

Критерии за анализ на кардиологичните заболявания при изграждане на система за превантивен контрол

Анелия Манукова, Мая Грозева

Criteria for analysis of cardiac disease when building systems for preliminary control: The research report presents a classification of the most commonly reported cardiovascular diseases and their response on the electrocardiogram, as well as to synthesize criteria for analysis of cardiac diseases in building groups for preliminary control system. Criteria are the basis for building an electronic system for preventive control of patients after suffering cardiac diseases

Key words: *electrocardiographic signal, monitoring, electronic system, cardiovascular disease*

ВЪВЕДЕНИЕ

Сърдечносъдовите заболявания са сред най-честите заболявания водещи до фатален край за пациента, както в света, така и в Европа. Данните, публикувани от Националния център по здравна информация към Министерство на здравеопазването, разкриват тревожна статистика за сърдечносъдовите заболявания в България – 66% от общата смъртност [5]. Това поставя и необходимостта от превантивни мерки и осигуряване на възможности за по-ефективно лечение на сърдечносъдовите заболявания чрез разработване на методи за оценка и диагностика на ЕКГ сигнали.

Национална пациентска организация, съвместно с Асоциация „Сърце” и лекари кардиолози, стартира кампания за оценка на състоянието на пациенти, претърпели сърдечносъдов инцидент, които са хоспитализирани и при които е необходима ефективна вторична превенция, с цел намаляване на риска от настъпване на повторен инцидент и смърт. Пациентите с кардиологични проблеми представляват най-мощната група заболявания в България и именно това определя акцента върху този тип заболявания.

При изграждане на съвременната апаратура се появява и необходимостта от разработване на методи за изграждане на диагностични системи, с чиято помощ да се съхрани работната функция на жизненоважните органи като сърце, мозък и др. Най-широко се използва функционална електрофизиологична диагностика, която се основава на измерване на биоелектрическата активност на различни органи и тъкани на човека.

За повишаване качеството и достъпността на медицинската помощ е необходимо да се изпълни следното:

- осигуряване на качествена здравна профилактика;
- ранно диагностициране на животозастрашаващи заболявания;
- теоретична превенция за здравословен живот;
- въвеждане на високотехнологични и качествени апарати за контрол и медицинска помощ.

Важен аспект за профилактиката е ранната и качествената диагностика, която да регистрира появили се отклонения във физиологията на тъканите и органите у човека.

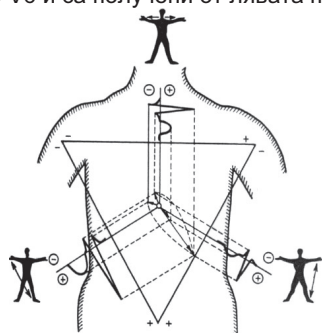
Целта на разработката е да се представи класификация на най-често регистрираните кардиологични заболявания и техния отклик върху електрокардиограмата, както и да се синтезират критерии за анализ на кардиологичните заболявания при изграждане на система за превантивен контрол. Представените критерии са основа за изграждане на електронна система за превантивен контрол на пациенти след прекарани кардиологични заболявания.

КРИТЕРИИ ЗА АНАЛИЗ НА КАРДИОЛОГИЧНИТЕ ЗАБОЛЯВАНИЯ

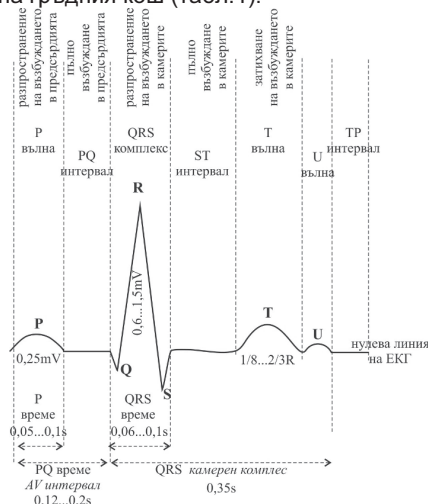
Регистриране на електрокардиографски сигнали

Работата на сърцето представлява динамична последователност от електромеханични явления, правила за генериране, които могат количествено точно да бъдат описани. Регистрацията на електрическите сигнали, възникващи при съкращението на сърдечния мускул, характеризира активността на сърцето и се изразява чрез електрокардиограмата (ЕКГ). Векторното представяне на електрическия потенциал на сърцето е разработено от датския физиолог Айнтофен, като измерването на потенциалната разлика между ръцете и между всяка ръка и левия крак определя големината и посоката на вектора на електрическото поле на сърцето, фиг.1. Потенциалните разлики между два от върховете на равностранния триъгълник определя периферните отвеждания. На фиг. 2 е представена ЕКГ крива с характерните зони и нормални диапазони на изменение [1, 3, 9].

