из МРА визуализатора в систему инъекции через коммуникационную связь любого подходящего типа. Первый параметр визуализации может также быть получен пользователем путем введения первого параметра визуализации в систему инъекции через графический интерфейс пользователя системы инъекции (или через любое подходящее устройство для ввода данных). Способ может дополнительно включать получение второго параметра визуализации для применения в процедуре МРА визуализации. В таком способе первый параметр визуализации может быть временем повторения импульса для МРА визуализатора, а второй параметр визуализации может быть временем задержки визуализации для МРА визуализатора. Определение концентрации контрастного агента в кровотоке может быть дополнительно основано на втором параметре визуализации.

Выбор формулы может быть выполнен системой инъекции на основе последовательности визуализации для применения МРА визуализатором. Определение концентрации контрастного агента в кровотоке может быть выполнено системой инъекции.

Указанный способ может дополнительно включать ввод значения сердечного выброса для пациента, определение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на основе концентрации контрастного агента в кровотоке, деление заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на концентрацию контрастного агента в шприце для определения отношения концентраций, и расчет скорости введения

контрастного агента путем умножения значения сердечного выброса на отношение концентраций. В таком варианте осуществления заданная концентрация контрастного агента в кровотоке может быть равна концентрации контрастного агента в кровотоке.

Указанный способ может дополнительно включать получение стандартной общей скорости введения, вычитание скорости введения контрастного агента из стандартной общей скорости введения для определения первой скорости введения разбавителя, и выпуск разбавителя при первой скорости введения разбавителя одновременно с выпуском контрастного агента. Как разбавитель, как и контрастный агент, могут быть направлены к общему участку введения у пациента.

Четвертый аспект настоящего изобретения обеспечивает систему инъекции, включающую устройство для инъекции, шприц, установленный в системе инъекции и удерживающий или содержащий контрастный агент, интерфейс оператора для обеспечения ввода различных данных в систему инъекции, память, и модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке. Память может включать множество формул, и каждая из множества формул может связывать концентрацию контрастного агента у пациента для визуализации МРА визуализатором с интенсивностью сигнала, посылаемого МРА визуализатором при процедуре МРА визуализации, для конкретного типа последовательности визуализации. Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может определять заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке с применением по меньшей мере первого параметра визуализации МРА визуализатора и одной из множества формул. Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может определять концентрацию контрастного агента в кровотоке, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента в кровотоке, равна нулю.

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется в четвертом аспекте настоящего изобретения. Эти усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации. Каждый из следующих признаков как таковых, которые обсуждаются далее, может, не в обязательном порядке, применяться с любым другим признаком или комбинацией признаков четвертого аспекта. Следующее обсуждение относится к четвертому аспекту, вплоть до начала обсуждения пятого аспекта настоящего изобретения.

Индивидуальные формулы из множества формул могут быть связаны со спин-эхо последовательностью визуализации, градиент-эхо последовательностью визуализации, или любой другой подходящей последовательностью визуализации.

Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может дополнительно применять второй параметр визуализации МРА визуализатора для определения концентрации контрастного агента в кровотоке. Например, первый параметр визуализации может быть временем повторения импульса для МРА визуализатора, а второй параметр визуализации может быть временем задержки визуализации для МРА визуализатора.

Система инъекции может дополнительно включать модуль определения скорости введения контрастного агента, определяющий скорость введения контрастного агента, основанную, по меньшей мере отчасти, на концентрации контрастного агента в кровотоке. Модуль определения скорости введения контрастного агента может определять скорость введения контрастного агента, основанную, по меньшей мере отчасти, на исходной концентрации контрастного агента в шприце и сердечного выброса пациента, у которого проводят визуализацию. Модуль определения скорости инъекции

контрастного агента может делить заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке на исходную концентрацию контрастного агента для определения отношения концентрации. Модуль определения скорости введения контрастного агента может затем умножать входные данные сердечного выброса на отношение концентрации для

5 определения скорости введения контрастного агента.

Система инъекции может далее включать модуль определения скорости введения разбавителя, определяющий скорость введения разбавителя, основанную, по меньшей мере отчасти, на скорости введения контрастного агента. Модуль определения скорости введения разбавителя может вычитать скорость введения контрастного агента из

10 стандартной общей скорости введения для определения скорости введения разбавителя.

В пятом аспекте настоящего изобретения обеспечен способ управления системой инъекции, включающей шприц с контрастным агентом, в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора. Способ включает ввод данных сердечного выброса для пациента, у которого проводят визуализацию, расчет отношения

15 концентрации путем деления заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на концентрацию контрастного агента в шприце, определение скорости введения контрастного агента путем умножения значения сердечного выброса на отношение концентрации, и выпуск контрастного агента из шприца со скоростью введения контрастного агента. Выпуск может быть инициирован только после определения

20 скорости введения контрастного агента. В другом варианте осуществления способ может дополнительно включать вычитание скорости введения контрастного агента из стандартной общей скорости введения для определения первой скорости введения разбавителя, и выпуск разбавителя при первой скорости введения разбавителя, одновременно с выпуском контрастного агента (например, в общем участке введения

25 у пациента).

Шестой аспект настоящего изобретения обеспечивает систему инъекции, включающую устройство для инъекции, шприц, установленный в системе инъекции и содержащий контрастный агент, интерфейс оператора, позволяющий оператору обеспечить ввод различных данных в систему инъекции, и модуль определения скорости введения

30 контрастного агента. Модуль определения скорости введения контрастного агента определяет скорость введения контрастного агента путем умножения значения сердечного выброса пациента, у которого проводят визуализацию, на отношение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке к концентрации контрастного агента в шприце.

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется в шестом аспекте настоящего изобретения. Эти усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации. Каждый из следующих признаков как таковых, которые обсуждаются далее, может, не в обязательном порядке, применяться с любым другим признаком или комбинацией

40 признаков шестого аспекта. Следующее описание относится к шестому аспекту, вплоть до начала обсуждения седьмого аспекта настоящего изобретения.

Система инъекции может дополнительно включать модуль определения скорости введения разбавителя, определяющий скорость введения разбавителя, основанную, по меньшей мере отчасти, на скорости введения контрастного агента. Модуль определения

45 скорости введения разбавителя может вычитать скорость введения контрастного агента из стандартной общей скорости введения для определения скорости введения разбавителя.

Седьмой аспект настоящего изобретения обеспечивает способ управления системы

инъекции в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора. Способ включает определение первой скорости введения контрастного агента для первого типа контрастного агента первому пациенту, у которого проводят визуализацию, для первой процедуры МРА визуализации, и вычитание первой скорости инъекции контрастного агента из стандартной скорости инъекции жидкости для определения первой скорости введения разбавителя. Способ дополнительно включает одновременный выпуск из первой системы инъекции первого типа контрастного агента при первой скорости введения контрастного агента, и выпуск разбавителя при первой скорости введения разбавителя (например, к общему участку введения у пациента).

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется в седьмом аспекте настоящего изобретения. Эти усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации. Каждый из следующих признаков как таковых, которые обсуждаются далее, может, не в обязательном порядке, применяться с любым другим признаком или комбинацией признаков седьмого аспекта. Следующее описание относится к седьмому аспекту вплоть до начала обсуждения восьмого аспекта настоящего изобретения.

Указанный способ может дополнительно включать определение второй скорости введения контрастного агента второго типа контрастного агента второму пациенту, у которого проводят визуализацию, для второй процедуры МРА визуализации, вычитание второй скорости инъекции контрастного агента из стандартной скорости инъекции жидкости для определения второй скорости введения разбавителя, и одновременный выпуск из системы инъекции второго типа контрастного агента при второй скорости введения контрастного агента, и выпуск разбавителя при второй скорости введения разбавителя (например, к общему участку введения у пациента).

Первая скорость введения контрастного агента может отличаться от второй скорости введения контрастного агента. Первый тип контрастного агента может отличаться от второго типа контрастного агента.

Одновременный выпуск из системы инъекции первого типа контрастного агента при первой скорости введения контрастного агента и разбавителя при первой скорости введения разбавителя может быть выполнен с автоматическим инжектором с двойной головкой из системы инъекции.

Восьмой аспект настоящего изобретения обеспечивает систему инъекции, включающую автоматический инжектор с двойной головкой, с первым шприцем, установленным на автоматическом инжекторе с двойной головкой, и удерживающим или содержащим контрастный агент, и вторым шприцем, установленным на автоматическом инжекторе с двойной головкой и удерживающим или содержащим разбавитель. Система инъекции дополнительно содержит интерфейс оператора, позволяющий оператору обеспечивать ввод различных данных в систему инъекции, и модуль определения скорости введения разбавителя, определяющий скорость введения разбавителя путем вычитания скорости введения контрастного агента из стандартной общей скорости введения. Система инъекции дополнительно содержит контроллер, заставляющий автоматический инжектор с двойной головкой одновременно выпускать контрастный агент из первого шприца при скорости введения контрастного агента, и разбавитель из второго шприца при скорости введения разбавителя (например, в общем участке введения у пациента).

Ряд усовершенствований признаков и дополнительных признаков применяется по отдельности к каждому из вышеупомянутых первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого и восьмого аспектов настоящего изобретения. Эти

усовершенствования признаков и дополнительные признаки могут применяться по отдельности или в любой комбинации в каждом из вышеупомянутых первом, втором, третьем, четвертом, пятом, шестом, седьмом и восьмом аспектах. Любой признак из каких-либо других различных аспектов настоящего изобретения, который, как

5 предполагается, ограничен «контекстом единственного числа» или тому подобным, ясно обозначен в настоящем описании такими терминами, как «только», «единственный», «ограничен», или тому подобными. Простое введение признака в соответствии с общепринятой предшествующей основной практикой не ограничивает соответствующий признак формой единственного числа (например, указание на то,

10 что автоматический инжектор включает «шприц» в единственном числе не означает, что автоматический инжектор содержит только один шприц). Далее, любое отсутствие применения таких фраз, как «по меньшей мере один», также не ограничивает соответствующий признак формой единственного числа (например, указание на то, что автоматический инжектор включает «шприц» в единственном числе не означает,

15 что автоматический инжектор содержит только один шприц). Применение фразы «по меньшей мере как правило» или тому подобного в связи с конкретным признаком охватывает соответствующий признак и его несущественные вариации (например, указание на то, что цилиндр шприца является по меньшей мере как правило цилиндрическим, охватывает то, что цилиндр шприца является цилиндрическим).

20 Наконец, ссылка на признак в сочетании с фразой «в одном варианте осуществления» не ограничивает применение признака в единственном варианте осуществления.

Любой «модуль определения», который может применяться в различных аспектах настоящего изобретения, может применяться любым подходящим образом, включая любое подходящее программное обеспечение, программно-аппаратные средства, или

25 аппаратуру, с применением одной или нескольких платформ, с применением одного или нескольких процессоров, с применением памяти любого подходящего типа, с применением любого отдельного компьютера любого подходящего типа или множества компьютеров любого подходящего типа, и соединенных любым подходящим способом, или их комбинации, но не ограничивается ими. Этот модуль определения может

30 применяться в любом отдельном участке или во множестве участков, соединенных любым подходящим образом (например, через любой тип сети).

Любой автоматический инжектор, который может применяться для обеспечения выпуска жидкости, может быть любого подходящего размера, формы, конфигурации и/или типа. В любом таком автоматическом инжекторе может применяться один или

35 несколько приводных механизмов поршня любого подходящего размера, формы, конфигурации и/или типа, где каждый такой приводной механизм поршня способен по меньшей мере к двунаправленному движению (например, движению в первом направлении для выпуска жидкости; движению во втором направлении для подготовки к загрузке и/или выведению жидкости и/или так, чтобы вернуться в положение для

40 последующей операции выпуска жидкости), и где каждый такой приводной механизм поршня шприца может взаимодействовать с его соответствующим поршнем шприца любым подходящим образом (например, посредством механического контакта; посредством подходящего сцепления (механического или иного)), так чтобы обеспечить продвижение поршня шприца по меньшей мере в одном направлении (например, для

45 выпуска жидкости). В каждом приводном механизме поршня шприца может применяться один или несколько источников управления любого подходящего размера, формы, конфигурации и/или типа. Множество выводов источников управления можно объединять любым подходящим образом для продвижения единственного поршня

шприца в данное время. Один или несколько источников управления могут быть предназначены для одного приводного механизма поршня шприца, один или несколько источников управления могут быть связаны с множеством приводных механизмов поршня шприца (например, с встроенной передачей типов изменения выхода от одного поршня шприца к другому поршню шприца), или предназначены для их комбинации. Примерные формы источников управления включают коллекторный или бесколлекторный электрический мотор, гидравлический мотор, пневматический мотор, пьезоэлектрический мотор, или шаговый двигатель.

