

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **026705**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.05.31

(51) Int. Cl. **A61B 5/02** (2006.01)

(21) Номер заявки
201492138

(22) Дата подачи заявки
2013.08.12

(54) **НЕИНВАЗИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ АНЕВРИЗМЫ АОРТЫ**

(31) **61/682,523**

(32) **2012.08.13**

(33) **US**

(43) **2015.05.29**

(86) **PCT/US2013/054529**

(87) **WO 2014/028383 2014.02.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КЭЛИФОРНИЯ ИНСТИТУТ ОФ
ТЕКНОЛОДЖИ (US)**

(56) **WO-A1-2012011029**

J.FENG et al. "Determination of wave speed and wave separation in the arteries using diameter and velocity", Journal of Biomechanics, vol. 43, Issue 3, 10 February 2010, pages 455-462, See abstract, pages 456-461 and figure 5.

US-B1-6676608

US-A1-20070210786

JP-A-2011530352

(72) Изобретатель:
Пахлеван Ниема, Гариб Мортеза (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Описываются аппаратное обеспечение и программное обеспечение для неинвазивных подходов к оценке аневризмы аорты, используя ультразвуковые, микроволновые и/или другие радиочастотные способы. Варианты осуществления для диагностики AAA и других состояний аневризмы аорты могут использоваться, основываясь на неинвазивном измерении и вычислении интенсивности волны на основе смещения (DWI) и/или интенсивности отраженной волны на основе смещения (DRWI) вдоль аорты и сравнении результатов с начальными данными для данного патента или типового каталога населения. Отклонение DWI и/или DRWI от нормального состояния может использоваться для оценки серьезности AAA или другой аневризмы аорты и любого сопутствующего риска разрыва.

B1

026705

026705

B1

Родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает преимущество приоритета предварительной патентной заявки США № 61/682523, поданной 13 августа 2012 г., содержащейся здесь для всех целей во всей ее полноте путем ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Предмет настоящего изобретения относится к неинвазивному диагнозу аневризм аорты и оценкам риска их разрыва.

Уровень техники

Аневризмы аорты содержат расширение участка аорты. Аневризмы аорты могут делиться по категориям, основываясь на их местоположении (аневризма корня аорты, торакальная аневризма аорты, торкоабдоминальная аневризма аорты и абдоминальная аневризма аорты), их форме (веретенообразная и мешкообразная) или лежащих в их основе причинах. Среди них абдоминальные аневризмы аорты (AAA) являются наиболее распространенными. AAA только в США вызывают более 13000 смертей в год.

В настоящее время каждый год диагностируются приблизительно 15000 пациентов с диагнозом AAA, и их количество растет с каждым годом. На ранней стадии AAA не создает никаких симптомов или создает несколько симптомов. Они обычно диагностируются случайно, когда процедуры ультразвукового или компьютерного сканирования выполняются для других целей. При разрыве AAA смертность составляет 65-85%.

Размер аневризмы является наиболее важным фактором при предсказании вероятности разрыва. Однако размер не является безупречным прогностическим фактором разрыва, поскольку существуют некоторые мелкие аневризмы, которые разрываются, и существуют некоторые большие аневризмы, которые не разрываются. На основе риска разрыва были предложены два типа AAA. AAA типа I являются те, для которых расширение сопровождается увеличением жесткости стенок и, следовательно, риск разрыва которых является низким. AAA типа II являются те, для которых жесткость стенки не увеличивается по мере роста размера аневризмы.

Волновая динамика в гибкой трубке является сложным явлением, зависящим от основной частоты распространяющихся волн, гибкости трубки и мест отражения. Сердце является пульсирующей нагнетательной системой, и аорта является наибольшим и самым гибким сосудом, проходящим от сердца. Поэтому динамика аортальных волн оказывает значительное влияние на артериальные волны. Если назвать несколько факторов, то динамика аортальных волн зависит от частоты сердечных сокращений (HR), гибкости аорты (AC) и мест отражения.

