

Ключевые слова: неалкогольная жировая болезнь печени, сахарный диабет 2-го типа, ожирение, лептин, резистин, фактор некроза опухолей альфа.

Influence of adipokines on morpho-functional liver state in patients with nonalcoholic fatty liver in combination with type 2 diabetes mellitus depending on phenotype

L. ZHURAVLEVA, O. OGNEVA

Summary. *There were examined 70 patients with nonalcoholic fatty liver disease combined with type 2 diabetes mellitus with normal weight and obesity and 20 healthy individuals. It was established the relationship between the levels of leptin, resistin, tumor necrosis factor-alpha and morpho-functional state of liver in these patients. It was noted the significant increase in plasma levels of leptin, resistin, tumor necrosis factor-alpha in patients with this comorbid pathology.*

Key words: *non-alcoholic fatty liver disease, type 2 diabetes mellitus, obesity, leptin, resistin, tumor necrosis factor-alpha.*

УДК 616.12-008.318.1

Можливості електрокардіографії 4-го покоління у функціональній діагностиці найбільш поширених захворювань серця

**А.П. КАЗМІРЧУК, І.А. ЧАЙКОВСЬКИЙ, Г.В. МЯСНИКОВ,
С.В. СОФІЄНКО, К.В. РИХЛІК**

Резюме. *Проаналізовано етапи розвитку електрокардіографічної діагностики. Подано визначення електрокардіографії 4-го покоління. На основі власного досвіду проаналізовано можливості різних сучасних методів аналізу електрокардіограми.*

Ключові слова: *електрокардіографія 4-го покоління, ішемія міокарда, інформаційні технології, сигнал-усереднена електрокардіограма.*

Електрокардіографія (ЕКГ), незаперечно, є найдавнішим методом функціональної діагностики в кардіології. Винахідником ЕКГ зазвичай називають голландського фізіолога Вілема Ейнтховена (Willem Einthoven). Менш відомо, що перша ЕКГ була зареєстрована британським лікарем і фізіологом Августом Валером (Augustus Waller) ще у 1887 р. В. Ейнтховен суттєво удосконалив електрокардіограф і у 1893 р. запропонував сам термін «ЕКГ», а також сучасну номенклатуру зубців та інтервалів кардіограми [13]. У 1905 р. почалося серійне виробництво електрокардіографів (до речі, компанію очолював син Чарльза Дарвіна). Незважаючи на поважний вік, ЕКГ і на теперішній час залишається найбільш поширеним, доступним і дешевим методом об'єктивного дослідження серця.

Доводиться констатувати, що, незважаючи на значні успіхи при вирішенні питань прогнозу, терапії та профілактики серцево-судинних захворювань, смертність від цієї патології збільшується. Особливо небезпечною є ситуація в Україні. Серцево-судинна патологія у 62,5% є причиною смерті, що значно більше, ніж у розвинутих країнах [3].

Багато в чому рішення цієї проблеми залежить від ефективної та своєчасної, тобто ранньої, діагностики патологічних змін у серцевому м'язі. Але чутливість і специфічність звичайного ЕКГ-дослідження недостатньо високі. Так, наприклад, показано, що ЕКГ у спокої, оцінена за загальноприйнятими критеріями, залишається нормальною приблизно у 50% хворих із хронічною ішемічною хворобою серця, зокрема під час епізодів дискомфорту у грудній клітині [15].

Протягом останніх 20 років отримали розвиток нові методи ЕКГ-діагностики та почав формуватися новий напрям – неінвазивна електрофізіологія [2]. Вона базується на сучасних методах цифрової обробки ЕКГ-сигналу, які дозволяють вимірювати та оцінювати дані, не доступні для стандартного методу оцінки. Сучасні ЕКГ-системи є досягненням нових методів математичного опису та обробки даних вимірювань ЕКГ з використанням в аналізі складних нових характеристик і параметрів та графічним представленням отриманих результатів.

Сучасні комп'ютерні технології реєстрації та аналізу ЕКГ дозволяють суттєво підвищувати цінність ЕКГ-обстеження, тобто виявляти патологічні зміни на ранніх стадіях, коли рутинна ЕКГ неінформативна. У них більш строго реалізується біофізично обґрунтований підхід до параметризації кардіоелектричного потенціалу, що потребує спеціального перетворення вимірних сигналів відведень на основі додаткових відомостей про фізичну структуру органів. