



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63005 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
A61B 5/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОГО МІОКАРДА, ВРАЗЛИВОГО ДО ІШЕМІЇ

1

2

(21) u201102077

(22) 22.02.2011

(24) 26.09.2011

(46) 26.09.2011, Бюл.№ 18, 2011 р.

(72) СОСНИЦЬКИЙ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, ПАРХОМЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, ГУР'ЄВА ОЛЬГА СЕМЕНІВНА, СОСНИЦЬКА ТАІСІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

(73) СОСНИЦЬКИЙ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, ПАРХОМЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, ГУР'ЄВА ОЛЬГА СЕМЕНІВНА, СОСНИЦЬКА ТАІСІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

(57) Спосіб виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії, при якому проводять магнітокардіографічне обстеження та визначають і оці-

нують показник, який відображує порушення електрофізіологічних процесів в міокарді, який **відрізняється** тим, що при проведенні магнітокардіографічного дослідження визначають різницю між напрямками векторів розповсюдження густини струму на вершині зубців R та T та підраховують показник  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$ , де  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  - різниця між напрямками розповсюдження щільності струму на вершині зубців R та T, при цьому вершини зубців R та T визначають в процесі деполяризації та реполяризації як максимуми на кривих зміни глобальної густини струму, які обчислюються по картах векторів густини струму з кроком не більш 5 мсек.

Корисна модель належить до медицини, а саме кардіології, і може використовуватися в загальній клінічній практиці та при проведенні досліджень з метою оцінки електрофізіологічних властивостей серцевого м'язу та виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії.

Виявлення життєздатного вразливого до ішемії міокарда в ранньому постінфарктному періоді є важливим для визначення тактики лікування хворих, в тому числі для відбору хворих для проведення реваскуляризації міокарда та для призначення більш агресивного медикаментозного лікування. Порушення реполяризації та деполяризації, зумовлені зворотними метаболічними розладами в життєздатному міокарді не завжди реєструються на електрокардіограмі в стані спокою. Наприклад, навантажувальне тестування дозволяє виявити наявність ішемічних змін в міокарді, що може свідчити про порушення перфузії міокарда і пов'язане з відсутністю адекватного кровоплину в інфаркт-залежній артерії, неповною реваскуляризациєю або з наявністю феномена no-reflow. Незважаючи на те, що тест з фізичним навантаженням є розповсюдженою діагностичною методикою, його проведення пов'язано з певним ризиком та протипоказаннями. Тому розроблена безпечна неінвазивна методика, яка надає інформацію щодо порушень електрофізіологічних властивостей в

вразливому до ішемії міокарді є важливим та перспективним напрямком в сучасній кардіології. Магнітокардіографія (МКГ) є саме такою методикою. Проведення магнітокардіографічного дослідження не пов'язано із жодним додатковим ризиком для хворого, є безконтактним і може бути проведене в ранньому постінфарктному періоді. Попередні дослідження довели, що МКГ має певну діагностичну цінність для виявлення ішемічної хвороби серця, але літературні дані про оцінку наявності ішемізованого життєздатного міокарда в ранньому терміні ГІМ відсутні.

Задачею цієї корисної моделі є розробка неінвазивного безконтактного способу визначення наявності життєздатного міокарда, вразливого до ішемії міокарда, внаслідок чого досягається зручність, простота і точність дослідження, можливість виявити ішемічні зміни в життєздатному міокарді без додаткових ризиків для хворого, провести відбір хворих, які потребують реваскуляризації міокарда та оцінити ефективність протиішемічної терапії.

Поставлена задача вирішується шляхом проведення магнітокардіографічного обстеження і визначення такого показника, який найбільш точно відображує порушення електрофізіологічних процесів в міокарді під час деполяризації та реполяризації.

(19) UA (11) 63005 (13) U

В якості маркера для визначення порушення електрофізіологічних процесів в міокарді під час деполяризації та реполяризації визначається різниця  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  між напрямками розповсюдження густини струму на вершині зубців R та T.

Для підрахунку цього показника проводяться вимірювання магнітного поля в одній площині над грудною кліткою пацієнта. Послідовно виконується введення сигналів, збереження результатів вимірювань в базі даних і цифрова передобробка сигналів.