На основе их общей функции места отражения могут разделяться по категориям на места отражения с закрытым концом (CRS) или места отражения с открытым концом (ORS). При CRS волны давления отражаются положительно, а волны потока отражаются отрицательно. Напротив, при ORS волны давления отражаются отрицательно, а волны потока отражаются положительно.

В аорте и соматической артериальной системе все места отражения являются местами отражения типа CRS. Однако аортальные аневризмы действуют подобно ORS, поскольку их диаметр увеличивается и в большинстве случаев увеличивается также гибкость. Эти дополнительные ORS изменяют волновую динамику в аорте и ее основных ветвях.

Такое понимание при исследовании влияния AAA на отражения волн в аорте рассмотрено Swillens и др. в журнале IEEE Transactions on Biomedical Engineering, том 55, № 5, май 2008 г. Как там описано, реконструкция силиконовой трехмерной модели была сделана для 78-летнего мужчины, страдающего AAA. Волны давления и потока измерялись в различных местах внутри модели, описывая ее до и после моделированного разрыва. Числовое моделирование, которое также было представлено, продемонстрировало общее соответствие результатам испытаний.

Такому знанию, однако, не хватает практического применения. Причиной этого является отсутствие бесконтактных и/или неинвазивных технологий оценки AAA.

Раскрытие изобретения

Описанные здесь варианты осуществления относятся к системам, устройствам и способам, обеспечивающим подход к выполнению неинвазивной оценки AAA в некоторых вариантах осуществления, используя ультразвуковые и/или микроволновые или другие радиочастотные (RF) технологии. Варианты осуществления этих систем и устройств содержат датчики и компьютерные процессоры аппаратного обеспечения и другую вспомогательную/дополнительную электронику и различные элементы корпуса. Варианты осуществления способов содержат аппаратное обеспечение и программное обеспечение для выполнения того же самого. Неинвазивная оценка AAA может выполняться без опоры на предположение о соответствующей упругости стенок сосуда, которые могут не сохранять форму, как обсуждалось выше в отношении AAA типа I и типа II. Фактически вместо измерения расширения стенки и предположения расширения стенки пропорционально кровяному давлению для проведения неинвазивного анализа, как у Swillens, был разработан улучшенный подход.

Некоторые варианты осуществления систем, устройств и способов способны измерять и вычислять интенсивность волны на основе смещения аорты (DWI) и/или интенсивность отраженной волны на основе смещения аорты (DRWI). Центром внимания являются динамические характеристики артериальных

волн (волна давления, волна потока/скорости, упругая волна и волна смещения стенки), чтобы определить отклонение от здоровой или нормальной аорты. По существу, в диагностике пациента используется сравнение структуры волн.

Некоторые варианты осуществления обеспечивают неинвазивные системы, устройства и способы обнаружения AAA и других аневризм аорты, контролируя DWI и/или DRWI пациента в любой точке вдоль аорты или ее основных ветвей. Аналогично некоторые варианты осуществления обеспечивают оценку серьезности аневризмы аорты и/или оценку риска ее разрыва, контролируя отклонение DWI и/или DRWI пациента в одной или более точках вдоль аорты или основных ветвей аорты.

Краткое описание чертежей

Представленные здесь чертежи являются схематическими и не обязательно вычерченными в масштабе, причем некоторые компоненты и признаки для ясности преувеличены и/или исключены. Отклонения от показанных вариантов осуществления подразумеваются. Соответственно, описания вариантов и элементов на чертежах не предназначены ограничивать объем формулы изобретения кроме тех случаев, когда такое намерение явно заявлено.

Фиг. 1 - блок-схема последовательности выполнения операций примерного варианта осуществления способа оценки аневризмы.

Фиг. 2 - примерный вариант осуществления аппаратного обеспечения системы.

Фиг. 3А и 3В - примерные графики результатов вычислений DWI и DRWI, соответственно, для здоровой нормальной аорты в сравнении с аортой с аневризмой в брюшной полости.

