



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16024 (13) U  
(51) МПК (2006)  
A61B 5/024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) СПОСІБ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПОТОЧНОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

1

2

(21) u200601564

(22) 15.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Файнзільберг Леонід Соломонович

(73) Файнзільберг Леонід Соломонович

(57) Спосіб інтегральної оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини полягає у тому, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміну в часі електричної активності серця, визначають поточну швидкість зміни цього сигналу та спостерігають у фазовому просторі координат траєкторію, що відображає залежність поточної швидкості зміни сигналу, що вимірюють відносно поточного рівня цього сигналу під час

спостереження, який відрізняється тим, що додатково визначають фазовий портрет пацієнта шляхом усереднення у фазовому просторі координат траєкторій, які зареєстровані під час послідовності з кількох серцевих циклів, запам'ятовують еталонний фазовий портрет пацієнта в початковому стані, аналогічним чином визначають фазовий портрет пацієнта, що відповідає поточному стану його серцево-судинної системи, вимірюють відхилення поточного фазового портрета пацієнта від еталонного та оцінюють поточний функціональний стан серцево-судинної системи шляхом порівняння отриманої величини відхилення фазових портретів з пороговим значенням.

Корисна модель відноситься до фізіології людини, а більш точно до способів оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини та може бути застосована для проведення масових профілактичних обстежень населення, зокрема, під час масових профілактичних обстежень населення в поліклінічних закладах, а також для самоконтролю в домашніх умовах.

Відомий спосіб оцінки функціонального стану серцево-судинної системи людини, який реалізовано в традиційних електрокардіографічних системах діагностики [див. Мурашко В.М., Струтынський А.В. Електрокардіографія. - М., "Медицина", 1991, с.53-68]. Цей спосіб складається з того, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця (електрокардіосигнал), а саме оцінюють полярності, амплітуди, тривалості та форми характерних сегментів та зубців цього сигналу та на основі зміни цих характеристик оцінюють функціональний стан серцево-судинної системи пацієнта. В той же час традиційний спосіб електрокардіографічної оцінки функціонального стану серцево-судинної системи недостатньо оперативний і недостатньо зручний для проведення масових обстежень населення.

Відомий також спосіб оцінки поточного функці-

онального стану організму людини, який оснований на тому, що реєструють частоту серцевого ритму та аналізують варіабельність (змінність) цього ритму в період обстежень, зокрема до і після дозованих навантажень [див. Казначеев В.П., Баевський Р.М., Берсенова А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. - Л., "Медицина", 1980, с.54-66].

Цей спосіб має високу оперативність і дозволяє отримати достатньо інтегральну інформацію про стан регуляторних систем організму людини. В той же час аналіз варіабельності ритму серця не дозволяє судити про функціональний стан самої серцево-судинної системи.

Серед відомих способів оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини найбільш близьким до способу, що пропонується, є спосіб, який ґрунтується на подаванні електрокардіограми у фазовому просторі координат [див. Карамов К.С., Базиян Ж.А., Алехин К.П. К диагностике свежих очаговых поражений миокарда. - Кардиология, 1978, №10, с. 109-112]. Згідно з цим способом для оцінки стану серцево-судинної системи людини вимірюють сигнал, що несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця, визначають поточну швидкість змін цього

(19) UA (11) 16024 (13) U

сигналу, спостерігають у фазовому просторі координат траєкторію, відображають залежність поточної швидкості змін сигналу, що вимірюється, відносно поточного рівня цього сигналу в термін спостереження, вимірюють кути нахилу дотичної в точках максимуму траєкторії, що спостерігається, та за величиною цих кутів проводять диференціальну діагностику свіжих ішемічних порушень міокарда.

Цей спосіб спрямований на підвищення чутливості діагностики ранніх ішемічних порушень міокарда, але внаслідок його складності та і трудомісткості не може бути застосований при масових обстеження населення.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу для інтегральної оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини, який ґрунтується на відносно простих операціях аналізу траєкторій сигналу, які спостерігаються у фазовому просторі координат, що забезпечують можливість застосування цього способу при масових до нозологічних обстеженнях населення, зокрема операторів в процесі їх трудової діяльності та спортсменів під час тренувань.