Алгоритм обробки даних складається з очищення від перешкод з послідовним проведенням цифрової фільтрації з використанням програмних фільтрів низьких і високих частот та вузькосмугових фільтрів та адаптивної компенсації перешкод.

При обробці даних виконується синхронізація з електрокардіограмою та розбиття даних на кардіоцикли, видалення небажаних кардіоциклів, усереднення даних та побудова еквііндукційних МКГ карт. В результаті вирішення оберненої задачі виявляється можливим побудувати карти представлення джерела поля у вигляді двовимірного розподілу векторів густини струму у площині, яка січе серце на певній відстані.

На основі даних про розподіл векторів густини струму у площині визначається напрямок вектору густини струму та вершині зубця R ( $\alpha\text{-R}$ ) та напрямку вектору густини струму та вершині зубця T ( $\alpha\text{-Tарех}$ ). Вершини зубців R та T визначаються як максимуми на кривих зміни густини струму в процесі деполяризації та реполяризації. Кожна точка цих кривих визначається з кроком не більше 5 мсек.

Показник  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  визначається як абсолютна величина різниці  $\alpha\text{-R}$  та  $\alpha\text{-Tарех}$ , тобто:  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}} = \text{abs}(\alpha\text{-R} - \alpha\text{-Tарех})$  та вимірюється в градусах.

Величина показника  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}} > 65^\circ$  свідчить про наявність життєздатного вразливого до ішемії міокарда. Виявлення  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}} > 65^\circ$  у хворих з гострим інфарктом міокарда свідчить про необхідність проведення реваскуляризації. Зменшення величини цього показника при повторному обстеженні свідчить про ефективність протиішемічного лікування, збільшення - навпаки, про неефективність лікування.

Найбільш близьким способом визначення наявності життєздатного вразливого до ішемії міокарда є стрес-ехокардіографія [Pierard LA, De Landsheere CM, Berthe C, Rigo P, Kulbertus H.E. Identification of viable myocardium by echocardiography during dobutamine infusion in patients with myocardial infarction after thrombolytic therapy: comparison with positron emission tomography. J Am Coll Cardiol. 1990; 15:1021-31]. Цей метод заснований на оцінці сегментарної скоротливості міокарда під впливом внутрішньовенного введення добутаміну в поетапно зростаючій дозі. Спосіб має достатню чутливість та специфічність, але не є безконтактним і пов'язаний з певним ризиком ускладнень внаслідок проведення внутрішньовенної інфузії добутаміну.

Іншим близьким способом визначення наявності життєздатного вразливого до ішемії міокарда є

проведення ехокардіографії під час фізичного навантаження. [Jaarsma W, Visser CA, Kupper AJ, Res JC, van Eenige MJ, Roos JP. Usefulness of two-dimensional exercise echocardiography shortly after myocardial infarction. Am J Cardiol. 1986; 57:86-90]. Цей спосіб також заснований на оцінці сегментарної скоротливості міокарда, але під впливом поступово зростаючого навантаження. Проведення дослідження з фізичним навантаженням в ранньому постінфарктному періоді має обмеження та протипоказання і пов'язане іноді з ризиком загрозливих ускладнень. Тому перевагою запропонованого способу є те, що для визначення наявності життєздатного вразливого до ішемії міокарда немає необхідності введення хворому фармакологічних речовин або проведення фізичного навантаження. Тому технічним результатом заявленого способу є підвищення ефективності визначення наявності життєздатного міокарда, вразливого до ішемії.