Подробное описание

Данный предмет изобретения описывается подробно посредством примерных вариантов осуществления. Следует понимать, что настоящее раскрытие не ограничивается этими вариантами осуществления и может, конечно, изменяться. Следует также понимать, что используемая здесь терминология служит только для цели описания конкретных вариантов осуществления и не предназначена для создания ограничений. Таким образом, объем настоящего раскрытия должен ограничиваться только точным изложением формулы изобретения.

Следует заметить, что все признаки, элементы, компоненты, функции и этапы, описанные в отношении любого представленного здесь варианта осуществления, предназначены свободно объединяться и замещаться признаками, элементами, компонентами, функциями и этапами из любого другого варианта осуществления. Если определенный признак, элемент, компонент, функция или этап описаны в отношении только одного варианта осуществления, то следует понимать, что эти признак, элемент, компонент, функция или этап могут использоваться для любого другого варианта осуществления, описанного здесь, если явно не заявлено иное.

Этот абзац поэтому служит предварительной основой и письменным основанием для введения в любое время требований, объединяющих признаки, элементы, компоненты, функции и этапы различных вариантов осуществления или заменяющих признаки, элементы, компоненты, функции и этапы одного варианта осуществления на другой, даже если последующее описание этого явно не заявляет в конкретном случае, когда такие комбинации или замены возможны. Явно подтверждается, что дополнительное перечисление каждого возможного объединения и замены чрезмерно обременительно, особенно когда допустимость каждого и любого такого объединения и замены будет легко признаваться специалистами в данной области техники.

Во многих вариантах осуществления может использоваться способ определения интенсивности волны на основе смещения (DWI) или неинвазивной интенсивности волны (dI). См. J. Feng и A.W. Khir, "Determination of Wave Speed and Wave Separation in the Arteries using Diameter and Velocity", Journal of Biomechanics, том 43(3), стр. 455-462, 2010. В этой работе используется радиальное смещение стенки, $D(t)$:

$$dI_D(t) = dD(t) \cdot dU(t) \quad (1)$$

$$dI'_D(t) = (dD/dt) \cdot (dU/dt), \quad (2)$$

где $dI_D(t)$ и $dI'_D(t)$ являются интенсивностью волны на основе смещения. Следовательно, DWI может быть разделена на падающую и отраженную составляющие, используя приведенные ниже уравнения:

$$dI_{D+} = \frac{1}{4s} (dD + s dU)^2 \quad (3)$$

$$dI_{D-} = \frac{-1}{4s} (dD - s dU)^2 \quad (4)$$

где dI_{D+} - падающая DWI (DFWI), dI_{D-} - отраженная DWI (DRWI) и s - крутизна контура D-U (где D - диаметр и U - скорость) в начале кардиального цикла, когда отраженные волны отсутствуют. Альтернативными уравнениями для вычисления DFWI и DRWI являются

$$dI_{D+} = \frac{1}{4D/2c} \left(dD + \frac{D}{2c} dU \right)^2 \quad (5)$$

$$dI_{D-} = \frac{1}{4D/2c} \left(dD - \frac{D}{2c} dU \right)^2, \quad (6)$$

где c - скорость волны.

Используя этот подход, диагноз AAA и других состояний аневризмы аорты может быть сделан путем неинвазивного измерения и вычисления DWI и DRWI в конкретной точке вдоль аорты или ее основных ветвей и сравнения результатов с начальными данными для данного патента или типового каталога для совокупности населения. Отклонение DWI и/или DRWI от нормального состояния, таким образом, используется, чтобы оценить серьезность AAA или другой аневризмы аорты и риск их разрыва.

Измерения DWI и DRWI могут быть прямыми или косвенными. Косвенное измерение DWI и DRWI производится посредством измерения волны перемещения стенки и волны скорости (или потока).

Соответственно, на фиг. 1 показаны этапы выполнения способа 10 для диагностирования и/или оценки AAA и других типов аневризмы аорты. На этапе 12 волна потока или скорости измеряется неинвазивно в любом месте вдоль аорты или ее основных ветвей. На этапе 14 измеряется смещение стенки в том же самом месте, где измерялась волна скорости/потока. Такое измерение может осуществляться, используя ультразвуковой, микроволновый и/или другие радиочастотные (RF) способы, как раскрывается ниже. Используя измеренные данные, на этапе 16 вычисляются DWI и DRWI.