Любой такой автоматический инжектор может применяться для любого подходящего приложения, где необходима доставка одной или нескольких медицинских жидкостей, включая любую подходящую жидкость для медицинской визуализации (например, компьютерной томографии или КТ визуализации; магнитно-резонансной визуализации или МРТ; однопротонной эмиссионной компьютерной томографии или SPECT визуализации; позитронной эмиссионной томографии или ПЭТ визуализации; рентгеновской визуализации; ангиографической визуализации; оптической визуализации; ультразвуковой визуализации) и/или любой подходящей медицинской диагностики и/или терапевтического приложения (например, инъекции для химиотерапии, контроля боли, и т.д.), но не ограничивается ими. Любой такой автоматический инжектор может применяться в сочетании с любым компонентом или комбинацией компонентов, такими как подходящая система визуализации (например, КТ сканер). Например, информация может передаваться между любым таким автоматическим инжектором и одним или несколькими другими компонентами (например, информация о задержке сканирования, сигнал о начале инъекции, скорость введения).

Любое подходящее число шприцев может применяться с таким автоматическим инжектором любым подходящим способом (например, с возможностью отсоединения, с передней загрузкой; задней загрузкой; боковой загрузкой); любую подходящую медицинскую жидкость можно выпускать из данного шприца из любого такого автоматического инжектора (например, контрастную среду, терапевтическую жидкость, радиофармацевтическое средство, солевой раствор, и любую их комбинацию), и любую подходящую жидкость можно выпускать из конфигурации автоматического инжектора с множеством шприцев любым подходящим образом (например, последовательно, одновременно), или в любой комбинации. В одном варианте осуществления жидкость, выпускаемая из шприца посредством управления автоматическим инжектором, направляется в трубопровод (например, набор медицинских трубок), где этот трубопровод гидравлически соединен со шприцем любым подходящим образом, и направляет жидкость к необходимому участку (например, к катетеру, введенному в тело пациента для инъекции). Множество шприцев могут выпускать жидкость в общий трубопровод (например, для введения в общий участок инъекции), или один шприц может выпускать жидкость в один трубопровод (например, для введения в один участок инъекции), в то время как другой шприц может выпускать ее в другой трубопровод (например, для проведения к другому участку инъекции). В одном варианте осуществления каждый шприц включает цилиндр шприца и поршень, располагающийся внутри и перемещаемый относительно цилиндра шприца. Поршень может взаимодействовать с приводным механизмом поршня автоматического инжектора, так что приводной механизм поршня шприца может продвигать поршень по меньшей мере в одном направлении, и по возможности в двух различных, противоположных направлениях.

Как применяется в настоящем описании, термин «гидравлическое соединение»

относится к двум или более компонентам или объектам, соединенным (напрямую или опосредованно) таким образом, чтобы жидкость могла протекать (например, в одном или в двух направлениях) в предварительно заданном направлении потока между ними. Например, «устройство для инъекции, гидравлически соединенное с пациентом»
 5 описывает конфигурацию, где жидкость может перетекать от устройства для инъекции через соединительные устройства (например, трубки, соединители) к пациенту (например, в сосудистую систему пациента).

Краткое описание фигур

Фигура 1 является схематическим изображением варианта осуществления
 10 автоматического инжектора.

Фигура 2А является изображением в перспективе варианта осуществления портативного, установленного на подставке автоматического инжектора с двойной головкой.

Фигура 2В является увеличенным, отчасти покомпонентным изображением в
 15 перспективе силовой насадки, используемой в автоматическом инжекторе, изображенном на Фигуре 2А.

Фигура 2С является схематическим изображением одного варианта осуществления приводного механизма поршня шприца, используемого в автоматическом инжекторе, изображенном на Фигуре 2А.

20 Фигура 3 является графиком зависимости интенсивности сигнала от концентрации для различных значений времени повторения импульса для типичного контрастного агента.

Фигура 4 является графиком зависимости интенсивности сигнала от концентрации для двух типичных контрастных агентов.

25 Фигура 5 является блок-диаграммой системы инъекции и МРА визуализатора.

Фигура 6 является поточной диаграммой способа управления системой инъекции в связи с МРА визуализатором.

Подробное описание настоящего изобретения

На Фигуре 1 представлено схематическое изображение одного варианта
 30 осуществления автоматического инжектора 10, содержащего силовую насадку 12. Один или несколько графических пользовательских интерфейсов или ГПИ 11 могут быть связаны с силовой насадкой 12. Каждый ГПИ 11: (1) может быть любого подходящего размера, формы, конфигурации, и/или типа; (2) может быть функционально соединен с силовой насадкой 12 любым подходящим образом; (3) может располагаться в любом
 35 подходящем участке; (4) может быть сконфигурирован для обеспечения любой из следующих функций: контроля одного или нескольких аспектов работы автоматического инжектора 10; ввода/редактирования одного или нескольких параметров, связанных с работой автоматического инжектора 10; и отображения подходящей информации (например, связанной с работой автоматического инжектора 10); или (5) любой
 40 комбинацией вышеуказанного. Может применяться любое подходящее число ГПИ 11. В одном варианте осуществления автоматический инжектор 10 включает ГПИ 11, встроенный посредством консоли, который отделен от силовой насадки 12, но сообщается с ней. В другом варианте осуществления автоматический инжектор 10 содержит ГПИ 11, являющийся частью силовой насадки 12. В еще одном варианте
 45 осуществления в автоматическом инжекторе 10 применяется один ГПИ 11 на отдельной консоли, сообщаемой с силовой насадкой 12, и также применяется другой ГПИ 11 на силовой насадке 12. Каждый ГПИ 11 может обеспечивать одну и ту же функцию или набор функций, или ГПИ 11 могут отличаться по меньшей мере в одном аспекте их

соответствующих функций.

Шприц 28 может быть установлен на силовой насадке 12, и будучи установленным, может считаться частью автоматического инжектора 10. Некоторые процедуры введения могут приводить к созданию относительно высокого давления в шприце 28. В связи с этим может быть необходимо расположить шприц 28 внутри кожуха для защиты от давления 26. Кожух для защиты от давления 26 обычно связан с силовой насадкой 12 таким образом, чтобы обеспечить размещение шприца 28 как части силовой насадки 12, или устанавливается после установки шприца 28 на силовой насадке 12. Тот же самый кожух для защиты от давления 26 обычно остается связанным с силовой насадкой 12, когда различные шприцы 28 располагаются внутри или удаляются из кожуха для защиты от давления 26 для множества процедур инъекции. Автоматический инжектор 10 может не содержать кожух для защиты от давления 26, если автоматический инжектор 10 сконструирован/используется для инъекций под низким давлением, и/или если шприц (ы) 28, применяемый(е) с автоматическим инжектором 10, имеет достаточную жесткость, чтобы выдерживать инъекции под высоким давлением без дополнительной поддержки, обеспечиваемой кожухом для защиты от давления 26. В любом случае, жидкость, выпускаемая из шприца 28, может быть направлена в трубопровод 38 любого подходящего размера, формы, конфигурации, и/или типа, который может быть гидравлически соединен со шприцем 28 любым подходящим образом, и который может направлять жидкость в любое подходящее место (например, в пациента).

Силовая насадка 12 включает приводной механизм поршня шприца или привод поршня шприца 14, взаимодействующий (например, граничащий) со шприцем 28 (например, его поршнем 32) для выпуска жидкости из шприца 28. Этот приводной механизм поршня шприца 14 включает источник управления 16 (например, мотор любого подходящего размера, формы, конфигурации, и/или типа, необязательно зубчатую передачу, и тому подобное), приводящий в действие привода выпуска 18 (например, вращаемый управляющий винт). Плунжер 20 может продвигаться по подходящему пути (например, по оси) направляющим выводом 18. Плунжер 20 может содержать соединитель 22 для взаимодействия или сопряжения с соответствующей частью шприца 28 таким образом, как обсуждается ниже.

Шприц 28 содержит поршень или плунжер 32, который подвижно расположен в цилиндре шприца 30 (например, для аксиального возвратно-поступательного движения по оси, совмещенной с двунаправленной стрелкой В). Поршень 32 может включать соединитель 34. Этот соединитель поршня шприца 34 может взаимодействовать или сопрягаться с соединителем плунжера 22 для обеспечения втягивания приводным механизмом поршня шприца 14 поршня шприца 32 в цилиндре шприца 30. Соединитель поршня шприца 34 может быть в форме стержня 36a, который проходит от корпуса поршня шприца 32, вместе с головкой или кнопкой 36b. Однако соединитель поршня шприца 34 может быть любого подходящего размера, формы, конфигурации и/или типа.

Как правило, приводной механизм поршня шприца 14 автоматического инжектора 10 может взаимодействовать с поршнем шприца 32 из шприца 28 любым подходящим образом (например, посредством механического контакта, посредством подходящего сцепления (механического или иного)), так чтобы обеспечить перемещение или продвижение поршня шприца 32 (относительно цилиндра шприца 30) по меньшей мере в одном направлении (например, для выпуска жидкости из соответствующего шприца 28). То есть, хотя приводной механизм поршня шприца 14 может быть способен к двунаправленному движению (например, посредством приведения в действие того же

самого источника управления 16), автоматический инжектор 10 может быть сконструирован так, чтобы манипуляция приводным механизмом поршня шприца 14 в действительности только обеспечивала продвижение поршня каждого шприца 32, используемого автоматическим инжектором 10, только в одном направлении. Однако
 5 приводной механизм поршня шприца 14 может быть сконструирован для взаимодействия с поршнем 32 каждого шприца, используемого автоматическим инжектором 10, так чтобы обеспечить движение поршня 32 каждого шприца в двух различных направлениях (например, в различных направлениях по главной оси).

Втягивание поршня шприца 32 может применяться для осуществления загрузки
 10 жидкости в цилиндр шприца 30 для последующей инъекции или выпуска, может применяться для действительного всасывания жидкости в цилиндр 30 для последующей инъекции или выпуска, или для любой другой подходящей цели. Некоторые конфигурации могут не требовать, чтобы приводной механизм поршня шприца 14 мог втягивать поршень шприца 32, и в этом случае соединитель плунжера 22 и соединитель
 15 поршня шприца 34 могут не требоваться. В этом случае приводной механизм поршня шприца 14 может быть втянут с целью выполнения другой управления доставки жидкости (например, после установки другого предварительно заполненного шприца 28). Даже когда применяются соединитель плунжера 22 и соединитель поршня шприца 34, эти компоненты могут быть сцеплены или не сцеплены, когда плунжер 20 продвигает
 20 поршень шприца 32 для выпуска жидкости из шприца 28 (например, плунжер 20 может просто «надавливать» на соединитель поршня шприца 34 или прямо на проксимальный конец поршня шприца 32). Любое отдельное движение или комбинация движений в любом подходящем направлении или комбинации направлений может применяться для расположения соединителя плунжера 22 и соединителя поршня шприца 34 в
 25 связанном состоянии или положении, для расположения соединителя плунжера 22 и соединителя поршня шприца 34 в не связанном состоянии или условии, или в том и другом случае.

Шприц 28 может быть установлен на силовую насадку 12 любым подходящим образом. Например, шприц 28 может быть сконструирован для установки
 30 непосредственно на силовую насадку 12. В проиллюстрированном варианте осуществления кожух 24 установлен подходящим образом на силовую насадку 12 для обеспечения сопряжения между шприцем 28 и силовой насадкой 12. Этот кожух 24 может быть выполнен в виде адаптера, на который можно установить шприцы 28 одной или нескольких конфигураций, где по меньшей мере одну конфигурацию шприца 28
 35 можно установить прямо на силовую насадку 12 без применения любого такого адаптера. Кожух 24 может также быть выполнен в форме лицевой панели, на которую можно установить шприцы 28 одной или нескольких конфигураций. В этом случае может быть так, что лицевая панель требуется для установки шприца 28 на силовую насадку 12 - шприц 28 нельзя установить на силовую насадку 12 без лицевой панели.
 40 Когда применяют кожух для защиты от давления 26, он может быть установлен на силовую насадку 12 различным образом, как обсуждалось по отношению к шприцу 28, и шприц 28 далее установлен в кожух для защиты от давления 26.