За регистриране и анализиране на ЕКГ са въведени 12 стандартни отвеждания. Шест от тях са от периферни I, II, III, aVR, aVL, aVF, а останалите шест гръдни от V1 до V6 и са получени от лявата половина на гръдния кош (табл.1).



Фиг.1. Структурно представяне на регистрирането на електрокардиосигнали



Фиг. 2. ЕКГ крива с характерните зони

Класификация на кардиологичните заболявания

От медицинската литература и практика са известни значителен брой заболявания на сърдечно-съдовата система. При превенция или първоначален бърз анализ на състоянието на пациента е необходимо да се оценят рисковете за най-често срещаните заболявания спрямо техните характерни симптоматики. Това са сърдечна недостатъчност, инфаркт на миокарда, кардиомиопатия, перикардит.

В таблица 1 са класифицирани на осемте най-повтарящи се кардиологични заболявания и техния отклик върху електрокардиограмата със специфичните означения на симптомите.

При превантивния контрол е необходимо да се регистрират симптомите на заболяванията и чрез анализ на характерните фази на кардиосигнала да се оцени състоянието на пациента чрез предложена методика и електронна система.

Таблица 1.

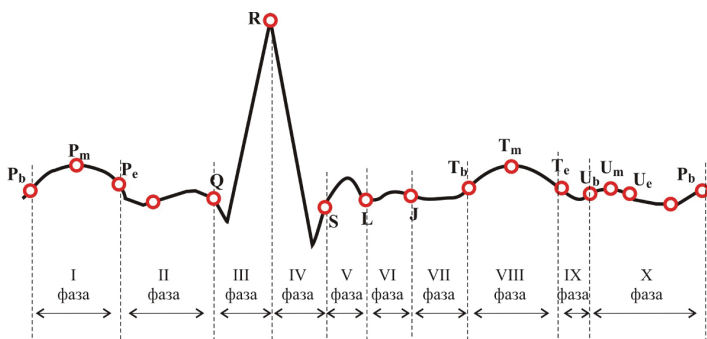
Окачествяване на заболяванията спрямо характерни симптоми

Заболяване	Симптоматика на заболяването	Означение на симптома
Перикардит	Предсърдно мъждене	AFIB M
	Предсърдна контракция	PAC
Ендокардит	Предсърдно мъждене	AFIB M
	Втора степен блок - тип 1	AV2BLK1
Миокардит	Камерно мъждене	V FIB
	Камерни екстрасистоли	VTACH
	Преждевременна камерна контракция R върху T феномен	PVC R ON T
Кардиомиопатия	Камерни екстрасистоли	VTACH
	Мултифукални екстрасистоли	MFPVC
	Нормален пулс + камерни екстрасистоли	BIGEMINY
Спиране на сърцето	Камерно мъждене	V FIB
Сърдечна недостатъчност	Камерно мъждене	V FIB
	Предсърдно мъждене	AFIB M
	Камерни екстрасистоли	VTACH
	Предсърдна контракция и др.	PAC
Атриовентрикуларен блок	Втора степен блок - тип 1	AV2BLK1
Сърдечна тампонада	Десен бедрен блок	RBBB

Фазова структура на електрокардиографския сигнал

Сърдечният цикъл се състои от десет фази, всяка от които със своите специфични функции и параметри. На фиг. 2 и таблица 2 са представени отделните фази и тяхното отношение към диагностика и работа на миокарда.

Електрокардиограмата като сложно колебание се разлага на прости колебания, като основните тактови генератори на сърцето за извършване на съкращенията на миокарда са синусов възел, AV възелът и влакната на Пуркине. В електрокардиограмата отделните вълни се проявяват в относително постоянни параметри, като изключение правят екстрасистолите, появяващи се епизодично в един или няколко сърдечни цикла. Екстрасистолите представляват деформирани или преждевременни QRS комплекси, предизвикани от друг център на възбуждане, преди появата на нормалния сигнал от синусовия възел [2,4].



Фиг.2. Фазова структура на ЕКГ сигнал

Таблица 2.