Спосіб інтегральної оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини складається в тому, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміну в часі електричної активності серця, визначають поточну швидкість зміни цього сигналу та спостерігають у фазовому просторі координат траєкторію, що відображає залежність поточної швидкості зміни сигналу, що вимірюється, відносно поточного рівня цього сигналу в термін спостереження, додатково визначають фазовий портрет шляхом усереднення у фазовому просторі координат траєкторій, які зареєстровані під час послідовності з кількох серцевих циклів, запам'ятовують еталонний фазовий портрет пацієнта в початковому стані, аналогічним чином визначають фазовий портрет пацієнта, що відповідає поточному стану його серцево-судинної системи, вимірюють відхилення поточного фазового портрету пацієнта від еталонного та оцінюють поточний функціональний стан серцево-судинної системи шляхом порівняння отриманої величини відхилення фазових портретів з пороговим значенням.

Сукупність ознак, що відрізняють цей спосіб від відомих (а саме наявність послідовності додаткових операцій, які зводяться до того, що визначають фазовий портрет пацієнта шляхом усереднення у фазовому просторі координат траєкторій, які зареєстровані під час послідовності з кількох серцевих циклів, запам'ятовують еталонний фазовий портрет пацієнта в початковому стані, аналогічним чином визначають фазовий портрет пацієнта, що відповідає поточному стану його серцево-судинної системи, вимірюють відхилення поточного фазового портрету пацієнта від еталонного та оцінюють поточний функціональний стан серцево-судинної системи шляхом порівняння відхилення фазових портретів з порогом) сумісно з відомими ознаками дозволяє при масових обстеженнях населення спростити процедуру оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи

пацієнта, що тестується, та підвишити оперативність такої оцінки.

На Фіг.1 наведено схему, яка ілюструє послідовність операцій, що забезпечують реалізацію способу. На Фіг.1 наведено такі позначення:

$x(t)$  - сигнал, що несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця;

$dx/dt$  - сигнал, що несе інформацію про поточну швидкість зміни сигналу  $x(t)$ ;

1 - прилад для визначення поточної швидкості зміни сигналу  $x(t)$ ;

2 - прилад для відображення траєкторій зміни сигналів  $x(t)$  та  $dx/dt$  у фазовому просторі координат і будовання фазового портрету пацієнта, що тестується;

ФТ - фазові траєкторії, що зареєстровані для послідовності з декількох серцевих циклів;

ФП - фазовий портрет пацієнта, який збудовано шляхом отриманий шляхом усереднення послідовності фазових траєкторій ФТ для кількох серцевих циклів.

На Фіг.2 наведено приклади зміни фазового портрету ФП конкретної людини після фізичного навантаження. На Фіг.2 а) наведено еталонний портрет ФП<sub>0</sub> пацієнта, який збудовано шляхом усереднення фазових траєкторій ФТ до навантаження, на Фіг.2 б) наведено фазовий портрет ФП, того ж самого пацієнта, який побудовано аналогічним чином після фізичного навантаження, а на Фіг.2 в) наведено результат вимірювання відхилення цих фазових портретів у вигляді площини  $S(ФП_0, ФП_t)$  між портретами ФП<sub>0</sub> та ФП<sub>t</sub>.

Спосіб інтегральної оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини згідно з корисною моделлю, що пропонується, складається з таких дій (див. Фіг.1).

Вимірюють електричний сигнал  $x(t)$  який виникає на поверхні тіла пацієнта, що тестується, та несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця. Такий сигнал отримують за допомогою електродів, що застосовуються в кардіологічній практиці. Електроди встановлюють на одно з стандартних відведень тіла пацієнта, зокрема, на 1 стандартне відведення (ліва рука - права рука).

За допомогою приладу 1 (див. Фіг.1) визначають поточну швидкість  $dx/dt$  зміни сигналу  $x(t)$ . В якості приладу 1 для визначення швидкості зміни сигналу  $x(t)$  застосовують аналоговий або цифровий прилад оцінювання першої похідної сигналу.

Спостереження за сигналами  $x(t)$  і  $dx/dt$  у фазовому просторі координат здійснюють за допомогою приладу 2 для відображення траєкторій (див. Фіг.1). В якості приладу для відображення фазових траєкторій ФТ використовують монітор цифрового комп'ютера, на вхід якого подають дискретні значення сигналів  $x(t)$  та  $dx/dt$ .

В кожний момент часу спостереження рівень сигналу  $x(t)$ , що несе інформацію про електричну активність серця, та рівень сигналу  $dx/dt$  з виходу приладу 1, що несе інформацію про поточну швидкість зміни сигналу  $x(t)$ , відображається у вигляді точки в двовірному просторі координат, одна з координат якої відповідає поточному рівню сигналу  $x(t)$ , а друга координата точки відповідає значенню сигналу  $dx/dt$  в цей же момент часу. Послі-

довність таких точок за час спостереження породжує у фазовому просторі характерні фазові траєкторії ФТ (годографи), які за рахунок циклічності (повторювання в часі) сигналу  $x(t)$  мають просторову циклічність (див. Фіг.1).