Альтернативный подход состоит в использовании устройства прямого измерения DWI (например, с помощью микроволновой системы или ультразвуковой системы, как в патенте США 6673020, содержащейся здесь посредством ссылки) на этапе 18 и затем DRWI может быть вычислена на этапе 20 по измеренной DWI.

В зависимости от того, какой используется процесс, DWI и/или DRWI могут затем сравниваться с взятой для отсчета здоровой популяцией населения для диагностики AAA или другой аневризмы аорты на этапе 22. Альтернативно (или дополнительно) на этапе 24 данные DWI и/или DRWI пациента с аневризмой аорты могут сравниваться с предшествующим состоянием пациента.

В первом случае сравнение с каталогом типовых данных (описанных ранее) позволяет на этапе 16 диагностировать существование и/или серьезность AAA или других аневризм аорты. В последнем случае сравнение позволяет на этапе 28 для конкретного пациента производить оценку развития аневризмы, показателя тяжести и/или риска разрыва. В любом случае, соответствующее лечение может выполняться, основываясь на решении врача в ответ на предоставленную оценку пациента. Конечно, такая оценка может содержать не только количественную и/или качественную оценку состояния или статуса аневризмы, но также и основанный на ней предлагаемый порядок действий.

Однако при осуществлении упомянутые вычисления DWI и DRWI выполняются компьютерной системой по-разному, как описано здесь. Как свидетельствуют соответствующие уравнения и представляют примеры с пациентами, требуются многочисленные и сложные математические операции с преобразованием сигналов передачи. Кроме того, компьютером могут автоматически выполняться сравнение и диагностика или оценка, упомянутые выше. Такое сравнение может осуществляться посредством взвешивания параметров, как указано в нижеследующих примерах, или иным образом.

Система 100, способная выполнять упомянутые выше функции, показана на фиг. 2. Здесь показана система 100 на основе компьютера с различными аппаратным обеспечением и опциями работы с пациентом. Пациент (альтернативно упоминаемый как "объект") может сканироваться в положении 90° стоя или в положении 90° лежа на спине (или иначе). Положение стоя может быть предпочтительным, когда система 110 сканера выполнена с возможностью ручной операции. В противном случае сканер 110' может сильно связан с конструкцией арматуры, С-образного кронштейна, "туннеля" сканера или какой-то иной конфигурацией. Сканер может перемещаться относительно пациента, чтобы сканировать одну или более выбранных областей, или пациент может перемещаться относительно сканера (как показано).

В любом случае, сканер 110/110' содержит встроенный преобразователь и электронные устройства для передачи и приема сигналов 112, выполняющие исходные измерения. Использование микроволнового датчика (по меньшей мере для измерения перемещения сосуда) и/или ультразвуковых датчиков (для измерения расширения сосуда или скорости крови или того и другого) для таких целей хорошо известно. Пример соответствующего публично доступного аппаратного обеспечения содержит описание устройства GE LOGIQ Book Portable Ultrasound Machine, технология которого легко приспосабливается к различным способам и системам.

Альтернативно ручной сканер 110, содержащийся в системе 100, может предпочтительно иметь батарейное электропитание, чтобы не требовать подключения к стенной розетке. Независимо от того, является ли устройство(а) сканера ручным или входит в состав большего блока или системы, оно может взаимодействовать посредством проводной (как показано) или беспроводной (не показано) связи с универсальным компьютером 120, содержащим, как вариант, дисплей 122 для ускорения действий пользователя (например, через графический интерфейс пользователя), чтобы выполнять действия и, соответственно, передавать результаты. В противном случае могут обеспечиваться встроенные аппаратные средства обработки и/или отображения в соединении с самим корпусом датчика. Такие варианты должны быть особенно полезны для мобильного или полумобильного устройства, такого как те, которые могут использоваться пациентом/объектом дома, во время путешествия и т.д.