Фазово описание на ЕКГ сигнал

Фази	Описание	Определяне
I	Фаза на предсърдна систола	$P_b - P_e$
II	Фаза на затваряне на атрио-камерна клапа	$P_e - Q$
III	Фаза на съкращаване на междукамерната преграда	$Q - R$
IV	Фаза на съкращение на камерните стени	$R - S$
V	Фаза на напрежение на миокарда	$S - L$
VI	Фаза на бързото изключване (отворените клапани)	$L - J$
VII	Фаза на бавното изпразване на кръв	$J - T$
VIII	Фаза на максимално систолично налягане в аортата	$T_b - T_e$
IX	Фаза на затворения клапан на аортата	$T_e - U_b$
X	Фаза на ранната камерна диасистола	$U_b - P_b$

Критерии за анализ на базата на фазовата структура

Дефинираните десет фази на електрокардиологичния сигнал имат характерни зони за анализ на състоянието на пациента. След диференциране на ЕКГ кривата тези зони ще дадат десет екстремума, които съответстват на границите и максимумите на фазите на сърдечния цикъл. Всяка фаза определя по идентичен критерий своя локален екстремум. Различната стръмност на фазите определя и различна амплитуда на екстремумите. Фазите на ЕКГ сигнала са еквивалентни на енергийните колебания при работата на сърцето.

Специфичната зона от сложния ЕКГ сигнал се локализира на графиката след диференцирането чрез локалния си екстремум. Ако на графиката на ЕКГ сигнала не може да се определи инфлексната точка между фазите, то на графиката на първата ѝ производна ясно се визуализират локалните екстремуми. Част от зоните на ЕКГ кривата като Р вълната, върхът R и др. са различни на графиката, но за една съществена част от тях точното местоположение не може да бъде определено. Това е характерно за точка S. Производната на ЕКГ кривата ясно определя положението на точка S чрез положителния локален екстремум. Именно това позволява разработване на автоматизирана система на анализа на ЕКГ сигнал чрез метода на фазата на сърдечния цикъл [6, 7].

Втората производна на ЕКГ сигнала също носи информация за посоката на изменение – над или под нулевата линия на ЕКГ кривата, но информационното съдържание на първа производна за намиране на съответната точка от кривата е достатъчно определящо.

Получените стойности след диференцирането се явяват изходни данни за изчисляване на индивидуалните диапазони на обемните хемодинамични параметри за всеки пациент, като се проследява процентът на отклонение от границите на нормата на хемодинамични параметри. На фазовия обем на кръв влияние оказва механизмът на компенсация, който съществува в сърдечно-съдовата система и поддържа в норма хемодинамичните параметри. Ако някой параметър надвиши значително нормата, това показва, че има физиологичен проблем на съответната фаза на процеса. Тогава функцията на съседната фаза компенсира промяната на проблемната фаза [8].

Физическата активност при усилен натоварвания може да доведе до недостиг на обем на диастоличното кръвно налягане повече от 500%. Тогава систоличната фаза се опитва да компенсира липсата на кръв и в работата се включват механизми, които не се проявяват като паталогични. След отстраняване на натоварването, за 1

минута всички фазови обеми се връщат към норма си. При такава дейност на сърдечно-съдовата система не позволяване ранно откриване на причините за заболяване при нормалните хора.

Отклоненията, причиняващи заболявания и патологични изменения, превишават нормата с повече от 30%, и над 50% при тежки увреждания.

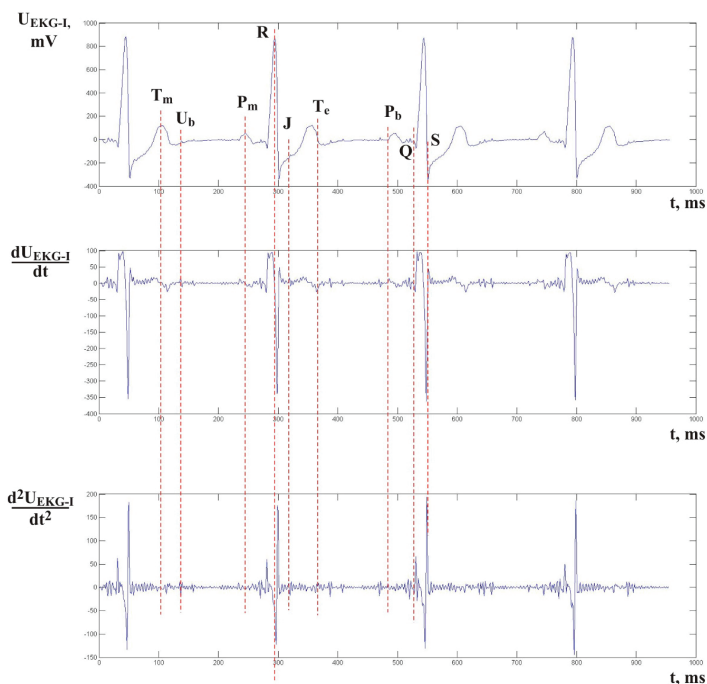
Обемно фазовите хемодинамични параметри са най-информативните характеристики за функциониране на кръвоносната система, тъй като отразяват съвместната работа на сърцето и кръвоносните съдове.