При установке шприца 28 кожух 24 может быть установлен на силовую насадку 12, и может оставаться в фиксированном положении относительно нее. Другим вариантом
 45 является подвижное соединение кожуха 24 и силовой насадки 12 для приспособления к установке шприца 28. Например, кожух 24 может передвигаться в плоскости, содержащей двунаправленную стрелку А, для обеспечения одного или нескольких связанных состояний или положений, и не-связанных состояний или положений между

соединителем плунжера 22 и соединителем поршня шприца 34.

Одна конкретная конфигурация автоматического инжектора показана на Фигуре 2А, обозначена справочным номером 40, и по меньшей мере частично соответствует автоматическому инжектору 10, изображенному на Фигуре 1. Автоматический инжектор 40 включает силовую насадку 50, установленную на портативную стойку 48. Два шприца 86a, 86b для автоматического инжектора 40 установлены на силовую насадку 50. Жидкость может быть выпущена из шприцев 86a, 86b при работе автоматического инжектора 40.

Портативная стойка 48 может быть любого подходящего размера, формы, конфигурации, и/или типа. Колеса, валики, шарниры или тому подобное можно применять, чтобы сделать стойку 48 портативной. Силовая насадка 50 может поддерживаться в фиксированном положении относительно портативной стойки 48. Однако может быть необходимо обеспечить расположение силовой насадки 50 регулируемым относительно портативной стойки 48 по меньшей мере некоторым образом. Например, может быть необходимо держать силовую насадку 50 в одном положении относительно портативной стойки 48 при загрузке жидкости в один или несколько шприцев 86a, 86b, и держать силовую насадку 50 в другом положении относительно портативной стойки 48 для проведения процедуры инъекции. В связи с этим, силовая насадка 50 может быть подвижно соединена с портативной стойкой 48 любым подходящим образом (например, так, чтобы силовая насадка 50 могла поворачиваться по меньшей мере в определенном диапазоне движения, а затем поддерживалась в необходимом положении).

Необходимо понимать, что силовая насадка 50 может поддерживаться любым подходящим образом для подачи жидкости. Например, вместо установки на портативной структуре, силовая насадка 50 может соединяться с поддерживающим блоком, который в свою очередь устанавливается на подходящую структуру (например, потолок, стену, пол). Любой поддерживающий блок для силовой насадки 50 может регулироваться с возможностью перемещения по меньшей мере в некоторой степени (например, за счет одной или нескольких поддерживающих секций, которые могут перемещаться относительно одной или нескольких других поддерживающих секций), или может сохраняться в устойчивом положении. Далее, силовая насадка 50 может быть интегрирована с любым таким поддерживающим блоком так, чтобы либо сохраняться в фиксированном положении, либо регулироваться относительно поддерживающего блока.

Силовая насадка 50 содержит графический пользовательский интерфейс или ГПИ 52. Этот ГПИ 52 может быть сконфигурирован для обеспечения одной или любой комбинации из следующих функций: контроля одного или нескольких аспектов работы автоматического инжектора 40; ввода/редактирования одного или нескольких параметров, связанных с работой автоматического инжектора 40; и отображения соответствующей информации (например, связанной с работой автоматического инжектора 40). Автоматический инжектор 40 также может содержать консоль 42 и блок питания 46, каждый из которых может сообщаться с силовой насадкой 50 любым подходящим образом (например, через один или несколько кабелей), которые могут размещаться на столе или быть установлены на подставку для электроники в кабинете осмотра или любом другом подходящем участке, или и в том, и в другом. Блок питания 46 может содержать одно или несколько из следующего, и в любой подходящей комбинации: источник питания для инжектора 40; схему интерфейса для обеспечения сообщения между консолью 42 и силовой насадкой 50; контур для обеспечения

соединения автоматического инжектора 40 с удаленными блоками, такими как удаленные консоли, удаленными ручными или ножными контрольными переключателями, или другими средствами удаленного контроля изготовителей комплектного оборудования (ОЕМ) (например, для обеспечения синхронизации приведения в действие автоматического инжектора 40 с воздействием рентгеновского излучения системы визуализации); и любыми другими подходящими компонентами. Консоль 42 может содержать сенсорный дисплей 44, который в свою очередь может выполнять одну или несколько из следующих функций в любой подходящей комбинации: обеспечение для оператора удаленного контроля одного или нескольких аспектов работы автоматического инжектора 40; обеспечение для оператора ввода/редактирования одного или нескольких параметров, связанных с работой автоматического инжектора 40; обеспечение для оператора определения и хранения программ для автоматической работы автоматического инжектора 40 (которые могут впоследствии автоматически выполняться автоматическим инжектором 40 при инициации оператором); и отображение любой подходящей информации, относящейся к автоматическому инжектору 40, и включающей любой аспект его работы.

Различные подробности, касающиеся интеграции шприцев 86a, 86b с силовой насадкой 50, представлены на Фигуре 2В. Каждый из шприцев 86a, 86b содержит одни и те же общие компоненты. Шприц 86a содержит поршень или плунжер 90a, который располагается с возможностью перемещения в цилиндре шприца 88a. Передвижение поршня 90a по оси 100a (Фигура 2А) при работе силовой насадки 50 выпускает жидкость из цилиндра 88a через наконечник 89a шприца 86a. Подходящий трубопровод (не показан) обычно располагается в гидравлическом соединении с наконечником 89a любым подходящим образом для направления жидкости в необходимый участок (например, пациенту). Подобным образом, шприц 86b содержит поршень или плунжер 90b, который располагается с возможностью перемещения в цилиндре шприца 88b. Передвижение поршня 90b по оси 100b (Фигура 2А) при работе силовой насадки 50 выпускает жидкость из цилиндра 88b через наконечник 89b шприца 86b. Подходящий трубопровод (не показан) обычно будет располагаться в гидравлическом соединении с наконечником 89b любым подходящим образом для направления жидкости в необходимый участок (например, пациенту).

Шприц 86a соединен с силовой насадкой 50 через промежуточную лицевую панель 102a. Эта лицевая панель 102a содержит раму 104, поддерживающую по меньшей мере часть цилиндра шприца 88a, которая может обеспечить/выполнить любую дополнительную функцию или комбинацию функций. Опора 82a располагается на силовой насадке 50 и зафиксирована относительно нее для сопряжения с лицевой панелью 102a. Соединитель плунжера 76 от плунжера 74 (Фигура 2С), каждый из которых является частью приводного механизма поршня шприца или приводного механизма поршня шприца 56 (Фигура 2С) от шприца 86a, располагаются рядом с лицевой панелью 102a при установке на силовую насадку 50. Подробности, касающиеся приводного механизма поршня шприца 56, более детально обсуждаются ниже по отношению к Фигуре 2С. Обычно соединитель плунжера 76 может сцепляться с поршнем шприца 90a для шприца 86a, и соединитель плунжера 76 и плунжер 74 (Фигура 2С) могут затем передвигаться относительно силовой насадки 50 для перемещения поршня шприца 90a по оси 100a (Фигура 2А). Может быть так, что соединитель плунжера 76 соприкасается, но в действительности не сцепляется с поршнем шприца 90a при продвижении поршня шприца 90a для выпуска жидкости через наконечник 89a шприца 86a.

Лицевая панель 102a может перемещаться по меньшей мере как правило в плоскости, перпендикулярной к осям 100a, 100b (связанным с движением поршней шприцев 90a, 90b, соответственно, и показанным на Фигуре 2А), как для установки лицевой панели 102a, так и для удаления лицевой панели 102a с ее опоры 82a на силовой насадке 50.

- 5 Лицевую панель 102a можно применять для сцепления поршня шприца 90a с его соответствующим соединителем плунжера 76 на силовой насадке 50. В связи с этим, лицевая панель 102a содержит пару ручек 106a. Как правило, и со шприцем 86a, расположенным исходно внутри лицевой панели 102a, ручки 106a можно передвинуть для того, чтобы в свою очередь передвинуть/переместить шприц 86a по меньшей мере
- 10 как правило в плоскости, перпендикулярной к осям 100a, 100b (связанным с движением поршней шприцев 90a, 90b, соответственно, и показанным на Фигуре 2А). Передвижение ручек 106a в одно положение передвигает/перемещает шприц 86a (относительно лицевой панели 102a) по меньшей мере как правило в направлении как правило вниз, для сцепления поршня шприца 90a с соответствующим соединителем плунжера 76.
- 15 Перемещение ручек 106a в другое положение передвигает/перемещает шприц 86a (относительно лицевой панели 102a) по меньшей мере как правило в направлении вверх для расцепления поршня шприца 90a от соответствующего соединителя плунжера 76.

Шприц 86b соединен с силовой насадкой 50 через промежуточную лицевую панель 102b. Опора 82b располагается на силовой насадке 50 и зафиксирована относительно

20 нее, для сопряжения с лицевой панелью 102b. Соединитель плунжера 76 для плунжера 74 (Фигура 2С), каждый из которых является частью приводного механизма поршня шприца 56 (Фигура 2С) для шприца 86b, располагается рядом с лицевой панелью 102b при установке на силовую насадку 50. Подробности, касающиеся приводного механизма поршня шприца 56, более детально обсуждаются ниже по отношению к Фигуре 2С.

- 25 Как правило, соединитель плунжера 76 может сцепляться с поршнем шприца 90b из шприца 86b, и соединитель плунжера 76 и плунжер 74 (Фигура 2С) могут затем передвигаться относительно силовой насадки 50 для перемещения поршня шприца 90b по оси 100b (Фигура 2А). Может быть так, что соединитель плунжера соприкасается, но в действительности не сцепляется с поршнем шприца 90b при продвижении поршня
- 30 шприца 90b для выпуска жидкости через наконечник 89b шприца 86b.

Лицевая панель 102b может перемещаться по меньшей мере как правило в плоскости, перпендикулярной к осям 100a, 100b (связанным с движением поршней шприцев 90a, 90b, соответственно, и показанным на Фигуре 2А), как для установки лицевой панели 102b, так и для удаления лицевой панели 102b с ее опоры 82b на силовой насадке 50.

- 35 Лицевая панель 102b может применяться также для сцепления поршня шприца 90b с его соответствующим соединителем плунжера 76 на силовой насадке 50. В связи с этим, лицевая панель 102b может содержать ручку 106b. Как правило, и со шприцем 86b, расположенным исходно внутри лицевой панели 102b, шприц 86b может вращаться вокруг его длинной оси 100b (Фигура 2А) и относительно лицевой панели 102b. Это
- 40 вращение можно реализовать путем передвижения ручки 106b, путем захвата и поворота шприца 86b, или того и другого. В любом случае, это вращение передвигает/перемещает шприц 86b и лицевую панель 102b по меньшей мере как правило в плоскости, перпендикулярной осям 100a, 100b (связанным с движением поршней шприцев 90a, 90b, соответственно, и показанным на Фигуре 2А). Вращение шприца 86b в одном
- 45 направлении передвигает/перемещает шприц 86b и лицевую панель 102b в направлении по меньшей мере как правило вниз, для сцепления поршня шприца 90b с соответствующим соединителем плунжера 76. Вращение шприца 86b в противоположном направлении передвигает/перемещает шприц 86b и лицевую панель 102b в направлении

по меньшей мере как правило вверх, для расцепления поршня шприца 90b и соответствующего соединителя плунжера 76.

Как показано на Фигуре 2В, поршень шприца 90b включает корпус поршня 92 и соединитель поршня шприца 94. Этот соединитель поршня шприца 94 содержит стержень 98 и проходит от корпуса поршня 92, вместе с головкой 96, которая отделена от корпуса поршня 92. Каждый из соединителей плунжера 76 содержит большую прорезь, которая расположена за малой прорезью на лицевой стороне соединителя плунжера 76. Головка 96 соединителя поршня шприца 94 может располагаться внутри большой прорези соединителя плунжера 76, а стержень 98 соединителя поршня шприца 94 может проходить через малую прорезь на лицевой стороне соединителя плунжера 76, когда поршень шприца 90b и его соответствующий соединитель плунжера 76 находятся в сцепленном состоянии или положении. Поршень шприца 90a может включать подобный соединитель поршня шприца 94 для сопряжения с соответствующим соединителем плунжера 76.

Силовую насадку 50 применяют, чтобы выпустить жидкость из шприцев 86a, 86b в случае с автоматическим инжектором 40. То есть, силовая насадка 50 обеспечивает движущую силу для выпуска жидкости из каждого из шприцев 86a, 86b. Один вариант ее осуществления можно охарактеризовать как приводной механизм поршня шприца или приводной механизм поршня шприца, как показано на Фигуре 2С,

идентифицированный справочным номером 56, и он может применяться с помощью силовой насадки 50 для выпуска жидкости из каждого из шприцев 86a, 86b. Отдельный приводной механизм поршня шприца 56 может быть встроен в силовую насадку 50 для каждого из шприцев 86a, 86b. В связи с этим, и возвращаясь к Фигурам 2А-В, силовая насадка 50 может включать ручные кнопки 80a и 80b для применения для отдельного контроля каждого из приводных механизмов поршня шприца 56.