Пример.

Для моделей нормальной здоровой аорты и другой идентичной аорты с аневризмой в брюшной по-

лости было выполнено числовое моделирование. Данные, собранные для вычисления DWI, были получены на расстоянии 6 см от входа аорты.

Соответственно на фиг. 3А показано вычисление DWI для модели здоровой аорты и вычисление DWI для модели аорты с AAA. Как видно на чертеже, существует измененная аневризмой структура и амплитуда пика DWI, вычисленная в месте расположения входа аорты. Кроме того, отрицательная часть DWI была уменьшена. Сравнение может быть сделано в отношении снижения величины первого пика DWI 40/40'.

Сравнение может также (или альтернативно) быть сделано в отношении формирования или подъема величины пика 42 DRWI в диастолической фазе (вторая половина кардиального цикла). Один из двух или оба таких показателя могут обеспечить признак и/или развитие AAA.

Затем на фиг. 3В показан результат вычисления DRWI для здоровой аорты и вычисления DRWI для аорты с AAA. Как показано, структура DRWI резко изменена за счет существования в аорте аневризмы. Сравнение может делаться в отношении уменьшения величины первого пика 50/50 'DRWI. Сравнение может также (или альтернативно) делаться в отношении формирования или повышения величины пика 52 DRWI в диастолической фазе (вторая половина кардиального цикла), указывающего на развитие AAA. Один из двух или оба таких показателя могут обеспечивать индикацию и развитие AAA.

Варианты.

В дополнение к вариантам осуществления, подробно раскрытым выше, в пределах описанных классов возможно еще большее и изобретатели намерены охватить это в рамках настоящего описания и формулы изобретения. Настоящее раскрытие предназначено быть примером и формула изобретения предназначена охватывать любую модификацию или альтернативу, которые могут быть предсказаны специалистом в данной области техники.

Кроме того, различные иллюстративные процессы, описанные здесь в связи с вариантами осуществления, могут быть осуществлены или выполнены с помощью универсального процессора, цифрового сигнального процессора (DSP), специализированной интегральной схемы (ASIC), программируемой логической интегральной схемы (FPGA) или другого программируемого логического устройства, дискретной диодной или транзисторной логики, дискретных аппаратных компонент или любой их комбинации, разработанной для выполнения описанных здесь функций. Универсальный процессор может быть микропроцессором, но альтернативно процессор может быть любым традиционным процессором, контроллером, микроконтроллером или конечным автоматом. Процессор может быть частью компьютерной системы, которая также имеет порт интерфейса пользователя, который соединяется с интерфейсом пользователя и который принимает команды, введенные пользователем, имеет по меньшей мере одну память (например, накопитель на жестких дисках или другое сравнимое запоминающее устройство и оперативная память), которая хранит электронную информацию, содержащую программу, действующую под управлением процессора, имеет связь через порт интерфейса пользователя и видеовыход, который создает его выходной сигнал посредством любого вида выходного видеоформата, например, VGA, DVI, HDMI, DisplayPort или любой другой формы.

Процессор может также быть реализован как объединение вычислительных устройств, например, объединение DSP и микропроцессора, множества микропроцессоров, одного или более микропроцессоров в сочетании с ядром DSP или как любая другая такая конфигурация. Эти устройства могут также использоваться для выбора значений для устройств, как здесь описано. Камера может быть цифровой камерой любого типа, в том числе такой, которую используют CMOS, CCD или другую технологию получения цифровых изображений.