Връзката между анатомичното и функционалното състояние на сърцето и кръвоносните съдове във всяка фаза е надеждна предпоставка за диагностика на състоянието на кръвоносната система и ефективно да се използва при мониторинг на кардиографския сигнал.

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

В лабораторията по Медицинска електроника на катедра Електроника чрез апарат CARDIOSIM II ECG Arrhythmia simulator и ECG Implementation of the TMS320C5515, Texas Instruments, са проведени изследвания с цел систематизиране на разглежданите заболявания чрез отделните симптоматични показатели и проучване спецификата на работа на сърцето чрез отчитане на настъпилите измененията на отделните структури. Получените сигнали са основа за сравнителен анализ при специфични заболявания.

На фиг.3 са представени ЕКГ кривата на I отвеждане и нейните първа и втора производни с определените характерни зони и фази. Точка R от ЕКГ кривата съответства на локалния екстремум от производната в същия интервал от време. Аналогично, края на Т вълната съвпада с локалния минимум за същото време.



Фиг.3. ЕКГ кривата на I отвеждане и нейните първа и втора производни

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направена е класификация на най-често регистрираните кардиологични заболявания и техния отклик върху електрокардиограмата.

Синтезирани са критерии за анализ на кардиологичните заболявания при изграждане на система за превантивен контрол на базата на фазовия метод, чрез който се регистрират: състоянието на венозния и коронарния кръвоток, белодробната функция, наличие на прединсултно състояние, както и определяне на наличие на разширения или стеснения на аортата.

Представените критерии са основа за изграждане на електронна система за превантивен контрол на пациенти след прекарани кардиологични заболявания с цел проследяване състоянието на пациента и своевременна реакция.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Манукова А. Медицинска електроника, Издателски център на РУ „А. Кънчев”, Русе, 2011, 285 стр.

[2] Манукова А., М. Грозева, М. Тополова. Методика за моделиране на кардиологични заболявания и отражението им върху ЕКГ сигнал, Научни трудове на Русенски Университет "А. Кънчев", том 53, серия 3.1, Русе, Издателски център при РУ, 2014, ISBN 1311-3321.

[3] Манукова А., М. Тополова, М. Грозева. Моделиране на ЕКГ сигнал за електронен мониторинг на кардиологични сигнали с цел превантивен контрол, Научни трудове на Русенски Университет "А. Кънчев", том 53, серия 3.1, Русе, Издателски център при РУ, 2014, ISBN 1311-3321.

[4] Олейник В.П., С.Н. Кулиш. Аппаратные методы исследований в биологии и медицине, Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", Харьков, 2004

[5] Статистика от Националния център по обществено здраве и анализи министерството на здравеопазването и Националния статистически институт. София 2015 г.

[6] Goncharenko, A. & Goncharenko, S. Экстрасенсорные силы сердца. Журнал Техника молодежи, № 5, ISSN 0320 – 331 X, 2005

[7] Rudenko M., V. A. Zernov and O. K. Voronova . Study of Hemodynamic Parameters Using Phase Analysis of the Cardiac Cycle. Biomedical Engineering. Springer New York. ISSN 0006-3398 (Print) 1573-8256 (Online). Volume 43, Number 4 / Июль 2009 г. P. 151 -155.

[8] Rudenko, M., Voronova, O. & Zernov, V. Новое в теории кардиологии. Фазовый механизм регулирования диастолического давления. Вестник аритмологии (приложение Б) – М. - С. 133.

[9] Malmivuo J., R.Plonsey. Bioelectromagnetism. Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Field. New York, Oxford, 1995.

[10] Prutchi D., Norris M. "Design and Development of Medical Electronic Instrumentation: A Practical Perspective of the Design, Construction and Test of Medical Devices", Wiley-Interscience 2004.

За контакти:

Доц. д-р инж. Анелия Манукова, катедра "Електроника", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082/ 888 366, e-mail: amanukova@uni-ruse.bg

Маг. инж. Мая Грозева, катедра "Електроника", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082/ 888 682, e-mail: maia.grozeva.bg@gmail.com

Докладът е рецензиран.