

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Шевчук А., Худецький І., Антонова-Рафі Ю.

Факультет біомедичної інженерії

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Київ, Україна

nastena.krasa@gmail.com

***Реферат** — Об'єктивна оцінка роботи серця є інтегративною характеристикою, що дозволяє комплексно та системно оцінити функціональний стан здоров'я людини в цілому. Аналіз варіабельності серцевого ритму - це технологія вивчення і оцінки вегетативної регуляції фізіологічних функцій, що пов'язана з використанням програмно-апаратних комплексів, які повинні забезпечити надійне зняття інформації, надійне розпізнавання та вимірювання кардіоінтервалів з побудовою тимчасових динамічних рядів і застосування до них стандартизованих математичних процедур аналізу. В даний час актуальною є розробка прогностичних моделей на основі оцінки поточного функціонального стану організму за допомогою автоматизованих комплексів для аналізу та візуалізації RR-інтервального ряду.*

***Ключові слова** — серцевий ритм, кардіоінтервалографія, ритмограма, спектральний аналіз.*

I. Вступ

В даний час ритм серця розглядається не тільки як показник власної функції синоатріального вузла як водія ритму, але в більшій мірі як інтегральний маркер стану безлічі систем, що забезпечують гомеостаз організму. По структурі серцевого ритму, закладеного в послідовності RR-інтервалів, можна судити про адаптаційні механізми, рівень функціонування вегетативної підсистеми організму, що дозволяє виявити реакцію організму людини на стрес, а також провести експрес-аналіз поточного стану. Дуже важливо розуміти, що відхилення, що виникають в регуляторних системах, передують гемодинамічним, метаболічним, енергетичним порушень і, отже, є найбільш ранніми прогностичними ознаками захворювань обстежуваного. Аналіз варіабельності ритму серця дозволяє на ранніх етапах виявляти ці відхилення і тим самим прогнозувати ризик розвитку ряду хвороб – в першу чергу, серцево-судинних і своєчасно вживати заходів щодо їх успішного запобігання та лікування. Адаптаційні реакції індивідуальні і реалізуються у різних осіб з різним ступенем участі функціональних систем, які володіють в

свою чергу зворотним зв'язком, що змінюється в часі і має змінну функціональну організацію. Метод заснований на розпізнаванні і вимірюванні часових інтервалів між R-зубцями ЕКГ (R-R-інтервали), побудові динамічних рядів кардіоінтервалів і подальшого аналізу отриманих числових рядів різними математичними методами. Динамічний ряд інтервалів називають кардіоінтервалограммою. Динамічний ряд кардіоінтервалів може бути віднесений до числа стаціонарних або нестаціонарних. Стаціонарними називають випадкові процеси, що протікають приблизно однорідно і мають вигляд безперервних коливань навколо деякого середнього значення. Нестационарні (або перехідні) процеси мають певну тенденцію розвитку в часі і їх характеристики залежать від в початку відліку. Практично в кожній кардіоінтервалограммі містяться елементи нестационарності (фрактальні компоненти).

Оскільки практично немає таких функціональних станів або захворювань, в яких би не брали участь механізми вегетативної регуляції, то сфера застосування методу аналізу ВСР воістину невичерпна. Це обумовлено тим, що метод на сьогоднішній день, є, мабуть, єдиним

доступним, неінвазивним, досить простим і відносно дешевим методом оцінки вегетативної регуляції. З огляду на широкі перспективи розвитку методу, тим більше важливо забезпечити його стандартизацію і порівнянність даних, одержуваних різними дослідниками.

II. Фізіологічні основи варіабельності серцевого ритму

Розглянемо процес формування ритмограми з точки зору фізіології. Під ритмограмою розуміється часовий ряд значень RR-інтервалів, одержуваних шляхом ідентифікації R-зубців на електрокардіограмі і визначення часового інтервалу між ними. Підтримання відносно постійності клітинного складу і фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища (гомеостазу) забезпечується нервовим і гуморальним механізмами регуляції функцій.

