

Предполагаемое изобретение относится к физиологии человека, а более точно к способам оценки текущего состояния сердечно-сосудистой системы человека и может быть использовано при массовых обследованиях населения, в том числе в процессе их трудовой деятельности.

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 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 населения.

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 всей сердечно-сосудистой системы, в частности, сердца как основного системообразующего органа.

Среди известных способов оценки текущего состояния 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 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 операторов в процессе их трудовой деятельности и спортсменов при тренировках.

Предлагаемый способ интегральной оценки текущего 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, наблюдают в фазовом пространстве координат траекторию, отображающую зависимость текущей скорости изменения измеренного сигнала относительно текущего уровня этого сигнала в период наблюдения, дополнительно определяют фазовый портрет испытуемого путем усреднения в фазовом пространстве координат траекторий, регистрируемых в течение нескольких последовательных сердечных циклов, запоминают эталонный фазовый портрет испытуемого в исходном состоянии, аналогичным образом определяют фазовый портрет испытуемого, соответствующий текущему состоянию его сердечно-сосудистой системы, измеряют отклонение текущего фазового портрета испытуемого от эталонного и оценивают текущее состояние сердечно-сосудистой системы путем сравнения измеренного отклонения с пороговым значением.

Совокупность отличительных признаков предлагаемого способа (а именно наличие дополнительных операций, состоящих в определении фазового портрета конкретного испытуемого путем усреднения в фазовом пространстве координат траекторий, регистрируемых в течение нескольких последовательных сердечных циклов, запоминании эталонного фазового портрета испытуемого в исходном состоянии, определении фазового портрета испытуемого, соответствующего текущему состоянию его сердечно-сосудистой системы, измерении отклонения текущего фазового портрета испытуемого от эталонного и оценивании текущего состояния сердечно-сосудистой системы путем сравнения измеренного отклонения с пороговым значением) совместно с известными признаками позволяет при массовых обследованиях населения упростить процедуру оценки текущего функционального состояния сердечно-сосудистой системы испытуемого и повысить оперативность такой оценки.

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 и построения фазового портрета испытуемого; ФТ - фазовые траектории, зарегистрированные для нескольких последовательных сердечных циклов; ФП - фазовый портрет испытуемого, полученный путем усреднения последовательности фазовых траекторий ФТ для нескольких сердечных циклов.

На фиг.2 показаны примеры изменения фазового портрета ФП конкретного испытуемого в результате дозированной физической нагрузки. При этом на фиг.2,а показан эталонный фазовый портрет $ФП_0$ испытуемого, который определен путем усреднения фазовых траекторий ФТ до нагрузки, на фиг.2,б показан фазовый портрет $ФП_t$ этого же испытуемого, который определен аналогичным образом после дозированной физической нагрузки, а на фиг.2,в приведен результат измерения отклонения этих фазовых портретов в виде площади $S(ФП_0, ФП_t)$ между портретами $ФП_0$ и $ФП_t$.

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 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). В качестве устройства для отображения фазовых траекторий ФТ используют монитор цифрового компьютера, на вход которого подают дискретные значения сигналов $x(t)$ dx/dt .

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 - соответствующему значению сигнала dx/dt . Последовательность таких точек в период наблюдения порождает в фазовом пространстве координат характерные фазовые траектории ФТ (годографы), которые, в силу цикличности (повторяемости во времени) сигнала $x(t)$, имеют пространственную повторяемость (см. фиг.1).

Далее осуществляют определение фазового

портрета ФП испытуемого путем усреднения в фазовом пространстве координат точек, лежащих на фазовых траекториях ФТ, зарегистрированных для нескольких последовательных сердечных циклов (см. фиг.1). Такое усреднение осуществляется с помощью программы, реализующей на цифровом компьютере алгоритм обработки точек, лежащих на регистрируемых фазовых траекториях ФТ.