Наукове обґрунтування застосування цього показника для виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії, полягає в тому, що в нормі процеси деполяризації та реполяризації є гомогенними і протікають детерміновано та синхронізовано, забезпечуючи координоване скорочення та релаксацію кардіоміоцитів. Десинхронізація деполяризації та реполяризації може спостерігатися в умовах ішемії, ушкодження міокарда і, можливо, за умов неадекватної тканинної перфузії міокарда. Показник  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  найбільш вірогідно відображує саме такий процес. Показник  $\alpha\text{-Tарех}$  відповідає напрямку розповсюдження щільності струмів, тобто основній орієнтації електричної активності серця під час реполяризації.  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  є показником різниці кутів напрямків розповсюдження струмів під час деполяризації та реполяризації, і на відміну від  $\alpha\text{-Tарех}$  відображує електрофізіологічні процеси під час деполяризації, беручи до уваги класичну концепцію "шлуночкового градієнту". З цим пов'язана інформативність  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$ . Про це свідчить зростання рівня  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  у досліджуваних хворих в залежності наявності ішемії та некрозу міокарда. Зважаючи на результати проведених досліджень 62 хворих, можна зазначити, що магнітокардіографічне картування є високоінформативною методикою, якій притаманна задовільна чутливість (70 %) та специфічність (82 %) в виявленні електрофізіологічних порушень в життєздатному міокарді, вразливого до ішемії. Магнітокардіографія є безпечним діагностичним засобом, який може бути використаний в сполученні з іншими електрофізіологічними методами як альтернатива проведенню навантажувального тестування для виділення хворих високого ризику для подальшого проведення реваскуляризації міокарда.

Застосування показника  $\Delta\text{-RT}_{\text{арех}}$  для оцінки електрофізіологічних властивостей серцевого м'язу та виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії раніше описано не було.

Корисна модель ілюструється наступними прикладами практичного використання запропонованого способу оцінки електрофізіологічних властивостей серцевого м'язу та виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії.

Далі наведено перелік фігур, які детальніше пояснюють суть корисної моделі:

Фіг.1. Напрямок вектору густини струму та вершини зубця R ( $\alpha$ -R) у хворої М.

Фіг.2. Напрямок вектору густини струму та вершини зубця T ( $\alpha$ -T<sub>арех</sub>) у хворої М.

Фіг.3. Напрямок вектору густини струму та вершини зубця R ( $\alpha$ -R) у хворого В.

Фіг.4. Напрямок вектору густини струму та вершини зубця T ( $\alpha$ -T<sub>арех</sub>) у хворого В.

Приклад 1.

У хворої М., яка поступила із скаргами на болі в лівій частині грудної клітки для виявлення ішемії міокарда та вирішення доцільності проведення коронароразвагографії було проведено навантажувальне тестування на тредмілі. Проба була зупинена в зв'язку із втомою хворої та задишкою. Електрокардіограма при цьому виявилася недіагностичною в зв'язку із неможливістю досягти цільового рівня навантаження. Було проведено магнітокардіографічне дослідження, при якому виявлено, що напрямок вектору густини струму та вершині зубця R ( $\alpha$ -R) становив  $-2^\circ$  та вершині зубця T ( $\alpha$ -T<sub>арех</sub>)  $-157^\circ$  (фіг.1 та фіг.2). Таким чином величина показника  $\Delta$ -RT<sub>арех</sub> складала  $>65^\circ$ . Це свідчило про наявність життєздатного міокарда, вразливого до ішемії. Хвору було направлено для проведення коронароразвагографії. На коронароразвагографії було виявлено наявність значного звуження коронарних судин ( $>75\%$ ) та проведено реваскуляризацію міокарда за допомогою коронарного стентування.

Таким чином застосування даного способу виявилось ефективним в діагностиці наявності ішемічних змін в міокарді та сприяло проведенню адекватного лікування.

Приклад 2.

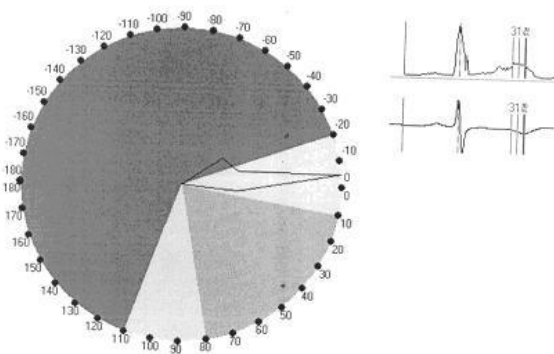
Хворому В. з гострим інфарктом міокарда було проведено реваскуляризацію міокарда (первинну коронароразвагопластику із стентуванням) через дві години після розвитку симптомів. Клінічно стан хворого покращився. Ранній постінфарктний період протікав без ускладнень, але у хворого виникли