Гуморальний механізм регуляції (від латинського *humor* – рідина) філогенетично більш давній і пов'язаний зі здатністю клітин змінювати інтенсивність життєдіяльності в залежності від зміни фізико-хімічних параметрів середовища. Гуморальний механізм регуляції функцій здійснюється через кров, в неї надходять різні за своєю природою і фізіологічним значенням хімічні речовини: продукти обміну речовин, гормони, медіатори, біологічно активні речовини. Поток крові вони розносяться до всіх органів (не мають певного адресата) і діють на ті чи інші клітини органів (в залежності від їх чутливості до даного хімічної речовини), викликаючи активізацію або гальмування їх функціональної діяльності.

Але гуморальний механізм не може забезпечити швидку перебудову діяльності організму, швидкі адаптивні реакції, так як хімічні речовини розносяться по організму кров'ю, а швидкість кровотоку невелика. Тому в процесі еволюції сформувалася нервова система і виник другий, більш молодий і більш досконалий нервовий механізм регуляції функцій організму. Нервовий механізм на відміну від гуморального забезпечує швидку сигналізацію нервової системи про зміни у зовнішній або внутрішньому середовищі і здійснює швидкі адекватні реакції на ці зміни.

Вегетативна нервова система являє собою комплекс центральних і периферичних структур, які регулюють всі фізіологічні процеси внутрішніх органів. Вегетативна нервова сис-

тема іннервує гладку мускулатуру всіх органів, судин, серце, залози, а також (її симпатичні волокна) скелетні м'язи, органи чуття і ЦНС. Перші відомості про структуру і функції вегетативної нервової системи належать Галену (II століття н.е.). J. Reil (1807) ввів поняття «вегетативна нервова система», а J. Langley (1889) дав морфологічний опис вегетативної нервової системи, запропонував поділ її на симпатичний і парасимпатичний відділи, ввів термін «автономна нервова система», з огляду на здатність останньої самостійно здійснювати процеси регуляції діяльності внутрішніх органів. В даний час в російсько, німецько-, франкомовній літературі можна зустріти термін вегетативна нервова система, а в англійській – автономна нервова система (АНС). Діяльність вегетативної нервової системи в основному мимовільна і свідомістю безпосередньо не контролюється, спрямована на підтримання сталості внутрішнього середовища і пристосування її до мінливих умов зовнішнього середовища.

Кора головного мозку є вищим регуляторним центром інтегративної діяльності, активуючи як моторні, так і вегетативні центри. Симпатичний відділ вегетативної нервової системи викликає мобілізацію діяльності життєво важливих органів, підвищує енергоутворення в організмі, стимулює роботу серця (підвищується ЧСС, зростає швидкість проведення по спеціалізованним провідникам, збільшується скоротність міокарда). Парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи надає трофотропну дію, сприяючи відновленню порушеного під час активності організму гомеостазу, пригнічуючи впливає на роботу серця (зменшує частоту серцевих скорочень, атріовентрикулярну провідність і скоротність міокарда).

Розглянемо модель регуляції серцевого ритму. Широковідома загальноприйнята ієрархічна структура управління функціями, що включає послідовні рівні гуморальної, гормональної вегетативної і центральної (коркової) регуляції. Цим рівням відповідають певні анатомо-фізіологічні структури:

- підкоркові нервові центри, що забезпечують вегетативний гомеостаз;
- вищі вегетативні центри, які здійснюють зрівноваження гуморально-гормонально-вегетативних ланок управління під контролем коркових механізмів;
- центральна нервова система, яка коорди-

нує всі процеси управління в організмі відповідно до умов навколишнього середовища.

Загальний підхід до оцінки ВСР полягає в наявності кількох аспектів, а саме:

- більш високі рівні управління розглядаються як інгібітори активності нижчих рівнів;
- період коливань ритму серця пов'язується з рівнем управління: чим більше період, тим вище рівень управління.