Далі здійснюється визначення фазового портрету ФП пацієнта шляхом усереднення у фазовому просторі координат точок, які належать фазовим траєкторіям ФТ певної послідовності серцевих циклів (див. Фіг.1). Таке усереднення здійснюється за допомогою програми, що реалізує на цифровому комп'ютері алгоритм обробки точок, що належать зареєстрованим фазовим траєкторіям ФТ.

Згідно зі способом, що пропонується, інтегральну оцінку поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини здійснюється за результатами порівняння поточного фазового портрету пацієнта з його еталонним фазовим портретом. З цією метою в пам'яті комп'ютера зберігається еталонний фазовий портрет ФП<sub>0</sub> певного пацієнта, який відповідає його нормальному функціональному стану. Потім по закінченню певного часу або після навантажень реєструється будується поточний фазовий портрет ФП<sub>t</sub> пацієнта. В якості дозованих навантажень використовуються функціональні проби з фізичним навантаженням або психоемоційні навантаження в умовах дефіциту часу, що традиційно використовують в кардіологічній практиці.

Для ілюстрації на Фіг.2 наведено реальні фа-

зові портрета одного й того ж пацієнта, які були зареєстровані при нормальному функціональному стані його серцево-судинної системи до навантаження (Фіг.2а) і після навантаження (Фіг.2б).

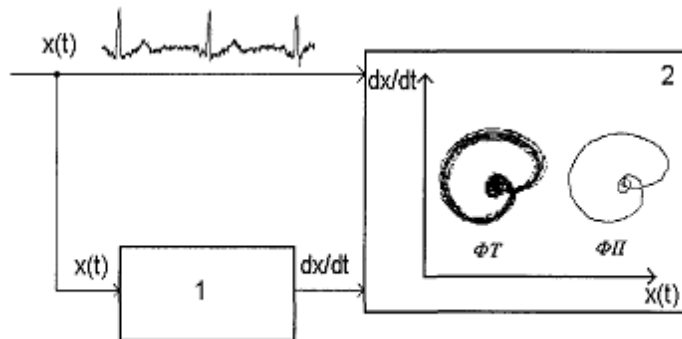
В якості критерію інтегральної оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини використовують припустимі відхилення поточного фазового портрету ФП пацієнта відносно його еталону ФП<sub>0</sub>. Величину відхилення  $S(\Phi_t, \Phi_0)$  фазових портретів оцінюють візуально або автоматично за допомогою програми, що реалізує на цифровому комп'ютері певний обчислювальний алгоритм, наприклад, обчислення площі між фазовими портретами ФП<sub>t</sub> та ФП<sub>0</sub> (см. Фіг.2) або іншої міри відхилень.

Обчислену величину відхилень  $S(\Phi_t, \Phi_0)$  фазових портретів порівнюють з порогом  $S_0$ . Інтегральна оцінка поточного функціонального стану серцево-судинної системи пацієнта здійснюється за таким пороговим вирішувальним правилом:

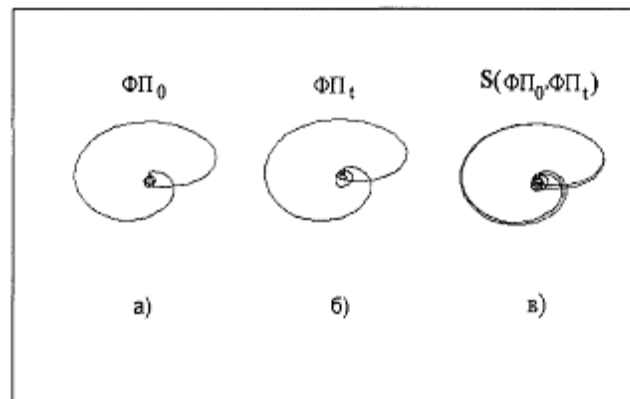
Нормальний функціональний стан, якщо  $S(\Phi_t, \Phi_0) \leq S_0$ ,

Порушення функціонального стану, якщо  $S(\Phi_t, \Phi_0) > S_0$ .

Значення припустимого порогу  $S_0$  визначають на основі статистичної обробки результатів тестування групи пацієнтів з заздалегідь відомим кардіологічним статусом.



Фіг. 1



Фіг. 2