Этапы способа или алгоритма, описанные в связи с раскрытыми здесь вариантами осуществления, могут быть осуществлены непосредственно в аппаратном обеспечении, в программном модуле, исполняемом процессором или объединяя оба способа. Программный модуль может находиться в оперативной памяти (RAM), флэш-памяти, постоянной памяти (ROM), электрически программируемой ROM (EPROM), электрически стираемой программируемой ROM (EEPROM), регистрах, на жестком диске, на съемном диске, CD-ROM или на другой носителе данных любой формы, известной в технике. Примерный носитель данных соединяется с процессором таким образом, что процессор может считывать информацию с носителя данных и записывать информацию на носитель данных. В альтернативе носитель данных может являться неотъемлемой частью процессора. Процессор и носитель данных могут располагаться в ASIC. ASIC может находиться в терминале пользователя. В альтернативе процессор и носитель данных могут располагаться в качестве дискретных компонент в терминале пользователя.

В одном или более примерных вариантах осуществления описанные функции могут быть осуществлены аппаратным обеспечением, программным обеспечением, встроенными программами или любой их комбинацией. При осуществлении программным обеспечением функции могут храниться, передаваться или выводиться в качестве результата анализа/данных вычислений как одна или более команд, код или другая информация на считываемом компьютером носителе. Считываемым компьютером носителем являются для хранения данных на компьютере, так и среда передачи данных, содержащая любую среду, облегчающую передачу компьютерной программы из одного места в другое. Носителем данных может быть любой имеющийся в наличии носитель, к которому может получить доступ

компьютер. Для примера, но не для создания ограничения, такими считываемыми компьютером носителями данных могут быть RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM или другое запоминающее устройство на оптических дисках, запоминающее устройство на магнитных дисках или другие магнитные запоминающие устройства или любой другой носитель, который может использоваться для выполнения или хранения желаемой управляющей программы в форме команд или структур данных и к которому может получать доступ компьютер. Запоминающее устройство может также быть вращающимся дисководом магнитных жестких дисков, оптическим дисководом или дисководом на основе флэш-памяти или другими такими твердотельными, магнитными или оптическими запоминающими устройствами.

Кроме того, любое соединение является должным образом называемым считываемым компьютером носителем. Например, если программное обеспечение передается с веб-сайта, сервера или другого удаленного источника, используя коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель, витую пару, абонентскую цифровую линию (DSL) или беспроводные технологии, такие как инфракрасная, радиочастотная и микроволновая, то коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель, витая пара, DSL или беспроводные технологии, такие как инфракрасная, радиочастотная и микроволновая, содержатся в определении носителя данных. Термин "диск", как он используется здесь, содержит компакт-диск (CD), лазерный диск, оптический диск, цифровой универсальный диск (DVD), дискету и диск Blu-ray, которые обычно воспроизводят данные либо с помощью магнитного поля, либо оптически с помощью лазера. Комбинации перечисленного выше должны также попадать в рамки понятия считываемого компьютером носителя.

Операции, описанные здесь, могут выполняться на веб-сайте или через веб-сайт. Веб-сайт может действовать на компьютере сервера или использоваться локально, например, будучи загруженным на компьютер клиента или действующим через группу серверов. К веб-сайту можно получать доступ через мобильный телефон или PDA или любое другое клиентское устройство. Вебсайт может использовать код HTML в любой форме, например, MHTML или XML, и через любую форму, такую как каскадные таблицы стилей ("CSS") или другую.

Кроме того, изобретатели полагают, что только те пункты формулы изобретения, которые используют слова "средство для", предназначены интерпретироваться согласно шестому абзацу статьи 112 Раздела 35 Кодекса законов США. Кроме того, никакие ограничения со стороны описания не предназначены вводиться ни в какие пункты формулы изобретения, если эти ограничения явно не содержатся в формуле изобретения. Описанные здесь компьютеры могут быть компьютером любого рода, универсальным или специализированным компьютером, таким как автоматизированное рабочее место. Программы могут быть написаны на языке C, Java, Brew или любом другом языке программирования. Программы могут постоянно находиться на носителе данных, например, магнитном или оптическом, например, на компьютерном жестком диске, съемном диске или носителе, таком как плата памяти или SD-носитель или на другом съемном носителе. Программы могут также работать через сеть, например, с сервером или другой машиной, посылающей на локальную машину сигналы, позволяющие локальной машине выполнять описанные здесь действия.