Таким чином, у відповідь на різні навантажувальні впливи можуть спостерігатися різні зміни ритму серця. При оптимальному регулюванні управління відбувається з мінімальною участю вищих рівнів.

III. Методики аналізу ВСР

Виділяють наступні групи методів оцінки варіабельності серцевого ритму:

- методи часової області – спираються на статистичні методи та направлені на дослідження загальної варіабельності;
- методи частотної області – дослідження періодичних складових ВСР;
- інтегральні показники ВСР (відносять автокореляційний аналіз і кореляційну ритмографію).

Для дослідження феномена регуляції серцевого ритму анатомічними структурами застосовується аналіз ВСР, або метод кардіоінтервалографії. Суть методики кардіоінтервалографії полягає в наступному. Реєструється електрокардіограма (ЕКГ) в трьох основних відведеннях (ліва рука – права рука, ліва рука – ліва нога, права рука – ліва нога). За отриманою ЕКГ визначаються інтервали між сусідніми R-зубцями, які називаються RR-інтервали, або кардіоінтервали. Для реалізації аналізу варіабельності серцевого ритму необхідно від 100 (для лінійного аналізу) до 3000 (для нелінійного аналізу) кардіоінтервалів. На основі отриманих даних будується ритмограма, де по осі абсцис відкладається номер поточного значення RR-інтервалу, а по осі ординат – значення самого RR-інтервалу в секундах. Далі проводять статистичний, гістографічний, кореляційний і спектральний аналіз ритмограм.

Статистичні методи засновані на вимірі NN-інтервалів, а також на порівнянні показників. Вони дають кількісну оцінку варіабельності. Пацієнт після обстеження отримує кардіоінтервалограму (рис. 1), яка представляє собою сукупність RR-інтервалів, які відображаються один за одним.

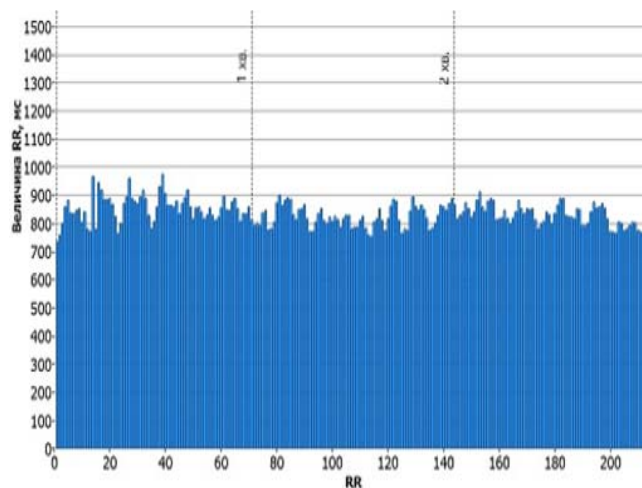


Рис. 1. Кардіоінтервалограма

Для аналізу кардіоінтервалограми використовуються наступні критерії.

- SDNN – стандартне відхилення всіх NN-інтервалів. Відображає всі періодичні складові варіабельності за час запису, тобто є сумарним показником ВСР;
- RMSSD – дані оцінки співвідношення NN-інтервалів;
- pNN50 – цей критерій представляє відношення NN-інтервалів, які відрізняються один від одного більш ніж на 50 мс, із загальним числом NN-інтервалів.

Для аналізу ВСР використовуються також геометричні методи. Суть полягає в отриманні закону розподілу кардіоінтервалів як випадкових величин. Розподіл тривалості кардіоінтервалів відображають на гістограмі (рис. 2).