Исходно, и в связи с приводным механизмом поршня шприца 56 на Фигуре 2С, каждый из его индивидуальных компонентов может иметь любой подходящий размер, форму, конфигурацию и/или тип. Приводной механизм поршня шприца 56 включает мотор 58, который имеет выпускной стержень 60. Приводной механизм 62 установлен на выводном стержне 60 мотора 58 и вращается с ним. Приводной механизм 62 сцеплен, или по меньшей мере способен сцепляться с ведомой шестерней 64. Эта ведомая шестерня 64 устанавливается на приводном винте или стержне 66 и вращается с ним. Ось, вокруг которой вращается приводной винт 66, обозначена справочным номером 68. Один или несколько подшипников 72 надлежащим образом поддерживают приводной винт 66.

Каретка или плунжер 74 установлен на приводной винт 66 с возможностью перемещения. Как правило, вращение приводного винта 66 в одном направлении продвигает плунжер 74 по оси вдоль приводного винта 66 (и таким образом, вдоль оси 68) в направлении соответствующего шприца 86a/b, в то время как вращение приводного винта 66 в противоположном направлении продвигает по оси плунжер 74 вдоль приводного винта 66 (и таким образом, вдоль оси 68) в направлении от соответствующего шприца 86a/b. В связи с этим, периметр по меньшей мере части приводного винта 66 включает спиральную резьбу 70, которая сопрягается по меньшей мере с частью плунжера 74. Плунжер 74 также установлен с возможностью передвижения внутри соответствующего вкладыша 78, который не позволяет плунжеру 74 вращаться при вращении соответствующего приводного винта 66. Таким образом, вращение приводного винта 66 обеспечивает продвижение по оси плунжера 74 в направлении, определенном направлением вращения приводного винта 66.

Плунжер 74 содержит соединитель 76, который может быть сцеплен с возможностью

отсоединения с соединителем поршня шприца 94 из поршня шприца 90a/b соответствующего шприца 86a/b. Когда соединитель плунжера 76 и соединитель поршня шприца 94 соединяются подходящим образом, то поршень шприца 90a/b передвигается вместе с плунжером 74. На Фигуре 2С показана конфигурация, где шприц 86a/b может передвигаться вдоль своей соответствующей оси 100a/b без сцепления с плунжером 74. Когда шприц 86a/b продвигается по соответствующей оси 100a/b так, что головка 96 поршня шприца 90a/b выравнивается с соединителем плунжера 76, но ось 68 находится в смещенной конфигурации на Фигуре 2С, шприц 86a/b может перемещаться в плоскости, перпендикулярной оси 68, по которой передвигается плунжер 74. Это образует соединение между соединителем плунжера 76 и соединителем поршня шприца 96 вышеуказанным способом.

Каждый из автоматических инжекторов 10, 40 с Фигур 1 и 2А-С может применяться для любого подходящего приложения, включая приложения для медицинской визуализации, где жидкость вводят субъекту (например, пациенту) и/или для любого подходящего медицинского диагностического и/или терапевтического приложения (например, введения средств для химиотерапии, контроля боли, и т.д.), но не ограничиваются ими. Примеры приложений для медицинской визуализации для автоматических инжекторов 10, 40 включают компьютерную томографию или КТ визуализацию, магнитно-резонансную визуализацию или МРТ, однофотонную эмиссионную компьютерную томографию или SPECT визуализацию, позитронную эмиссионную томографию или ПЭТ визуализацию, рентгеновскую визуализацию, ангиографическую визуализацию, оптическую визуализацию, и ультразвуковую визуализацию, но не ограничиваются ими. Каждый из автоматических инжекторов 10,40 может применяться по отдельности или в сочетании с одним или несколькими другими компонентами. Каждый из автоматических инжекторов 10,40 может быть функционально соединен с одним или несколькими компонентами, например, так, чтобы информацию можно было передавать между автоматическим инжектором 10, 40 и одним или несколькими другими компонентами (например, информацию о задержке сканирования, сигнал о начале инъекции, скорость инъекции).

Любое число шприцев может применяться для каждого из автоматических инжекторов 10,40, включая конфигурации с одной головкой (для одного шприца) и конфигурации с двумя головками (для двух шприцев), но не ограничиваются ими. В случае конфигурации с множеством шприцев, каждый автоматический инжектор 10, 40 может выпускать жидкость из различных шприцев любым подходящим образом и в соответствии с любой временной последовательностью (например, последовательным выведением из двух или более шприцев, одновременным выведением из двух или более шприцев, и любой их комбинацией). Множество шприцев может выпускать жидкость в общий трубопровод (например, для проведения к единственному участку инъекции), или один шприц может выпускать жидкость в один трубопровод (например, для проведения к одному участку инъекции), в то время как другой шприц может выводить жидкость в другой трубопровод (например, для проведения к другому участку инъекции). Каждый такой шприц, используемый каждым из автоматических инжекторов 10, 40, может содержать любую подходящую жидкость (например, медицинскую жидкость), например, контрастную среду, терапевтическую жидкость, радиофармацевтическое средство, солевой раствор, и любую их комбинацию. Каждый такой шприц, используемый каждым из автоматических инжекторов 10, 40, может быть установлен любым подходящим образом (например, могут применяться конфигурации с задней загрузкой; могут применяться конфигурации с передней загрузкой; могут применяться

конфигурации с боковой загрузкой).

Автоматические инжекторы 10, 40 и системы инъекции, описанные здесь, могут применяться в сочетании с оборудованием для магнитно-резонансной визуализации, для выполнения процедуры МРА визуализации. Такое оборудование для визуализации обозначается здесь как МРА визуализатор. Процедуру МРА визуализации можно применять для визуализации кровеносных сосудов с целью оценки их состояния, например, для визуализации сужений, расширений сосудистой стенки, аневризм и других соответствующих состояний. Системы инъекции можно применять для доставки контрастного агента пациенту с целью усиления изображений, генерируемых МРА визуализатором.

При данной напряженности магнитного поля МРА визуализатора контрастные агенты снижают время продольной и поперечной релаксации (T_1 и T_2 , соответственно) согласно соотношениям:

$$(1) \quad \frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_{10}} + r_1[M]$$

$$(2) \quad \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_{20}} + r_2[M]$$

где: T_1 =наблюдаемое время продольной релаксации; T_{10} =продольная релаксация вещества без какого-либо контрастного агента; r_1 =продольная релаксивность; T_2 =наблюдаемое время поперечной релаксации; T_{20} =поперечная релаксация вещества без какого-либо контрастного агента; r_2 =поперечная релаксивность; и $[M]$ =концентрация контрастного агента.

Вышеупомянутые взаимоотношения можно применять в сочетании с формулами отношения интенсивности сигнала (SI) к параметрам МРА визуализатора. Например, в случае МРА визуализатора с применением спин-эхо последовательности визуализации, можно применять следующую формулу:

$$(3) \quad SI = (1 - e^{-TR/T_1})e^{-TE/T_2}$$

где TR =время повторения импульса, а TE =время задержки визуализации. Вышеприведенные уравнения можно применять для получения графика 300 на Фигуре 3, иллюстрирующего отношение между концентрацией (миллимолярной (мМ) для контрастного агента MAGNEVIST® (поставляемого Bayer HealthCare Pharmaceuticals Inc., Уэйн, Нью-Джерси) и интенсивностью сигнала (в условных единицах (AU)) для различных значений времени повторения импульса (с $TE=10$ миллисекунд (мс), напряженностью магнитного поля=1,5 Тесла (Т)).

Концентрация (M_{opt}), при которой интенсивность сигнала является максимальной для данного времени повторения импульса, может быть найдена там, где пик кривой имеет нулевой тангенс угла наклона по отношению к концентрации:

$$(4) \quad \frac{d(SI)}{d[M]} = 0 \Rightarrow [M_{opt}] = T_{10} \ln \left(1 + \left(\frac{r_1}{r_2} \right) \left(\frac{TR}{TE} \right) \right) - \frac{1}{r_1 T_{10}}$$

В связи с этим можно определить частную концентрацию, соответствующую максимальной интенсивности сигнала. Соответственно, максимальную интенсивность сигнала и соответствующий уровень концентрации можно определить по любому частному набору вышеуказанных переменных (например, для любой частной комбинации свойств(а) контрастного агента, времени повторения импульса, и времени

задержки визуализации).

Как показано на графике 400 на Фигуре 4, различные типы контрастных агентов могут обеспечивать разные профили зависимости разных концентраций от интенсивности сигнала. График 400 иллюстрирует кривые для MAGNEVIST® и MS325 (также известных как VASOVIST®, поставляемый Erix Pharmaceuticals, Inc., Лексингтон. Массачусетс), где напряженность магнитного поля эквивалентна 1,5Т, TR=400 мс, а TE=10 мс. Следует понимать, что уровень концентрации частного контрастного агента (например, около 2 мМ) может давать удовлетворительную интенсивность сигнала для одного типа контрастного агента (например, интенсивность сигнала около 0,850 AU для MAGNEVIST®), при получении нежелательных результатов для другого типа контрастного агента (например, интенсивность сигнала менее 0,500 AU для MS325).

Подобным образом, концентрацию можно выбрать для снижения влияния вариации концентрации. Например, на графике 300 на Фигуре 3, вдоль кривой, маркированной TR=0,8, если выбранный уровень концентрации соответствует максимальной интенсивности сигнала, то последующая интенсивность сигнала во время процедуры визуализации может быть особенно чувствительной к уровню концентрации ниже заданного. Это обусловлено крутым падением интенсивности сигнала по кривой, маркированной TR=0,8, слева от максимальной точки. В таких случаях может быть необходимо выбирать конкретный уровень концентрации, который не соответствует максимальной точке. Например, пользователь (например, клиницист, врач) может выбрать конкретный уровень концентрации, который слегка превышает уровень концентрации, соответствующий максимальной точке, для снижения чувствительности результирующей интенсивности сигнала к вариациям уровня концентрации.

Вышеуказанные уравнения и связанное с ними обсуждение относятся к спин-эхо последовательности визуализации. Другие последовательности визуализации, такие как градиент-эхо последовательности визуализации, могут обрабатываться подобным образом.

Как иллюстрировано на графике 400 на Фигуре 4, амплитуды концентраций, соответствующие максимальной интенсивности сигнала, могут быть относительно низкими, по сравнению с типичными составленными концентрациями контрастного агента (например, поставляемого производителем). Типичные составленные концентрации контрастного агента могут быть выше концентраций, необходимых для визуализации. Например, MS325 и MAGNEVIST® могут поставляться в концентрациях 200 мМ и 500 мМ, соответственно. Таким образом, необходимо значительное разбавление для достижения уровней концентрации в крови, соответствующих необходимой интенсивности сигнала. Слишком сильное разбавление или слишком слабое разбавление может привести к существенным снижениям результирующей интенсивности сигнала.

Для получения точного разбавления в крови для достижения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, скорость введения контрастного агента пациенту может быть связана с сердечным выбросом пациента (выраженным в миллилитрах в секунду (мл/сек)), как описано в следующем уравнении:

$$(5) \quad CAIR = CO \frac{TC}{SC}$$

где: TC=целевая концентрация (мМ); CO=сердечный выброс (мл/сек); SC=исходная концентрация контрастного агента (мМ); а CAIR=скорость введения контрастного агента (СВКА) (мл/сек). Например, для пациента с сердечным выбросом 83 мл/сек, подвергающегося процедуре МРА визуализации с применением MAGNEVIST® с

исходной концентрацией 500 мМ, где заданная концентрация при расчете составляет 1,96 мМ (с применением формул, описанных выше), может требоваться скорость введения контрастного агента $(1,96 \text{ мМ}/500 \text{ мМ}) \times 83 \text{ мл/сек} = 0,33 \text{ мл/сек}$. Контрастный агент может быть введен в вену при расчетной скорости введения контрастного агента, для достижения необходимой заданной концентрации в потоке крови, покидающем сердце. Обычно контрастные агенты, поставляемые в таких относительно высоких концентрациях, могут обеспечивать скорости введения контрастного агента, настолько же низкие или ниже тех, что приведены в примере выше. Кроме того, для пациентов с низким сердечным выбросом могут быть необходимы еще более низкие скорости введения контрастного агента.

