

Предлагаемое изобретение относится к физиологии человека, а более точно к способам интегральной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека и может быть использовано при массовых донозологических обследованиях населения, в том числе операторов в процессе их трудовой деятельности и спортсменов при тренировках.

Известен способ оценки состояния сердечно-сосудистой системы человека, реализованный в традиционных электрокардиографических системах (Мурашко В.М., Струтынский А.В. Электрокардиография. - М.: Медицина, 1991. - С.53 - 68), который состоит в том, что измеряют сигнал, несущий информацию об изменении во времени электрической активности сердца (электрокардиосигнал), оценивают полярности, амплитуды, продолжительности и формы характерных сегментов и зубцов этого сигнала и на основании этих измерений производят оценку состояния сердечно-сосудистой системы исследуемого пациента. В то же время традиционный способ электрокардиографической оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы недостаточно оперативен и неудобен при частых массовых обследованиях операторов производства на рабочем месте.

Известен также способ оценки текущего состояния организма человека, основанный на том, что регистрируют частоту сердечных сокращений в течение непрерывной серии ритмов сердца и анализируют вариабельность (изменения) этого ритма в период наблюдения, в том числе до и после дозированных нагрузок (Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенова А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. - Л.: Медицина, 1980. - С.54 - 66). Данный способ обладает высокой оперативностью и позволяет получить достаточно интегральную информацию о состоянии регуляторных систем организма испытуемого.

В то же время анализ вариабельности ритма сердца не позволяет судить о состоянии самой сердечно-сосудистой системы, в частности, сердца как основного системообразующего органа.

Среди известных способов оценки сердечно-сосудистой системы человека наиболее близким к заявляемому является способ, основанный на представлении электрокардиограммы в фазовом пространстве координат (Карамов К.С., Базиян Ж.А., Алехин К.П. К диагностике свежих очаговых поражений миокарда // Кардиология. - 1978. - №10. - С.109 - 112). Согласно этому способу для оценки состояния сердечно-сосудистой системы человека измеряют сигнал, несущий информацию об изменении во времени электрической активности сердца, определяют текущую скорость изменения этого сигнала, наблюдают в фазовом пространстве координат траекторию, отображающую зависимость текущей скорости изменения измеренного сигнала относительно текущего уровня этого сигнала в период наблюдения, измеряют углы наклонов касательных в точках максимума наблюдаемой траектории и по величинам этих углов проводят дифференциальную диагностику свежих ишемических поражений миокарда.

Данный способ направлен на повышение чувствительности диагностики ранних очаговых поражений миокарда, однако в следствие его сложности и трудоемкости не может быть использован при массовых донозологических

обследованиях населения.

В основу изобретения поставлена задача создания способа для интегральной оценки текущего состояния сердечно-сосудистой системы человека, основанного на простых операциях анализа траекторий наблюдаемого сигнала в фазовом пространстве координат, обеспечивающих применимость этого способа при массовых донозологических обследованиях населения, в том числе оценки текущего функционального состояния сердечно-сосудистой системы операторов в процессе их трудовой деятельности и спортсменов при тренировках.

Предлагаемый способ интегральной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека состоит в том, что измеряют сигнал, несущий информацию об изменении во времени электрической активности сердца, определяют текущую скорость изменения этого сигнала в течение нескольких последовательных сердечных циклов, наблюдают в фазовом пространстве координат траекторию, отображающую зависимость текущей скорости изменения измеренного сигнала относительно текущего уровня этого сигнала в период наблюдения, дополнительно измеряют величины разброса указанных траекторий в фазовом пространстве координат до и после дозированной нагрузки и оценивают функциональное состояние сердечно-сосудистой системы по результатам измерения величин разброса указанных траекторий.

Совокупность отличительных признаков предлагаемого способа (наличие операции измерения величин разброса траекторий наблюдаемого сигнала в фазовом пространстве координат до и после дозированных нагрузок), совместно с известными признаками позволяет при массовых донозологических обследованиях населения упростить саму процедуру анализа наблюдаемого сигнала и тем самым повысить оперативность проводимых обследований и, кроме того, интегрально оценивать не только текущее состояние механизмов регуляции сердечно-сосудистой деятельностью, но и интегрально оценивать функциональное состояние самого сердца как основного системообразующего органа.