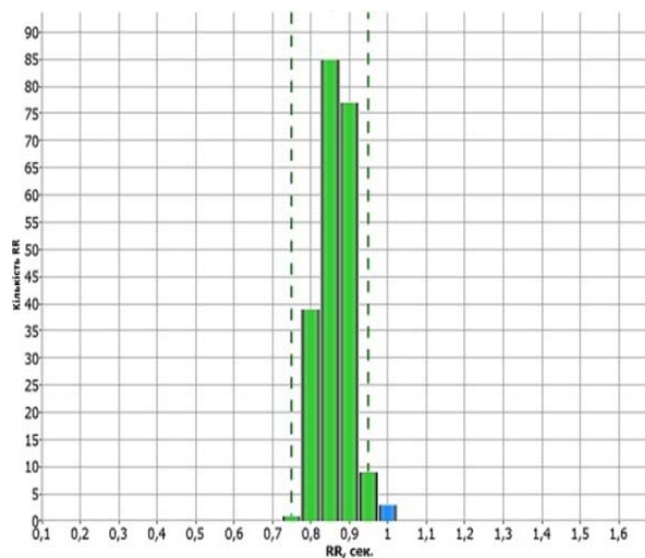


Рис. 2. Гістограма

У стресових ситуаціях, а також при патологічних станах діаграма буде з гострою вершиною (ексцесивна). Асиметрична діаграма спо-

стерігається при перехідних процесах, порушенні стаціонарного процесу. Багатовершинна діаграма свідчить про несинусовий ритм (екстрасистолії, миготливої аритмії).

Геометричні методи дозволяють оцінити варіабельність серцевого ритму за допомогою наступних параметрів: моди, амплітуди моди і варіаційного розмаху. Мода (M_o) – відповідає кількості RR-інтервалів, які зустрічаються найбільш часто, отже, дозволяють оцінити реальний стан систем регуляції пацієнта. Амплітуда моди ($A M_o$) – показує частку інтервалів, які відповідають значенням моди. Цей параметр відображає стабілізуючий ефект централізації управління серцевим ритмом. Варіаційний розмах (VAR) – відповідає різниці між тривалістю найбільшого і найменшого інтервалів. Для того, щоб оцінити ступінь адаптації серцево-судинної системи до різних факторів і подивитися ступінь регуляції даних процесів використовуються додаткові параметри, які розраховуються. До них відносять індекс вегетативної рівноваги (ІВР), показник адекватності процесів регуляції (ПАПР), індекс напруги регуляторних систем (ІН), вегетативний показник ритму (ВІР). Індекс вегетативної рівноваги показує співвідношення впливу на серцево-судинну систему симпатичної і парасимпатичної систем. Показник адекватності процесів регуляції дозволяє визначити вплив на синусовий вузол симпатичного відділу. Вегетативний показник ритму відображає баланс регуляції роботи серцево-судинної системи з боку симпатичного і парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи. Індекс напруги вказує на ступінь впливу нервової системи на роботу серця.

Автокореляційний аналіз використовується для оцінки серцевого ритму, як випадкового процесу. Автокореляційна функція (рис. 3) являє собою графік динаміки коефіцієнтів кореляції, одержуваних при послідовному зсуві аналізованого динамічного ряду на одне число по відношенню до свого власного ряду. Являє собою якісний аналіз, за даними якого можна судити про вплив на автономну систему серця центральної ланки.

Кореляційна ритмографія або скатерографія – це графічне відображення розподілу кардіоінтервалів (попереднього і наступного) в двомірній координатній площині. При цьому по осі абсцис відкладається величина $R-R_i$, а по осі ординат – величина $R-R_{i+1}$. Графік і

область точок, отриманих таким чином (плями Пуанкаре або Лоренца), називається кореляційною ритмограмою, або скатерограмою (рис. 4). Цей спосіб оцінки ВСР відноситься до методів нелінійного аналізу та особливо для розпізнавання і аналізу серцевих аритмій. На ритмограмі виділяють «хмару» – еліпс, який відповідає стандартному відхиленню всіх NN-інтервалів. Завдяки цьому методу можна оцінити активність симпатичної вегетативної нервової системи по відношенню до серця. У здорової людини на скатерограмі еліпс буде витягнутий уздовж бісектриси.

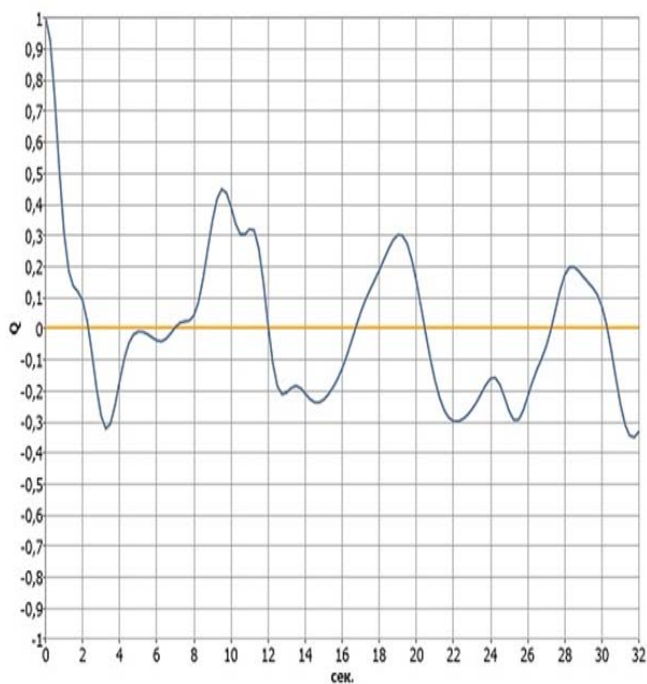


Рис. 3. Автокореляційна функція

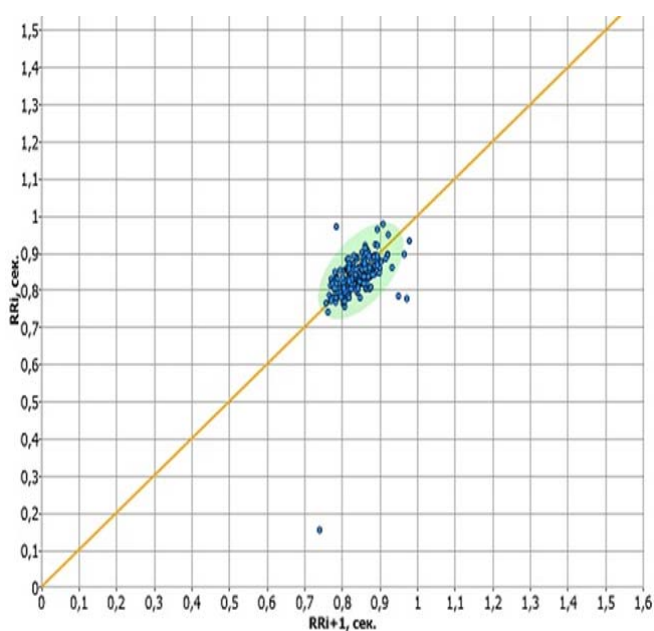


Рис. 4. Скатерограма

Застосування методу спектрального аналізу ВСР дозволяє кількісно оцінити вплив на роботу серця різних регуляторних систем. Виділяють три основних спектральних компонента, які відповідають коливанням ритму серця різної періодичності – високочастотні (High Frequency – HF), низькочастотні (Low Frequency – LF) і дуже низькочастотні (Very Low Frequency – VLF) компоненти, які використовуються при короткочасному записі ЕКГ (Табл. 1).