нетипові болі в лівій половині грудної клітки без змін на електрокардіограмі. З метою з'ясування чи є у хворого ішемія міокарда та необхідності проведення повторного інвазивного дослідження (коронароразвагографії) було проведено навантажувальне тестування на тредмілі на десяту добу інфаркту міокарда. Ішемії виявлено не було. Було також проведено магнітокардіографічне дослідження із застосуванням запропонованого способу та визначенням показника  $\Delta$ -RT<sub>арех</sub>. Було виявлено, що напрямок вектору густини струму та вершині зубця R ( $\alpha$ -R) становив  $84^\circ$  та вершині зубця T ( $\alpha$ -T<sub>арех</sub>)  $106^\circ$ . Таким чином величина показника  $\Delta$ -RT<sub>арех</sub> складала  $<65^\circ$  (фіг.3 та фіг.4). Це свідчило про відсутність ішемічних змін в міокарді, порушень перфузії міокарда та ефективність проведеного стентування.

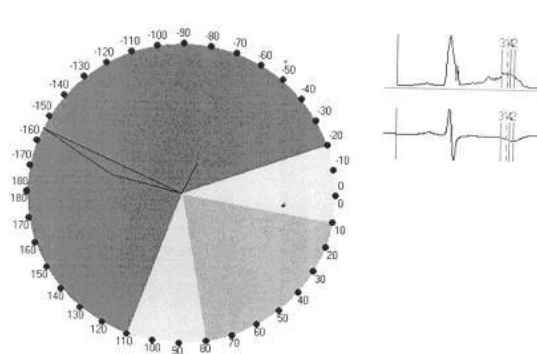
Таким чином застосування даного способу виявилось ефективним в оцінці ефективності проведеної терапії та корисним для визначення тактики лікування.

Запропонований спосіб оцінки електрофізіологічних властивостей серцевого м'язу та виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії, був з успіхом застосований у 62-х пацієнтів, що дозволило визначити групу пацієнтів з підвищеним ризиком ускладненого перебігу інфаркту міокарда, яким показане проведення реваскуляризації міокарда.

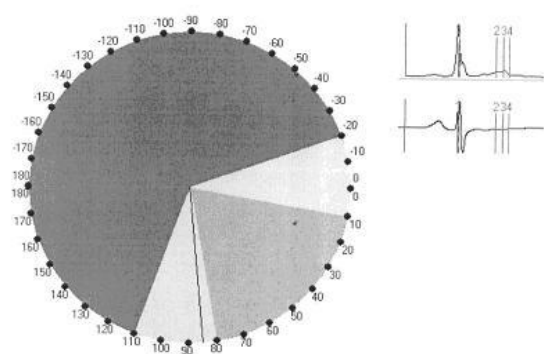
Таким чином, запропонований спосіб є доступним і точним методом, який є неінвазивним і безконтактним, не пов'язаний з жодним додатковим ризиком для хворого і може використовуватися в клінічній практиці для оцінки електрофізіологічних властивостей серцевого м'язу та виявлення життєздатного міокарда, вразливого до ішемії, і визначення групи пацієнтів, яким показане проведення реваскуляризації міокарда. Все це, разом з поданими прикладами вказує на переваги вищеприписаного методу.



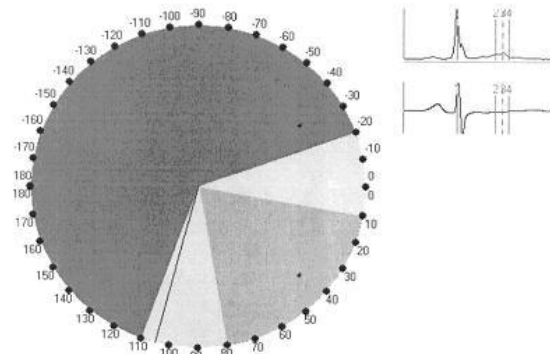
Фіг.1



Фіг.2



Фиг.3



Фиг.4