В соответствии с предлагаемым способом интегральную оценку текущего функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека осуществляют по результатам сравнения текущего фазового портрета испытуемого с эталонным. С этой целью в памяти компьютера запоминают эталонный фазовый портрет испытуемого $ФП_0$, соответствующий его нормальному функциональному состоянию. Затем по истечению определенного промежутка времени либо после дозированных нагрузок регистрируют текущий фазовый портрет испытуемого $ФП_t$. В качестве дозированных нагрузок используют применяемые в кардиологической практике функциональные пробы с физической нагрузкой либо функциональные пробы с психоэмоциональной нагрузкой в условиях дефицита времени.

Для иллюстрации на фиг.2 показаны реальные фазовые портреты одного и того же испытуемого, которые зарегистрированы при нормальном функциональном состоянии его сердечно-сосудистой системы до нагрузки (фиг.2,а) и после нагрузки (фиг.2,б).

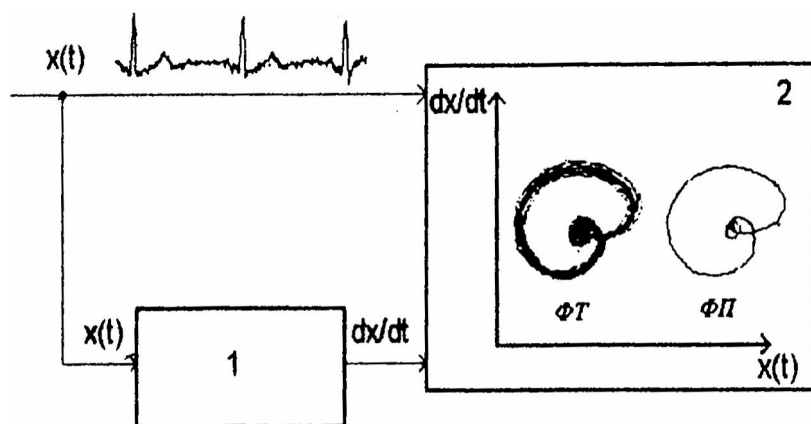
В качестве критерия интегральной оценки текущего функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека используют допустимое отклонение текущего фазового портрета испытуемого $ФП_t$ относительно эталонного $ФП_0$. Величину отклонения $S(ФП_t, ФП_0)$ фазовых портретов оценивают визуально или автоматически с помощью программы, реализуемой на цифровом компьютере, путем вычисления площади между фазовыми портретами $ФП_t$ и $ФП_0$ (см. фиг.2) или другой меры отклонения.

Измеренную величину отклонения $S(ФП_t, ФП_0)$ фазовых портретов сравнивают с пороговым значением S_0 . Интегральная оценка текущего функционального состояния сердечно-сосудистой системы испытуемого осуществляется по пороговому решающему правилу:

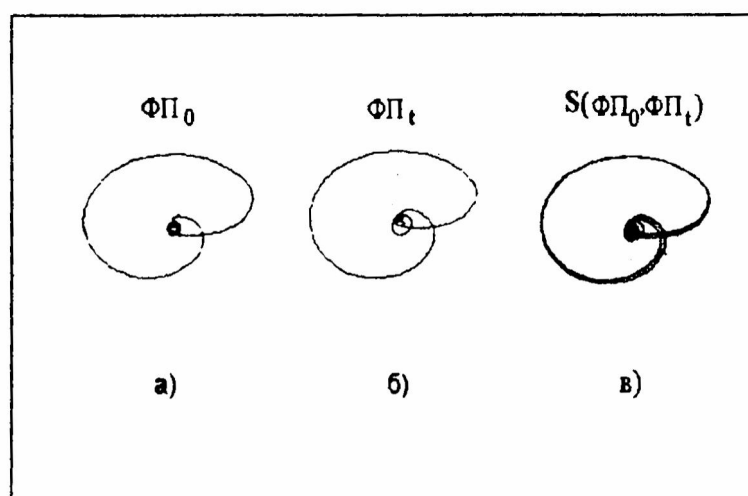
нормальное функциональное состояние, если $S(ФП_t, ФП_0) \leq S_0$;

нарушение функционального состояния, если $S(ФП_t, ФП_0) > S_0$.

Значение допустимого порога S_0 определяют на основании статистической обработки результатов тестирования группы испытуемых с заранее верифицированным кардиологическим статусом.



Фиг. 1



Фиг. 2