На фиг.1 представлена схема, которая иллюстрирует последовательность операций, обеспечивающих реализацию предлагаемого способа.

На фиг.1 введены следующие обозначения: $x(t)$ - сигнал, который несет информацию об изменении во времени электрической активности сердца; dx/dt - сигнал, который несет информацию о текущей скорости изменения сигнала $x(t)$; 1 - устройство для определения текущей скорости изменения сигнала $x(t)$; 2 - устройство для отображения траекторий изменения сигналов $x(t)$ и dx/dt в фазовом пространстве координат; D - разброс траекторий в фазовом пространстве координат.

На фиг.2 показаны примеры представления в фазовом пространстве координат двух реальных электрокардиограмм, которые получены для испытуемых А и Б до дозированной нагрузки (фиг.2,а) и после дозированной нагрузки (фиг.2,б).

Суть предлагаемого способа для интегральной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека состоит в следующем.

Измеряют электрический сигнал $x(t)$, который возникает на поверхности тела испытуемого в течение нескольких последовательных сердечных цикла и несет информацию об изменении во времени электрической активности сердца испытуемого. Такой сигнал получают с помощью применяемых в кардиологической практике электродов, которые устанавливают на одно из стандартных отведений тела человека, например, 1 стандартное отведение (левая рука - правая рука). Далее с помощью устройства 1 (см. фиг.1) определяют текущую скорость dx/dt изменения сигнала $x(t)$. В качестве устройства 1 для определения скорости изменения сигнала $x(t)$ используется аналоговое или цифровое устройство дифференцирования сигнала.

Наблюдение за сигналами $x(t)$ и dx/dt в фазовом пространстве координат осуществляют с помощью устройства 2 для отображения траекторий (см. фиг.1). При аналоговом способе представления информации в качестве устройства для отображения траекторий используют двухканальный осциллограф, на входы которого поступают сигналы $x(t)$ и dx/dt . При цифровом способе представления информации в качестве устройства для отображения траекторий в фазовом пространстве координат используют монитор цифрового компьютера.

В каждый момент времени наблюдения уровень измеренного сигнала $x(t)$, несущего информацию об электрической активности сердца, и уровень сигнала dx/dt с выхода устройства 1, который несет информацию о текущей скорости изменения сигнала $x(t)$, отображается в виде точки в двумерном пространстве координат, одна координата которого соответствует текущему уровню сигнала $x(t)$, а вторая координата - текущему уровню сигнала dx/dt . Последовательность таких точек в период наблюдения порождает в фазовом пространстве координат характерные траектории (годографы), которые, в силу цикличности (повторяемости во времени) сигнала $x(t)$, имеют пространственную повторяемость (см. фиг.1).

Далее осуществляют измерение величины разброса D указанных траекторий в фазовом пространстве координат (см. фиг.1). Измерение величины разброса D осуществляется визуально при аналоговом способе отображения информации на двухканальном осциллографе или с помощью компьютерной программы, реализующей алгоритм автоматического вычисления величины разброса D путем обработки точек, лежащих на указанных траекториях. В этом случае оценкой величины D служит максимальное или среднее расхождение траекторий в фазовом пространстве координат в период наблюдения.

В соответствии с предлагаемым способом интегральную оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека осуществляют по результатам измерения двух величин разброса траекторий - разброса траекторий D_1 и D_2 , измеренных соответственно до и после дозированной нагрузки испытуемого. В качестве таких нагрузок используют применяемые в кардиологической практике функциональные пробы с физической нагрузкой либо функциональные пробы с психоэмоциональной нагрузкой в условиях дефицита времени.

Как видно из примеров реальных траекторий в фазовом пространстве координат, показанных на фиг.2, у испытуемого А в результате дозированной

нагрузки наблюдались большие изменения разброса траекторий, чем у испытуемого Б.

В качестве критерия интегральной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека используют допустимое процентное изменение разброса траекторий в фазовом пространстве координат до и после дозированной нагрузки. В соответствии с этим критерием оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы осуществляется по пороговому решающему правилу:

нормальное функцио-

нальное состояние, если $\delta(D) \leq D_0$;

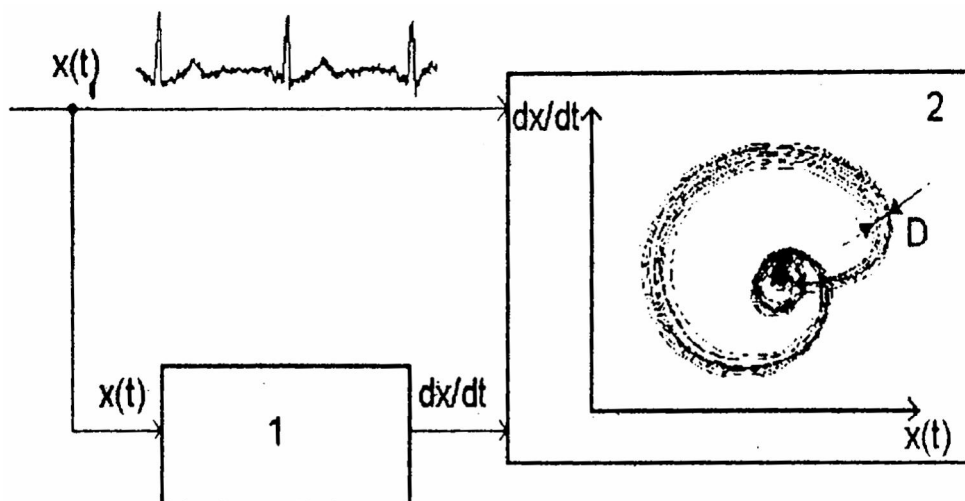
нарушение функцио-

нального состояния, если $\delta(D) > D_0$;

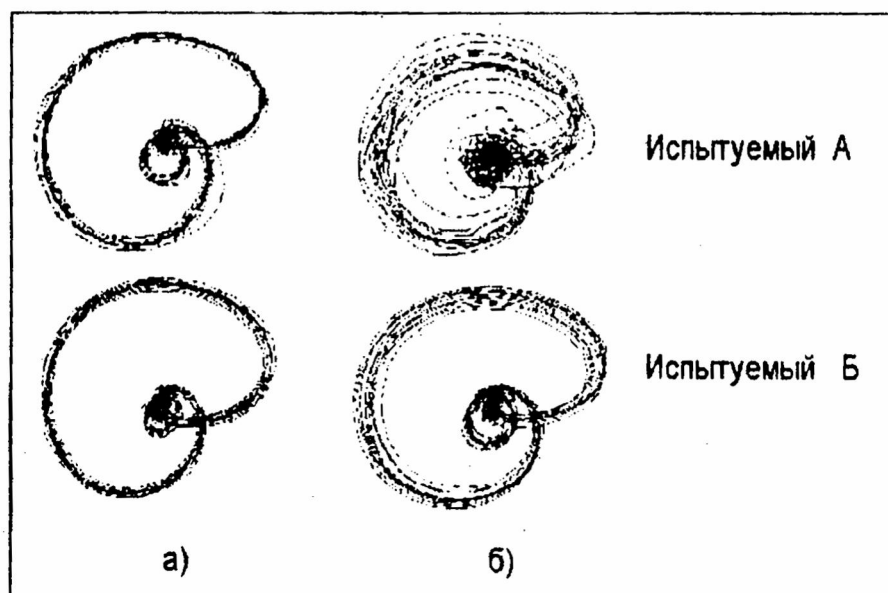
где $\delta(D) = 200 \times |D_1 - D_2| \times [D_1 + D_2]^{-1}$

представляет собой процентное изменение разброса траекторий, вычисленное до и после дозированной нагрузки; D_0 - допустимый порог по изменению разбросов траекторий до и после дозированной нагрузки.

Значение допустимого порога D_0 определяют на основании статистической обработки результатов тестирования группы испытуемых с заранее верифицированным кардиологическим статусом.



Фиг. 1



Фиг. 2