Однако такие относительно низкие скорости введения контрастного агента могут существенно снижать контроль концентрации и времени введения контрастного агента. В связи с этим, и с использованием вышеприведенного примера, скорость введения контрастного агента 0,33 мл/сек в вену (например, руки) пациента может не приводит к однородной скорости 0,33 мл/сек введения контрастного агента, доставляемого к сердцу пациента. Кроме того, такие низкие скорости введения могут приводить к нежелательному времени между выполнением инъекции и достижением контрастным агентом сердца пациента. Для получения более постоянного, предсказуемого и регулярного потока контрастного агента к сердцу пациента через вену, контрастный агент можно разбавить на месте (например, непосредственно перед поступлением в кровотоки пациента) для более быстрого введения более разбавленного раствора. В связи с этим, общую скорость введения (ОСВ) можно выбрать для увеличения контролируемости, предсказуемости и/или скорости введения контрастного агента к сердцу пациента, и контрастный агент можно оперативно разбавить для достижения общей скорости введения. В связи с этим, устройство для инъекции может одновременно вводить контрастный агент и подходящий разбавитель (например, солевой раствор) для достижения общей скорости введения. Скорость введения разбавителя можно рассчитать путем вычитания скорости введения контрастного агента из общей скорости введения с применением формулы: $СВР = ОСВ - СВКА$, где СВР=скорость введения разбавителя.

Далее, общая скорость введения может быть стандартной скоростью, которую можно применять для множества пациентов, независимо от необходимой скорости введения контрастного агента и сердечного выброса пациента. В одном варианте осуществления общая скорость введения может составлять порядка 2-3 мл/сек. Например, пользователь может выбрать общую скорость введения 2 мл/сек. Применяя такую общую скорость введения в вышеприведенном примере, можно рассчитать скорость введения разбавителя $2 \text{ мл/сек} - 0,33 \text{ мл/сек} = 1,67 \text{ мл/сек}$. Соответственно, контрастный агент и разбавитель можно ввести одновременно пациенту со скоростью 0,33 мл/сек и 1,67 мл/сек, соответственно, для достижения общей скорости введения 2 мл/сек. Такой способ позволяет обеспечить больший контроль над движением контрастного агента к сердцу, по сравнению с известными способами, такими как применение контрастного агента с последующим проталкиванием солевого раствора.

Фигура 5 является блок-схемой системы инъекции 500 и МРА визуализатора 501. Система инъекции 500 может включать устройство для инъекции 502. Устройство для инъекции 502 может быть в форме автоматических инжекторов 10, 40, обсуждаемых выше. Например, устройство для инъекции 502 может быть автоматическим инжектором с двойной головкой. Шприц, содержащий контрастный агент, (далее «шприц с контрастным агентом») 503 и шприц, содержащий разбавитель, (далее «шприц с

разбавителем») 504 могут быть установлены на устройство для инъекции 502.

Устройством для инъекции 502 можно управлять для одновременного и независимого контроля введения контрастного агента из шприца с контрастным агентом 503 и введения разбавителя из шприца с разбавителем 504. Как шприц с контрастным агентом 503, так и шприц с разбавителем 504 могут быть гидравлически соединены с выводом жидкости (не показан), таким как единственный катетер, который может быть введен пациенту. Как шприц с контрастным агентом 503, так и шприц с разбавителем 504 могут быть гидравлически соединены со смешивающим устройством (не показано, и является факультативным) для смешивания контрастного агента и разбавителя перед поступлением к катетеру.

Система инъекции 500 может дополнительно включать контроллер 505, функционально связанный с устройством для инъекции 502. Контроллер 505 может взаимодействовать с различными другими внутренними компонентами системы инъекции 500 вместе с различными внешними устройствами и/или системами, такими как МРА визуализатор 501 и/или компьютерная сеть. Контроллер 505 может быть отдельным компонентом, или может распределяться среди различных компонентов системы инъекции 500. Контроллер 505 может взаимодействовать с устройством для инъекции 502 для контроля скорости введения из шприца с контрастным агентом 503 и/или шприца с разбавителем 504.

Система инъекции 500 может дополнительно включать память 506. Память 506 может хранить множество формул и связанной информации (например, в базе данных). Каждая из множества формул может относиться к концентрации контрастного агента у пациента, у которого нужно проводить визуализацию посредством МРА визуализатора 501, к интенсивности сигнала, принимаемого МРА визуализатором 501 при процедуре МРА визуализации для конкретного типа последовательности визуализации (например, спин-эхо, градиент-эхо). Память 506 может дополнительно хранить свойства множества различных типов контрастных агентов (например, r_1 и r_2 , используемых в уравнениях (1) и (2)). Система инъекции 500 и программное обеспечение подсистемы может также храниться в памяти 506 вместе с другим подходящим программным обеспечением, данными, протоколами, или инструкциями.

Интерфейс оператора 507 может быть включен в систему инъекции 500. Интерфейсом оператора 507 можно управлять для приема вводимых данных от оператора в систему инъекции 500 и для получения выводимых данных (т.е. визуальных выводимых данных на дисплей, аудиоданных) для оператора. Интерфейс оператора 507 может включать ГПИ. Интерфейс оператора 507 может включать сенсорную панель, дисплей и клавиатуру, или любое другое подходящее устройство или комбинацию устройств. Интерфейс оператора 507 может быть функционально соединен с контроллером 505. В этом отношении, контроллер 505 может принимать вводимые пользователем данные и может обеспечивать выводные данные для пользователя через интерфейс оператора 507.

Система инъекции 500 может дополнительно включать модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке (далее «модуль заданного определения») 508. Модуль заданного определения 508 может определять заданную концентрацию контрастного агента по меньшей мере отчасти на основе применяемого типа контрастного агента и по меньшей мере одного параметра визуализации, используемого МРА визуализатором 501 во время процедуры МРА визуализации. Например, для частной процедуры МРА визуализации с применением спин-эхо последовательности визуализации, может быть необходимо применять концентрацию контрастного агента,

обеспечивающую максимальную интенсивность сигнала. В таком случае модуль заданного определения 508 может применять вышеуказанное уравнение (4) для определения концентрации ($M_{\text{опт}}$), которая равна заданной концентрации контрастного агента в кровотоке. Оператор может указывать тип контрастного агента для применения в процедуре МРА визуализации через интерфейс оператора 507. Альтернативно, тип контрастного агента может быть получен системой инъекции, когда шприц с контрастным агентом 503 установлен на устройство для инъекции 502 (например, путем чтения штрих-кода на шприце 503). Значения g_1 и g_2 , связанные с типом контрастного агента, могут быть извлечены из памяти 506 контроллером 505. Далее, оператор может, с применением интерфейса оператора 507, указывать значения для TR и TE, используемых МРА визуализатором 501. Альтернативно, МРА визуализатор 501 может сообщаться с контроллером 505 системы инъекции 500, и TR и TE могут быть получены контроллером 505 через такое сообщение (например, прямой канал связи, сетевой канал связи). T_{10} может быть установлен оператором, или значение T_{10} может быть извлечено из памяти 506. С применением таких значений модуль заданного определения 508 может определить заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке и направить концентрацию к контроллеру 505. Нужно отметить, что значения g_1 , g_2 , T_{10} и T_{20} зависят от напряженности поля. Соответственно, оператор может вводить напряженность поля МРА визуализатора 501 в интерфейс оператора 507.

Система инъекции 500 может дополнительно включать модуль определения скорости введения контрастного агента 509. Модуль определения скорости введения контрастного агента 509 может определять скорость введения контрастного агента по меньшей мере отчасти на основе заданной концентрации контрастного агента в кровотоке (ТС) (например, полученной так, как описано выше), исходной концентрации контрастного агента (SC), и сердечного выброса (CO) пациента, у которого нужно провести визуализацию. Например, модуль определения скорости введения контрастного агента 509 может применять уравнение (5) при проведении такого определения. Значение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке может быть получено из модуля заданного определения 508 (например, посредством контроллера 505). Значение исходной концентрации можно ввести вручную в интерфейс оператора 507, или оно может быть получено системой инъекции, когда шприц с контрастным агентом 503 установлен на устройство для инъекции 502 (например, при чтении штрих-кода на шприце 503). Значение сердечного выброса пациента может быть введено оператором через интерфейс оператора 507. Значение сердечного выброса можно определить с применением любого подходящего способа, включая медицинское обследование пациента и/или определение на основе различных характеристик пациента (например, возраста, кровяного давления, массы тела).

Система инъекции 500 может дополнительно включать модуль определения скорости введения разбавителя 510. Модуль определения скорости введения разбавителя 510 может определять скорость введения разбавителя (СВР) по меньшей мере отчасти на основе скорости введения контрастного агента (СВКА) (например, полученной, как описано выше) и общей скорости введения (ОСВ). Например, модуль определения скорости введения разбавителя 510 может применять формулу: $СВР = ОСВ - СВКА$, как описано выше, для такого определения. Значение скорости введения контрастного агента можно получить с помощью модуля определения скорости введения контрастного агента 509 (например, через контроллер 505). Значение общей скорости введения может быть введено вручную в интерфейс оператора 507, или стандартное значение общей

скорости введения может быть получено из памяти 506.

Система инъекции 500 в комбинации с МРА визуализатором 501 может применяться для оптимизации интенсивности сигнала из сосудистой системы (например, артерий) во время процедуры МРА визуализации. Такая оптимизация может охватывать выбор
 5 уровня концентрации контрастного агента для максимизации интенсивности сигнала. Такая оптимизация может быть основана на нескольких факторах, включая пациента (сердечный выброс), контрастный агент (концентрацию, релаксивность), МРА визуализатор 501 (напряженность поля), и установки МРА визуализатора 501 (время повторения импульса, время задержки визуализации), но не ограничиваясь ими. Что
 10 касается системы, операционные параметры системы 500 в комбинации с МРА визуализатором 501 могут быть выбраны для достижения специфических целей. Например, параметры могут быть выбраны для получения максимальной возможной интенсивности МРА сигнала из сосудистой системы с наименьшей возможной дозой контрастного агента. В другом примере параметры могут быть выбраны для
 15 максимизации «окна визуализации» МРА визуализатора 501, или времени после введения, в течение которого можно получить клинически значимое усиленное изображение. Другие факторы могут включать повышение пропускной способности МРА визуализатора 501 (например, снижение времени сканирования) путем снижения времени повторения импульса, или уравнивание пропускной способности МРА
 20 визуализатора 501 и применения контрастного агента для достижения экономически эффективной работы системы 500 в комбинации с МРА визуализатором 501.

Обычно системой инъекции 500 в комбинации с МРА визуализатором 501, описанной здесь, можно оперировать для достижения специфических операционных целей (например, максимальной интенсивности сигнала МРА визуализатора с минимальной
 25 возможной дозой контрастного агента), принимая в учет и/или контролируя все или по меньшей мере некоторые из следующих параметров: тип и исходная концентрация контрастного агента, время продольной и поперечной релаксации контрастного агента; заданная концентрация контрастного агента в кровотоке, скорость введения контрастного агента, скорость введения разбавителя, общая скорость введения, тип
 30 последовательности импульсов МРА визуализатора, интенсивность сигнала МРА визуализатора, напряженность поля МРА визуализатора, время повторения импульса МРА визуализатора, время задержки визуализации МРА визуализатора, и сердечный выброс пациента.

Фигура 6 является поточной диаграммой 600 способа управления системой инъекции
 35 в связи с процедурой МРА визуализации. Способ описан со ссылкой на систему инъекции 500 и МРА визуализатор 501, изображенных на Фигуре 5. Первый этап 601 может быть предназначен для ввода типа контрастного агента, используемого при процедуре МРА визуализации. Следующий этап 602 может быть предназначен для ввода исходной концентрации контрастного агента. Этапы 601 и 602 могут выполняться оператором
 40 через интерфейс оператора 507 (например, ГНИ) или, например, этапы могут выполняться устройством для считывания штрих-кода, связанным с системой инъекции 500, считывающим штрих-код, связанный с контрастным агентом (например, шприцем с контрастным агентом 503). В другом примере этапы 601 и 602 могут выполняться устройством электромагнитного сообщения, связанным с системой инъекции 500,
 45 считывающим ярлык радиочастотной идентификации (РЧИ), связанный со шприцем с контрастным агентом 503. Альтернативно, система инъекции 500 может иметь тип действия по умолчанию и/или концентрация контрастного агента, используемая оператором, может отменять применяемые по умолчанию значения, когда используется

другой тип. Следующий этап 603 может быть предназначен для выбора одного или нескольких свойств типа контрастного агента. Такие свойства смогут включать время продольной и поперечной релаксации контрастного агента. Выбор может осуществляться из базы данных в памяти 506 системы инъекции 500, из РЧИ ярлыка, связанного со шприцем с контрастным агентом 503, или из любого другого подходящего устройства для хранения данных или из комбинации устройств, где могут храниться характеристики множества типов контрастного агента.

Следующий этап 604 может быть предназначен для ввода значения сердечного выброса у пациента, у которого необходимо провести визуализацию. Значение сердечного выброса можно определить, как описано выше. Следующий этап 605 может быть предназначен для ввода одного или нескольких параметров визуализации, применяемых МРА визуализатором 501 при процедуре МРА визуализации. Следующий этап 606 может быть предназначен для выбора уравнения, связывающего интенсивность сигнала с параметрами визуализации, свойствами контрастного агента и концентрацией контрастного агента для последовательности визуализации, применяемой МРА визуализатором 501. Например, для спин-эхо последовательности визуализации может быть выбрано уравнение (3). Этап 606 может быть выполнен системой инъекции 500 при приеме типа последовательности визуализации (например, введенного оператором), либо специальное уравнение может быть выбрано оператором. Альтернативно, система инъекции 500 может выбрать уравнение по умолчанию, соответствующее типу последовательности визуализации по умолчанию (например, спин-эхо, градиент-эхо), и оператор может отменить тип последовательности по умолчанию, когда применяется другой тип последовательности.

Следующий этап 607 может быть предназначен для определения заданного уровня концентрации контрастного агента в кровотоке. Этот этап 607 может проводиться модулем определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке 508, который может рассчитывать с помощью уравнения (3) уровень концентрации контрастного агента, где скорость изменения интенсивности сигнала по отношению к уровню концентрации равняется нулю, с применением полученных значений для характеристик типа контрастного агента и параметров визуализации. Такой расчет определяет уровень концентрации, соответствующий максимальной интенсивности сигнала, и такое значение можно применять в качестве заданной концентрации контрастного агента в кровотоке или смещения значения от уровня концентрации, соответствующего максимальной интенсивности сигнала.

Как только заданная концентрация контрастного агента в кровотоке определена, следующий этап 608 может применяться для расчета скорости введения контрастного агента с применением модуля определения скорости введения контрастного агента 509. Этот расчет, с применением уравнения (5), может быть основан на заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, исходной концентрации контрастного агента, и сердечном выбросе у пациента, у которого нужно провести визуализацию. После определения скорости введения контрастного агента и применения модуля определения скорости введения разбавителя 510, скорость введения контрастного агента можно вычесть из стандартной общей скорости введения на этапе 609 для расчета скорости введения разбавителя.

После определения скорости введения контрастного агента и скорости введения разбавителя можно проводить следующий этап 610 для обеспечения введения с применением системы инъекции 500. Выполнение введения может включать введение катетера в вену пациента, проверку проходимости катетера, обеспечение установки

шприца с контрастным агентом 503 на устройство для инъекции 502, обеспечение установки шприца с разбавителем 504 на устройство для инъекции 502, продувку системы инъекции 500 воздухом, и любые другие типичные задачи для подготовки к инъекции. После надлежащего подключения системы инъекции 500 к пациенту, система инъекции 500 может выпускать контрастный агент и разбавитель одновременно со скоростью введения контрастного агента и скоростью введения разбавителя, соответственно (например, с достижением необходимой общей скорости введения). В одном варианте осуществления выпуск может не начинаться, пока не будет определен заданный уровень концентрации контрастного агента в кровотоке с этапа 607. В одном варианте осуществления такой выпуск может не начинаться, пока не будет определена скорость введения контрастного агента с этапа 608. После надлежащей задержки для достижения контрастным агентом сердца пациента, МРА визуализатор 501 может генерировать усиленные изображения контрастного агента в сосудистой сети пациента.

Ответную реакцию от интенсивности сигнала, принимаемую МРА визуализатором 501, можно применять для контроля скорости введения контрастного агента. В связи с этим, скорость введения контрастного агента может быть изменена, отрегулирована или модулирована с применением системы обратной связи с закрытым контуром, где данные МРА визуализатора 501 (например, данные об интенсивности сигнала и/или другие подходящие данные) переносятся из МРА визуализатора 501 к системе инъекции 500. Такую систему обратной связи можно применять для достижения заданной концентрации контрастного агента в сосудистой системе пациента и/или получения необходимой интенсивности сигнала. Такая система обратной связи с закрытым контуром может быть осуществлена через линию связи между системой инъекции 500 и МРА визуализатором 501. Такая система обратной связи с закрытым контуром может требовать от оператора либо регуляции скорости введения контрастного агента в ответ на интенсивность сигнала, либо ввода значений интенсивности сигнала из МРА визуализатора 501 в интерфейс оператора 507.

При осуществлении способа управления системой инъекции 500, изображенного на поточной диаграмме 600, этапы 601-607 могут выполняться в любом подходящем порядке. Например, параметры визуализации, используемые во время процедуры МРА визуализации, могут, как правило, быть одними и теми же для множества пациентов, и могут быть запрограммированы в системе инъекции 500 перед сеансом визуализации.

Вышеописанный способ может быть повторен у второго пациента. При повторении способа может применяться другой контрастный агент, а также другие скорости введения контрастного агента и разбавителя. При обоих сеансах способа можно применять одну и ту же стандартную общую скорость введения.

Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке 508, модуль определения скорости введения контрастного агента 509 и модуль определения скорости введения разбавителя 510 могут применяться любым подходящим образом, включая любое подходящее программное обеспечение, программно-аппаратные средства, или аппаратуру, с применением одной или нескольких платформ, с применением одного или нескольких процессоров, с применением памяти любого подходящего типа, с применением любого отдельного компьютера любого подходящего типа, или множества компьютеров любого подходящего типа, и соединенных любым подходящим способом, или их комбинации, но не ограничивается ими. Модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке 508, модуль определения скорости введения контрастного агента 509 и модуль определения скорости введения разбавителя 510 могут применяться в любом отдельном участке или во

множестве участков, соединенных любым подходящим образом (например, через любой тип сети).

Предшествующее описание настоящего изобретения представлено с целью иллюстрации и описания. Более того, настоящее описание не предназначено для
 5 ограничения изобретения формой, описанной в настоящем изобретении. Соответственно, вариации и модификации, соответствующие вышеприведенным идеям, и навыки и знания в соответствующей области техники, находятся в пределах объема настоящего изобретения. Кроме того, варианты осуществления, описанные выше, предназначаются для разъяснения наилучших способов осуществления изобретения и для того, чтобы
 10 позволить другим специалистам в данной области техники применить изобретение как таковое, или другие варианты осуществления, включая различные модификации, необходимые для конкретного приложения(ий) или применения(ий) настоящего изобретения. Подразумевается, что формула изобретения включает такие альтернативные варианты осуществления до степени, позволенной предшествующим
 15 уровнем техники.

Формула изобретения

1. Система инъекции, включающая:

- устройство для инъекции;
- 20 - интерфейс оператора, принимающий входные данные от оператора указанной системы инъекции; и
- контроллер, функционально связанный с указанным устройством для инъекции и указанным интерфейсом оператора, включающий:
 - модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке,
 25 определяющий заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке, по меньшей мере отчасти, на основании входных данных о типе контрастного агента и первого параметра визуализации для МРА визуализатора, для применения в процедуре МРА визуализации, где указанным первым параметром визуализации является время повторения импульса для указанного МРА визуализатора; и
 - 30 - модуль определения скорости введения контрастного агента, определяющий скорость введения контрастного агента, по меньшей мере отчасти, на основании указанной заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, входных данных об исходной концентрации контрастного агента, и входных данных сердечного выброса пациента, у которого нужно провести визуализацию.

35 2. Система инъекции по п. 1, в которой указанные входные данные о типе контрастного агента вводят посредством указанного интерфейса оператора.

3. Система инъекции по любому из пп. 1 и 2, в которой указанные входные данные об исходной концентрации контрастного агента вводят через указанный интерфейс оператора.

40 4. Система инъекции по любому из пп. 1 и 2, в которой указанные входные данные сердечного выброса вводят посредством указанного интерфейса оператора.

5. Система инъекции по любому из пп. 1 и 2, в которой указанный первый параметр визуализации вводят посредством указанного интерфейса оператора.

45 6. Система инъекции по п. 5, в которой указанный модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке дополнительно использует второй параметр визуализации, где указанным вторым параметром визуализации является время задержки визуализации для указанного МРА визуализатора.

7. Система инъекции по любому из пп. 1 и 2 или 6, в которой указанный модуль

определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке применяет формулу, связывающую концентрацию контрастного агента у указанного пациента с интенсивностью сигнала, принимаемого указанным МРА визуализатором во время указанной процедуры МРА визуализации, для определения первого уровня концентрации указанного контрастного агента, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента, равна нулю.

8. Система инъекции по п. 7, в которой указанная заданная концентрация контрастного агента в кровотоке равна указанному первому уровню концентрации.

9. Система инъекции по любому из пп. 1 и 2, 6 или 8, в которой указанный модуль определения скорости введения контрастного агента делит указанную заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке на указанные входные данные об исходной концентрации контрастного агента для определения отношения концентраций, и рассчитывает указанную скорость введения контрастного агента путем умножения указанного значения сердечного выброса на указанное отношение концентраций.

10. Система инъекции, включающая:

- устройство для инъекции;

- шприц, установленный в указанной системе инъекции и содержащий контрастный агент;

- интерфейс оператора, принимающий входные данные от оператора указанной системы инъекции;

- память, содержащую множество формул, где каждая из множества формул связывает концентрацию контрастного агента у пациента, у которого нужно провести визуализацию с помощью МРА визуализатора, с интенсивностью сигнала, принимаемого указанным МРА визуализатором во время процедуры МРА визуализации для частного типа последовательности визуализации; и

- контроллер, функционально связанный с указанным устройством для инъекции, указанным интерфейсом оператора и указанной памятью, включающий модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, определяющий заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке с применением по меньшей мере (а) первого параметра визуализации указанного МРА визуализатора и (b) одной из указанного множества формул, где указанный модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке определяет концентрацию указанного контрастного агента в кровотоке, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента в кровотоке, равна нулю, где указанным первым параметром визуализации является время повторения импульса для указанного МРА визуализатора.

11. Система инъекции по п. 10, в которой одна из указанного множества формул относится к спин-эхо последовательности визуализации.

12. Система инъекции по любому из пп. 10 и 11, в которой одна из указанного множества формул относится к градиент-эхо последовательности визуализации.

13. Система инъекции по любому из пп. 10 и 11, в которой указанный модуль определения заданной концентрации контрастного агента в кровотоке дополнительно использует второй параметр визуализации указанного МРА визуализатора для определения указанной концентрации контрастного агента в кровотоке, где указанным вторым параметром визуализации является время задержки визуализации для указанного МРА визуализатора.

14. Система инъекции по п. 10, дополнительно включающая модуль определения скорости введения контрастного агента, определяющий скорость введения контрастного

агента по меньшей мере отчасти на основе указанной концентрации контрастного агента в кровотоке.

15. Система инъекции по п. 14, в которой указанный модуль определения скорости введения контрастного агента дополнительно определяет указанную скорость введения контрастного агента по меньшей мере отчасти на основе исходной концентрации указанного контрастного агента в указанном шприце, и сердечного выброса пациента, у которого проводят визуализацию.

16. Система инъекции по п. 15, в которой указанный модуль определения скорости введения контрастного агента делит указанную заданную концентрацию контрастного агента в кровотоке на указанную исходную концентрацию контрастного агента для определения отношения концентраций, и где указанный модуль определения скорости введения контрастного агента умножает указанное значение сердечного выброса на указанное отношение концентраций для определения указанной скорости введения контрастного агента.

17. Система инъекции, включающая:

- устройство для инъекции;

- шприц, установленный на указанной системе инъекции и содержащий контрастный агент;

- интерфейс оператора, принимающий входные данные от оператора указанной системы инъекции; и

- контроллер, функционально связанный с указанным устройством для инъекции и указанным интерфейсом оператора, включающий модуль определения скорости введения контрастного агента, определяющий скорость введения контрастного агента путем умножения значения сердечного выброса пациента, у которого проводят визуализацию, на отношение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке к концентрации указанного контрастного агента в указанном шприце.

18. Система инъекции по любому из пп. 1 и 2, 14 и 17, дополнительно включающая модуль определения скорости введения разбавителя, определяющий скорость введения разбавителя по меньшей мере отчасти на основе указанной скорости введения контрастного агента.

19. Система инъекции по п. 18, в которой указанный модуль определения скорости введения разбавителя вычитает указанную скорость введения контрастного агента из общей скорости введения, установленной по умолчанию, для определения указанной скорости введения разбавителя.

20. Система инъекции, включающая:

- автоматический инжектор с двойной головкой;

- первый шприц, установленный на указанном автоматическом инжекторе с двойной головкой и содержащий контрастный агент;

- второй шприц, установленный на указанном автоматическом инжекторе с двойной головкой и содержащий разбавитель;

- интерфейс оператора, принимающий входные данные от оператора указанной системы инъекции;

- контроллер, функционально связанный с указанным автоматическим инжектором с двойной головкой и указанным интерфейсом оператора, включающий модуль определения скорости введения разбавителя, определяющий скорость введения разбавителя путем вычитания скорости введения контрастного агента из общей скорости введения, установленной по умолчанию; где указанный контроллер обеспечивает одновременный выпуск указанным автоматическим инжектором с двойной головкой

указанного контрастного агента из указанного первого шприца при указанной скорости введения контрастного агента и указанного разбавителя из указанного второго шприца при указанной скорости введения разбавителя.

21. Способ управления системой инъекции для процедуры визуализации при магнитно-резонансной ангиографии (МРА) с применением МРА визуализатора, где указанная система инъекции включает интерфейс оператора и контроллер, функционально связанный с ними, включающий:

- ввод оператором в указанную систему инъекции данных о типе контрастного агента посредством указанного интерфейса оператора;

- ввод оператором в указанную систему инъекции данных об исходной концентрации контрастного агента для указанного типа контрастного агента посредством указанного интерфейса оператора;

- ввод оператором в указанную систему инъекции данных сердечного выброса пациента, у которого необходимо провести визуализацию посредством указанного интерфейса оператора;

- ввод в указанную систему инъекции первого параметра визуализации посредством указанного интерфейса оператора, где указанным первым параметром визуализации является время повторения импульса для указанного МРА визуализатора;

- определение посредством указанного контроллера указанной системой инъекции заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, где указанный этап определения по меньшей мере отчасти основан на указанном типе контрастного агента и указанном первом параметре визуализации;

- расчет посредством указанного контроллера указанной системой инъекции скорости введения контрастного агента, где указанный этап расчета по меньшей мере отчасти основан на указанной заданной концентрации контрастного агента в кровотоке, указанной исходной концентрации контрастного агента, и указанном значении сердечного выброса, и где указанную скорость введения контрастного агента рассчитывают для достижения указанной заданной концентрации контрастного агента в кровотоке; и

- функционирование указанной системы инъекции под управлением указанного контроллера в соответствии с указанной скоростью введения контрастного агента.

22. Способ по п. 21, дополнительно включающий получение указанной системой инъекции характеристик указанного типа контрастного агента из базы данных, хранящейся в указанной системе инъекции, где указанный этап определения по меньшей мере отчасти основан на указанных характеристиках, где указанная база данных содержит характеристики, связанные с множеством типов контрастных агентов.

23. Способ по любому из пп. 21 и 22, дополнительно включающий ввод в указанную систему инъекции второго параметра визуализации, где указанным вторым параметром визуализации является время задержки визуализации для указанного МРА визуализатора.

24. Способ по любому из пп. 21 и 22, в котором указанный этап определения включает применение формулы, связывающей концентрацию контрастного агента у указанного пациента с интенсивностью сигнала, принятого указанным МРА визуализатором во время указанной процедуры МРА визуализации для определения первого уровня концентрации указанного контрастного агента, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента, равна нулю.

25. Способ по п. 24, в котором указанная заданная концентрация контрастного агента в кровотоке равна указанному первому уровню концентрации.

26. Способ по любому из пп. 21 и 22 или 25, в котором указанный этап расчета скорости введения контрастного агента включает:

- деление указанной заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на указанную исходную концентрацию контрастного агента для определения отношения концентраций; и

- расчет указанной скорости введения контрастного агента путем умножения указанного значения сердечного выброса на указанное отношение концентраций.

27. Способ по любому из пп. 21 и 22 или 25, дополнительно включающий расчет скорости введения разбавителя по меньшей мере отчасти на основе указанной скорости введения контрастного агента.

28. Способ по п. 27, в котором указанный этап расчета скорости введения разбавителя включает:

- выбор общей скорости введения, установленной по умолчанию; и

- вычитание указанной скорости введения контрастного агента из указанной скорости введения жидкости, установленной по умолчанию, для определения указанной скорости введения разбавителя.

29. Способ по п. 27, в котором указанный операционный этап включает введение указанному пациенту указанного типа контрастного агента при указанной скорости введения контрастного агента, где указанный способ дополнительно включает введение указанному пациенту разбавителя при указанной скорости введения разбавителя, одновременно с введением указанному пациенту указанного контрастного агента.

30. Способ по любому из пп. 21 и 22, 25 или 28, в котором указанный операционный этап включает введение указанному пациенту указанного типа контрастного агента при указанной скорости введения контрастного агента.

31. Способ управления системой инъекции в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора, где указанная система инъекции включает шприц с контрастным агентом, а указанная система инъекции включает интерфейс оператора и контроллер, функционально связанный с ними, где указанный способ включает:

- выбор оператором посредством указанного интерфейса оператора формулы, связывающей концентрацию контрастного агента у пациента, у которого необходимо провести визуализацию, с интенсивностью сигнала, принимаемого указанным МРА визуализатором во время осуществления указанной МРА визуализации;

- получение посредством указанного контроллера первого параметра визуализации для применения в указанной процедуре МРА визуализации, где указанным первым параметром визуализации является время повторения импульса для указанного МРА визуализатора;

- определение посредством указанного контроллера, с применением по меньшей мере указанной формулы и указанного первого параметра визуализации, концентрации указанного контрастного агента в кровотоке, где скорость изменения интенсивности сигнала, деленная на скорость изменения концентрации контрастного агента в кровотоке, равна нулю; и

- выпуск под управлением указанного контроллера указанного контрастного агента из указанного шприца при скорости введения контрастного агента, основанной на указанной концентрации контрастного агента в кровотоке.

32. Способ по п. 31, дополнительно включающий получение второго параметра визуализации для применения в указанной процедуре МРА визуализации, где указанным вторым параметром визуализации является время задержки визуализации для указанного МРА визуализатора.

33. Способ по любому из пп. 31 и 32, в котором указанный этап выбора проводится указанной системой инъекции на основе последовательности визуализации, используемой указанным МРА визуализатором.

34. Способ по любому из пп. 31 и 32, в котором указанное получение включает передачу указанного первого параметра визуализации из указанного МРА визуализатора к указанной системе инъекции через коммуникационную связь.

35. Способ по любому из пп. 31 и 32, в котором указанный первый параметр визуализации вводится в указанную систему инъекции пользователем посредством графического интерфейса пользователя указанной системы инъекции.

36. Способ по любому из пп. 31 и 32, в котором указанный этап определения выполняется указанной системой инъекции.

37. Способ по любому из пп. 31 и 32, дополнительно включающий:

- ввод значения сердечного выброса для указанного пациента;
- определение заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на основе

указанной концентрации контрастного агента в кровотоке;

- деление указанной заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на концентрацию указанного контрастного агента в указанном шприце для определения отношения концентраций; и

- расчет указанной скорости введения контрастного агента путем умножения

указанного значения сердечного выброса на указанное отношение концентраций.

38. Способ по п. 37, в котором указанная заданная концентрация контрастного агента в кровотоке равна указанной концентрации контрастного агента в кровотоке.

39. Способ управления системой инъекции в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора, где указанная система содержит шприц с контрастным агентом, а указанная система инъекции включает интерфейс оператора и контроллер, функционально связанный с ними, где указанный способ включает:

- ввод оператором значения сердечного выброса для пациента, у которого нужно провести визуализацию, посредством указанного интерфейса оператора;

- расчет посредством указанного контроллера отношения концентраций путем

деления заданной концентрации контрастного агента в кровотоке на концентрацию указанного контрастного агента в указанном шприце;

- определение посредством указанного контроллера скорости введения контрастного агента путем умножения указанного значения сердечного выброса на указанное отношение концентраций; и

- выпуск под управлением указанного контроллера указанного контрастного агента из указанного шприца при указанной скорости введения контрастного агента, где указанный этап выпуска не начинается до завершения указанного этапа определения.

40. Способ по любому из пп. 31, 32, 38 или 39, дополнительно включающий:

- вычитание указанной скорости введения контрастного агента из стандартной

общей скорости введения, установленной по умолчанию, для определения первой скорости введения разбавителя; и

- выпуск разбавителя при указанной первой скорости введения разбавителя одновременно с указанным выпуском указанного контрастного агента.

41. Способ управления системой инъекции, включающей контроллер, в связи с процедурой МРА визуализации с применением МРА визуализатора, включающий:

- определение посредством указанного контроллера первой скорости введения контрастного агента для первого типа контрастного агента первому пациенту, у которого нужно провести первую процедуру МРА визуализации;

- вычитание посредством указанного контроллера указанной первой скорости введения контрастного агента из скорости введения жидкости, установленной по умолчанию, для определения первой скорости введения разбавителя; и

5 - одновременный выпуск под управлением указанного контроллера из указанной системы инъекции указанного первого типа контрастного агента при указанной первой скорости введения контрастного агента, и выпуск разбавителя при указанной первой скорости введения разбавителя.

42. Способ по п. 41, дополнительно включающий:

10 - определение второй скорости введения контрастного агента для второго типа контрастного агента для второго пациента, у которого нужно провести визуализацию, для второй процедуры МРА визуализации;

- вычитание указанной второй скорости введения контрастного агента из указанной скорости введения жидкости, установленной по умолчанию, для определения второй скорости введения разбавителя; и

15 - одновременный выпуск из указанной системы инъекции указанного второго типа контрастного агента при указанной второй скорости введения контрастного агента, и выпуск разбавителя при указанной второй скорости введения разбавителя, где указанная первая скорость введения контрастного агента отличается от указанной второй скорости введения контрастного агента.

20 43. Способ по п. 41, в котором указанный первый тип контрастного агента является иным типом контрастного агента, чем указанный второй тип контрастного агента.

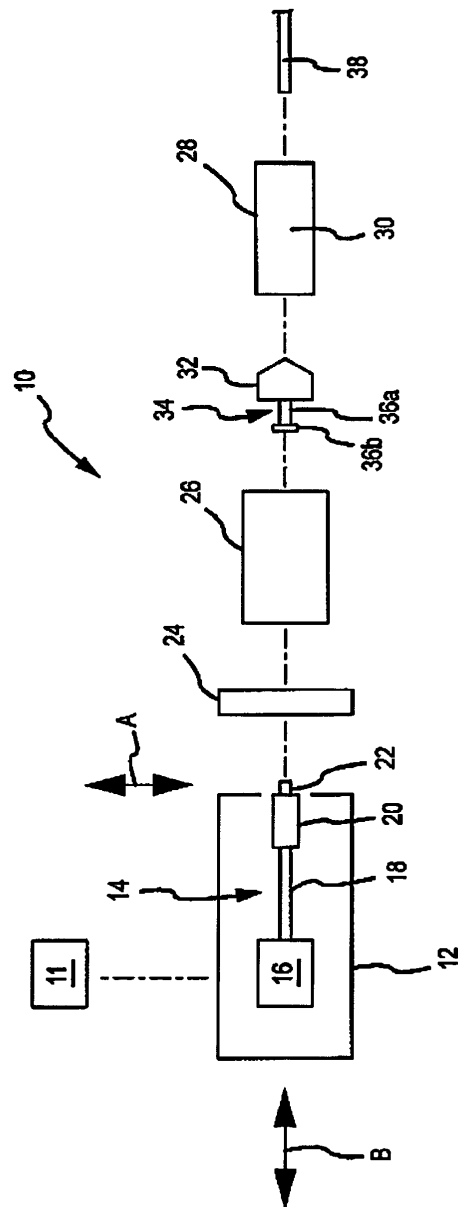
44. Способ по любому из пп. 41-43, в котором указанный одновременный выпуск из указанной системы инъекции указанного первого типа контрастного агента при
указанной первой скорости введения контрастного агента, и выпуск разбавителя при
25 указанной первой скорости введения разбавителя осуществляется посредством
автоматического инжектора с двойной головкой из указанной системы инъекции.