Таблиця 1. Компоненти спектру

Назва компонентів спектру	Частотний діапазон, Гц	Період, сек
HF	0,4 – 0,15	2,5 – 6,6
LF	0,15 – 0,04	6,6 – 25,0
VLF	0,04 – 0,015	25,0 – 66,0
ULF	Менше 0,015	Більше 66,0

Для тривалих записів використовують також додаткові компоненти – ультранизькочастотні (Ultra Low Frequency (ULF)). HF компонент пов'язаний з дихальними рухами і відображає вплив на роботу серця блукаючого нерва. LF компонент характеризує вплив на серцевий ритм як симпатичного відділу, так і парасимпатичного. VLF і ULF компоненти відображають дію різних факторів, до яких відносять, наприклад, судинний тонус, систему терморегуляції і ін. Важливими параметрами є також TF – загальна потужність спектра, індекс централізації ІС (обчислюється за формулою $(HF + LF) / VLF$) і індекс вагосимпатичних взаємодій LF / HF . TF – дозволяє оцінити сумарну активності впливів на ритм серця вегетативної нервової системи. LF / HF – характеризує баланс впливу на серце парасимпатичного і симпатичного відділів.

При обробці сигналів зі змінними частотно-часовими параметрами найбільш перспективним у наш час є використання вейвлет-аналізу, а саме такзване вейвлет-перетворення, яке має безсумнівні переваги перед іншими. Перетворення Фур'є, яке часто використовується, представляє сигнал, заданий в часовій області у вигляді розкладання по ортогональних базисних функціях (синусам і косинусам), виділяючи частотні компоненти. Недолік перетворення Фур'є полягає в тому, що частотні

компоненти не можуть бути локалізовані в часі. Це обумовлює його застосовність тільки до аналізу стаціонарних сигналів.

Більшість медичних сигналів має складні частотно-часові характеристики. Часто такі сигнали складаються з близьких за часом, короткоживучих високо-частотних компонентів і довготривалих, близьких по частоті низькочастотних компонентів. Для аналізу таких сигналів потрібен метод, що забезпечує хороше дозвіл по частоті і по часу. Перше потрібно для локалізації низькочастотних складових, друге – для дозволу компонентів високої частоти. У разі вейвлет-перетворення нестационарний сигнал аналізується шляхом розкладання по базисних функціях, отриманим з деякого прототипу шляхом стиснень, розтягнень і зсувів. Розрізняють дискретне і безперервне Вейвлет-перетворення, які можна застосовувати як для безперервних, так і для дискретних сигналів. Сигнал аналізується шляхом розкладання по базисних функціях, отриманим з деякого прототипу. Функція-прототип називається аналізують (материнським) вейвлетом.

IV. Системи аналізу ВСР

Метод моніторингу ЕКГ є одним з найважливіших неінвазивних інструментів діагностики серцевих захворювань. В наш час значного поширення та вдосконалення набула телекомунікаційна інфраструктура. Представлена велика кількість підходів, спрямованих на розвиток телеметричних кардіологічних пристроїв. Телеметричні пристрої ЕКГ дозволяють легко і швидко контролювати ЕКГ пацієнтів з підозрою на серцеві дизфункції. Сучасні системи аналізу ВСР дозволяють отримувати зображення спектрограм через певні проміжки часу для оцінки динаміки компонентів спектра під час дослідження.

В наш час розроблена велика кількість апаратно-програмних комплексів для реалізації методики кардіоінтервалографії. Враховуючи сучасні реалії наряду із якістю одержуваних результатів та функціональними можливостями апаратів одним із важливих аспектів є їх ціна. Нижче наведено перелік найпоширеніших апаратів, які використовуються в Україні через їх мультифункціональність та відносну, в порівнянні з західноєвропейськими та американськими аналогами, дешевизну.