Дополнительно подразумевается, что любой дополнительный признак описанных изменений вариантов осуществления может быть изложен и заявлен независимо или в комбинации с любым одним или более количеством описанных здесь признаков. Ссылка на одиночную позицию содержит возможность, что существует множество таких же позиций. Более конкретно, как используется здесь и в приложенной формуле изобретения, формы в единственном числе содержат и формы во множественном числе, если конкретно не заявлено иное. Другими словами, использование артиклей учитывает "по меньшей мере один" подчиненный пункт в приведенном выше описании, а также в приведенной ниже формуле изобретения. Дополнительно заметим, что формула изобретения может составляться таким образом, чтобы исключать любой дополнительный элемент. То есть это положение предназначено служить предшествующей основой для использования такой исключающей терминологии, как "единственно", "только" и т.п. в соединении с перечислением элементов формулы изобретения, или для использования "отрицательного" ограничения.

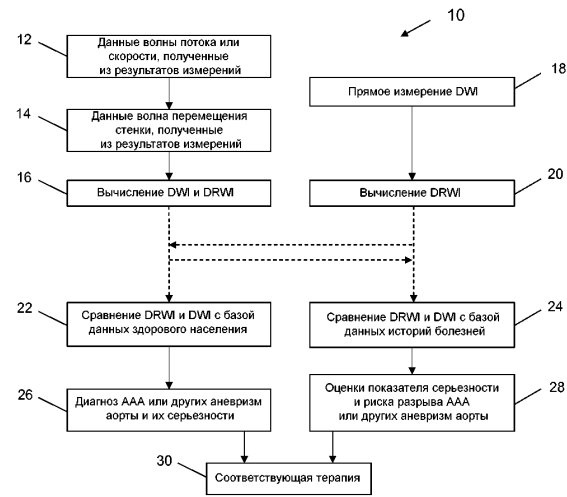
Без использования такой исключающей терминологии термин "содержащий" в формуле изобретения должен разрешать введение любого дополнительного элемента независимо от того, пронумеровано ли заданное количество элементов в формуле изобретения, или добавление признака может рассматриваться как преобразование характера элемента, сформулированного в формуле изобретения. За исключением того, что конкретно здесь определено, всем техническим и научным терминам, используемым здесь, должен придаваться настолько широкий, насколько только возможно, общепринятый смысл, в то же время сохраняя истинность пункта формулы требования.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

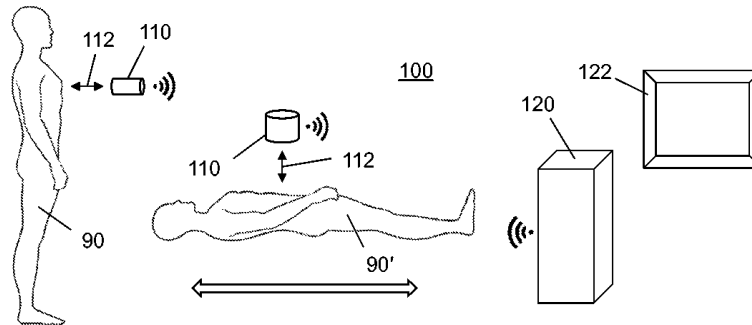
1. Система неинвазивной оценки аневризмы артерии пациента, содержащая по меньшей мере один датчик, выполненный с возможностью создания первого набора данных, коррелированного с расширением кровеносного сосуда, и создания второго набора данных, коррелированного со скоростью крови внутри сосуда; и

по меньшей мере один процессор, выполненный с возможностью преобразования первого набора данных, полученного при измерении расширения кровеносного сосуда, и второго набора данных, полученного при измерении скорости крови, чтобы вычислить из результатов измерения расширения и скорости, по меньшей мере, интенсивность волны на основе смещения (DWI) или интенсивность отраженной волны на основе смещения (DRWI) и сравнить, по меньшей мере, DWI или DRWI с начальными данными.