30

35

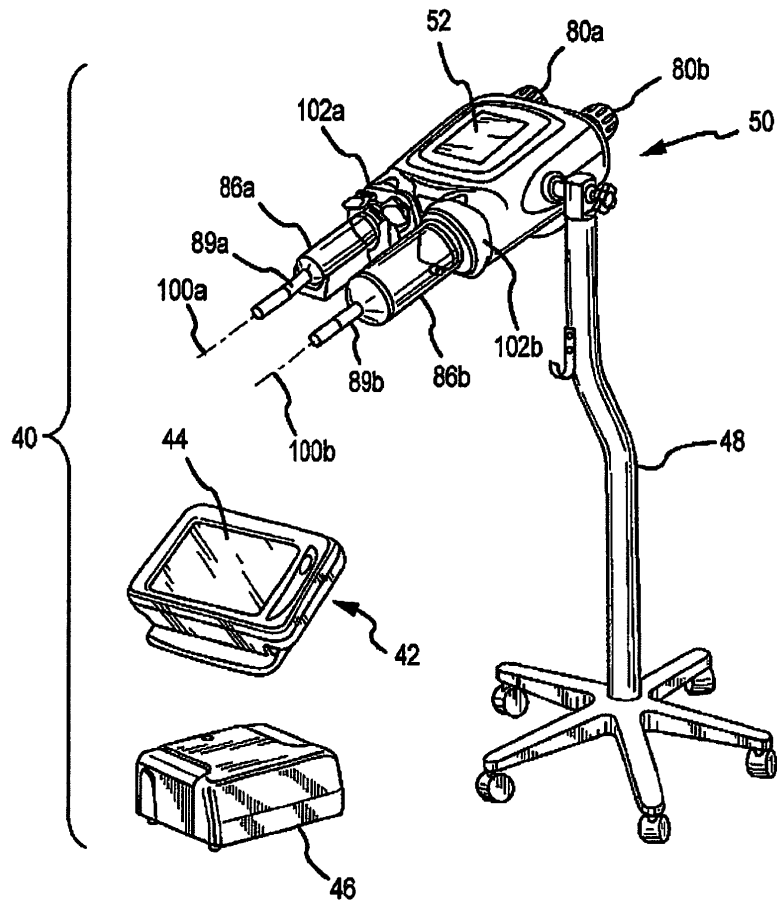
40

45



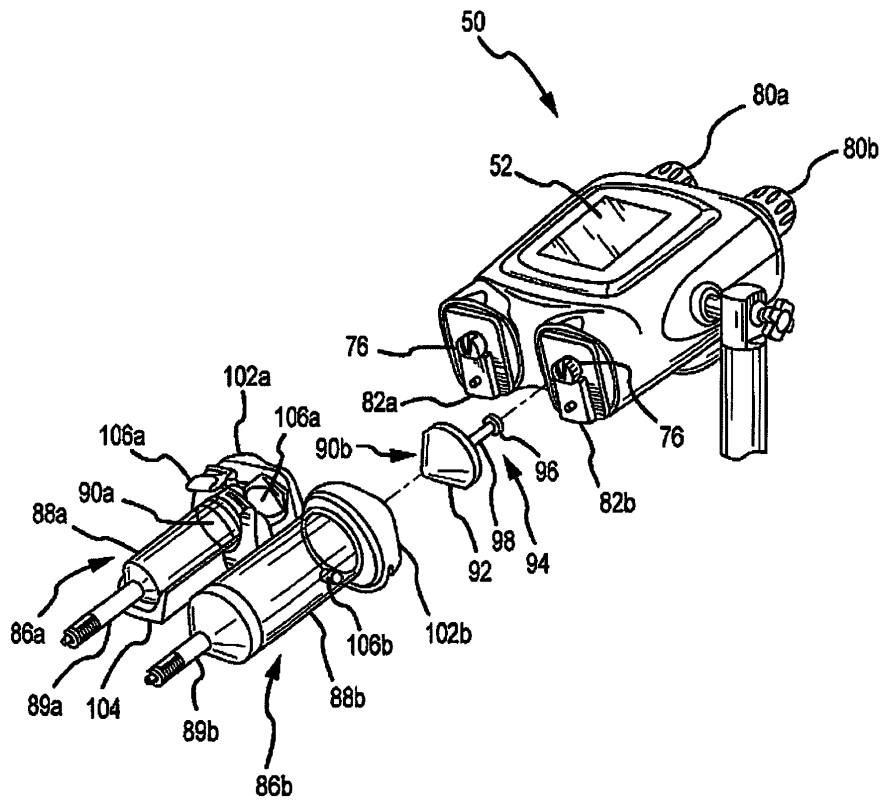
Фигура 1

2/8

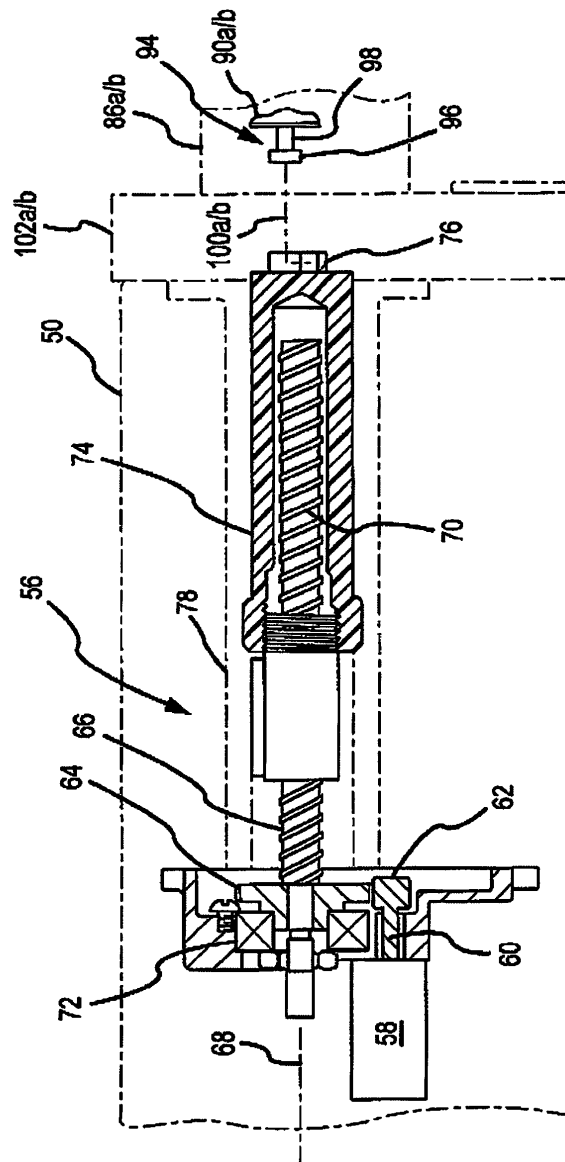


Фигура 2А

3/8

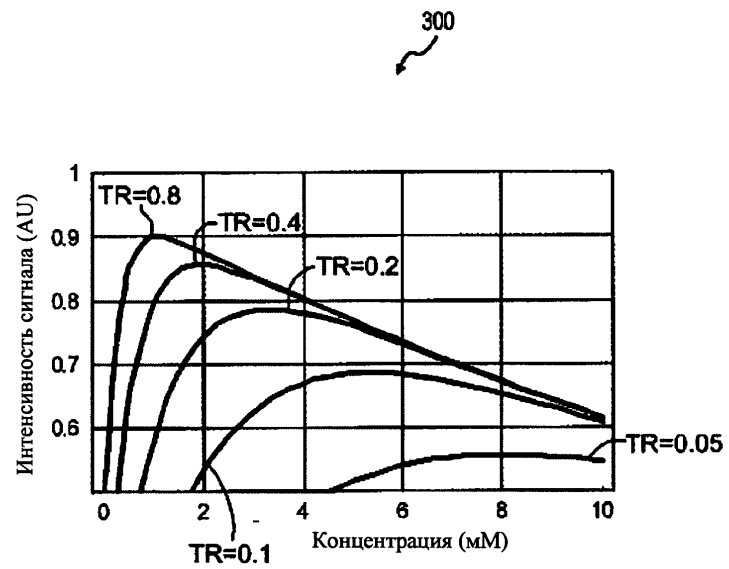


Фигура 2В



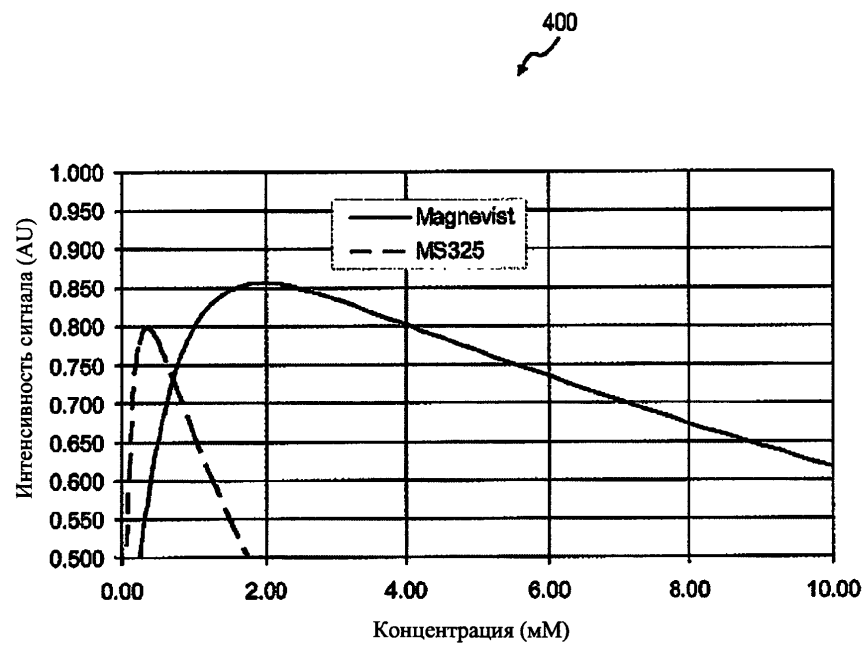
Фигура 2С

5/8

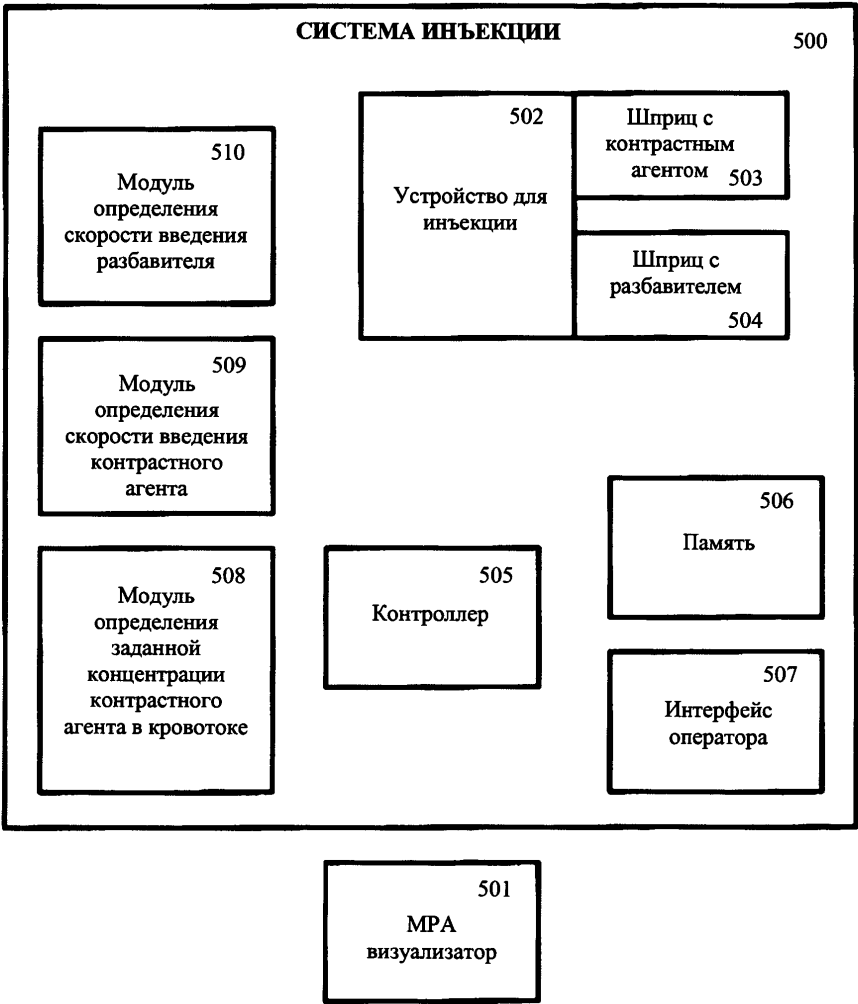


Фигура 3

6/8



Фигура 4



Фигура 5

8/8