1. Апаратно-програмний комплекс «Vari-

кард» (Інститут впровадження нових медичних технологій «Рамена», м. Рязань);

2. Комп'ютерні системи «Віта-Ритм», «ВНС-Ритм», «ВНС-Віта» і «ВНС-Спектр» (Фірма «Нейрософт», м. Іваново);

3. Комп'ютерний електрокардіограф «Карди» (Фірма «Медичні комп'ютерні системи», м. Зеленоград);

4. Апаратно-програмний комплекс АПК-РКГ (ЗАТ «Мікор», м. Челябінськ);

Всі зазначені апаратно-програмні комплекси працюють спільно з комп'ютером і забезпечують формування динамічних рядів кардіоінтервалів з частотою дискретизації електрокардіографічного сигналу до 1000 Гц і вище. Точність вимірювання RR-інтервалів ± 1 мс. Проте в сучасних реаліях актуальним є проведення моніторингу стану пацієнта в амбулаторних умовах. Пацієнти з серцевими проблемами, а також здорові люди тепер можуть реєструвати сигнали ЕКГ і відправляти їх лікарям або медичним центрам з використанням телекомунікаційних технологій, що дозволяє включити запис ЕКГ незалежно від місця і часу. З'явилися різні пристрої які забезпечують зручність у повсякденному використанні при носінні на ремнях чи під одягом. За останні кілька років з'явилося безліч додатків для вимірювання ЕКГ з використанням смартфонів або спеціалізованих портативних приладів. Однак якість записаних сигналів залишається основною перешкодою для заміщення сигналів, записаних стандартними мокрими адгезивними електродами, які як і раніше є переважними для довготривалого запису. Погана якість сигналу і, як наслідок, низька клінічна значимість є основною причиною нечіткої класифікації та помилкової інтерпретації серцевих скорочень з артефактами. Тому використання смартфонів є недоцільним та немає функціонального обґрунтування.

Ми пропонуємо використання сучасних апаратно-програмних комплексів, що засновані на використанні бездротових технологій що могли б містити як довгострокові так і короткотривалі режими запису та могли проводити моніторинговий аналіз ритмограм по дисперсії. При виході за межі норми вони могли б забезпечувати передачу інформації на сервер для збирання даних та подальшу відправку в медичний заклад для детального аналізу (рис. 5).



Рис. 5. Діаграма принципів компонентів апаратно-програмного комплексу для моніторингового аналізу ритмограм

V. Заключення

Теоретичні основи аналізу ВСР повинні служити завданням клінікофізіологічної інтерпретації результатів досліджень. Успіх впровадження нової методології в практику багато в чому залежить від наявності адекватних технічних засобів. Аналіз ВСР пов'язаний з використанням апаратно-програмних комплексів, які повинні забезпечити надійне знімання інформації, надійне розпізнавання та вимірювання кардіоінтервалів з побудовою тимчасових динамічних рядів і застосування до них стандартизованих математичних процедур аналізу. Використання апарату вейвлет-аналізу для обробки медичної інформації є найбільш перспективним у порівнянні з іншими методами. Саме його використання дозволяє виявити ключові діагностичні ознаки і отримати частотно-часову характеристику досліджуваного сигналу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] D. Zhemaitite, "Statistical analysis of the sinusal activity in normal and pathological states. In: *Methods of mathematical analysis of the heart rhythm*", Nauka: Moscow, Russia, 1967.
- [2] R. Baevskii, "Analysis of heart rate variability in space medicine. *FiziolCheloveka*", 2002, pp.70–82.
- [3] L. Mainardi, "On the quantification of heart rate variability spectral parameters using time-frequency and time-varying methods", *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 367, no. 1887, pp. 255-275, 2009.
- [4] E. Miranda Dantas, M. Lima Sant'Anna, R. Varejão Andreão, C. Pereira Gonçalves, E. Aguiar Morra, M. Perim Baldo, "Spectral analysis of heart rate variability with the autoregressive method: What model order to choose?", *Computers in Biology and Medicine*, vol. 42, no. 2, pp. 164-170, 2012.
- [5] "Структуры регуляции управления ритма сердца и обработка ритмограммы | iLab", *Паб.xmedtest.net*, 2018. [Online]. Available: <http://ilab.xmedtest.net/?q=node%2F5986>. [Accessed: 10- Mar- 2018].
- [6] Л. Шилович, "Перспективы диагностического применения метода анализа вариабельности сердечного ритма в спорте (обзор литературы)", *Проблемы здоровья и экологии*, pp. 59-63, 2012.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Шевчук А., Худецкий И., Антонова-Рафи Ю.