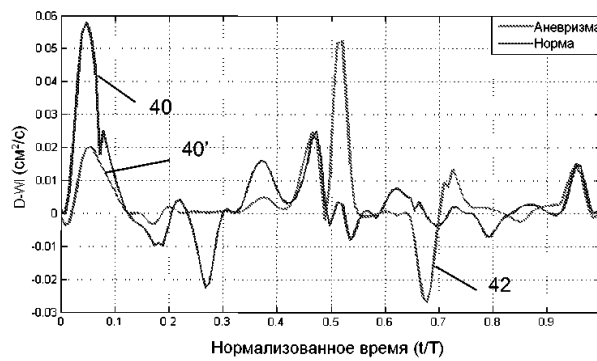
2. Система по п.1, в которой начальные данные получены от пациента.
3. Система по п.1, в которой начальные данные получены из типового каталога.
4. Система по п.1, в которой процессор дополнительно выполнен с возможностью вывода индикации наличия аневризмы.
5. Система по п.4, в которой процессор дополнительно выполнен с возможностью вывода индикации серьезности аневризмы.
6. Система по п.4, в которой процессор дополнительно выполнен с возможностью вывода индикации риска разрыва аневризмы.
7. Система по п.1, выполненная с возможностью вычисления как DWI, так и DRWI.
8. Система по п.7, выполненная с возможностью сравнения как DWI, так и DRWI, соответственно, с начальными данными.
9. Система по п.8, выполненная с возможностью сравнения, по меньшей мере, DWI или DRWI с данными пациента и с данными типового каталога.
10. Система по п.1, в которой сравнивается первый положительный пик DWI.
11. Система по п.1, в которой сравнивается первый положительный пик DRWI.
12. Система по п.1, в которой сравнивается отрицательный пик DWI в диастолической фазе.
13. Система по п.1, в которой сравнивается отрицательный пик DRWI в диастолической фазе.
14. Способ неинвазивной оценки аневризмы аорты пациента, содержащий этапы, на которых вычисляют, по меньшей мере, интенсивность волны на основе смещения (DWI) или интенсивность отраженной волны на основе смещения (DRWI) для значений расширения кровеносного сосуда и скорости крови; сравнивают, по меньшей мере, DWI или DRWI с начальными данными и выводят оценку состояния аневризмы, основываясь на сравнении.
15. Способ по п.14, дополнительно содержащий этап, на котором преобразуют первый набор данных, полученный при измерении расширения кровеносного сосуда, и второй набор данных, полученный при измерении скорости крови.
16. Способ по п.14, в котором оценка указывает на существование аневризмы.
17. Способ по п.14, в котором оценка указывает на развитие аневризмы.
18. Считываемый компьютером носитель данных, на котором хранятся команды, которые, когда исполняются, заставляют один или более процессоров вычислять, по меньшей мере, интенсивность волны на основе смещения (DWI) или интенсивность отраженной волны на основе смещения (DRWI) по значениям расширения кровеносного сосуда и скорости крови; сравнивать, по меньшей мере, DWI или DRWI с начальными данными и выводить оценку состояния аневризмы, основываясь на сравнении.
19. Считываемый компьютером носитель данных по п.18, в котором команды дополнительно заставляют один или более процессоров преобразовывать первый набор данных, полученный при измерении расширения кровеносного сосуда, и второй набор данных, полученный при измерении скорости крови.
20. Считываемый компьютером носитель данных по п.18, в котором оценка указывает, по меньшей мере, на существование или развитие аневризмы.



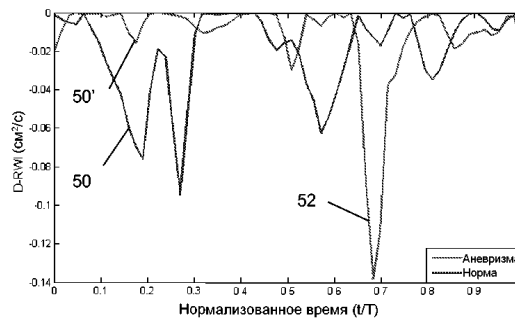
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3А



Фиг. 3В