Факультет биомедицинской инженерии

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Киев, Украина

nastena.krasa@gmail.com

Реферат – Объективная оценка работы сердца интегративной характеристикой, позволяющей комплексно и системно оценить функциональное состояние здоровья человека в целом. Анализ variability сердечного ритма - это технология изучения и оценки вегетативной регуляции физиологических функций, связанная с использованием программно-аппаратных комплексов, которые должны обеспечить надежное снятие информации, надежное распознавание и измерение кардиоинтервалов с построением временных динамических рядов и применения к ним стандартизированных математических процедур анализа. В настоящее время актуальной является разработка прогностических моделей на основе оценки текущего функционального состояния организма с помощью автоматизированных комплексов для анализа и визуализации RR-интервального ряда.

Анализ ВСП связан с использованием аппаратно-программных комплексов, которые должны обеспечить надежный съем информации, надежное распознавание и измерение кардиоинтервалов с построением временных динамических рядов и применения к ним стандартизированных математических процедур анализа. Использование аппарата вейвлет-анализа для обработки медицинской информации является наиболее перспективным по сравнению с другими методами. Именно его использование позволяет выявить ключевые диагностические признаки и получить частотно-временную характеристику исследуемого сигнала.

Мы предлагаем использование современных аппаратно-программных комплексов, основанных на использовании беспроводных технологий которые могли бы содержать как долгосрочные, так и краткосрочные режимы записи и могли проводить мониторинговый анализ риторов по дисперсии. При выходе за пределы нормы они могли бы обеспечивать передачу информации на сервер для совпадения данных и дальнейшую отправку в медицинское учреждение для детального анализа

Ключевые слова – сердечный ритм, кардиоинтервалография, ритмограмма, спектральный анализ.

THE TECHNIQUE OF APPLYING WAVELET ANALYSIS TO ASSESS THE FUNCTIONAL STATE OF THE HUMAN BODY

Shevchuk A., Khudetskyy I., Antonova-Rafi Y.
Faculty of Biomedical Engineering
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Kyiv, Ukraine
nastena.krasa@gmail.com

Abstract – An objective evaluation of the heart's work by an integrative characteristic that allows a complex and systemic assessment of the functional state of human health as a whole. The analysis of heart rate variability is a technology for studying and evaluating the vegetative regulation of physiological functions associated with the use of software and hardware complexes that must provide reliable information retrieval, reliable recognition and measurement of cardio intervals with the construction of temporary dynamic series and the application of standardized mathematical analysis procedures to them. At present, development of prognostic models based on the evaluation of the current functional state of the organism using automated complexes for analysis and visualization of the RR-interval series is actual.

HRV analysis is associated with the use of hardware and software systems that must ensure reliable information retrieval, reliable recognition and measurement of cardio intervals with the construction of temporary dynamic series and the application of standardized mathematical analysis procedures to them. The use of the wavelet analysis apparatus for processing medical information is the most promising in comparison with other methods. It is his use that allows us to identify key diagnostic features and obtain a frequency-time characteristic of the signal under study.

We propose the use of modern hardware and software systems based on the use of wireless technologies that could contain both long-term and short-term recording modes and could conduct a monitoring analysis of the rhetoric of dispersion. If they go beyond the limits of the norm, they could provide the transfer of information to the server for the coincidence of data and further dispatch to a medical institution for detailed analysis

Key words – heart rhythm, cardiointervalography, rhythmogram, spectral analysis.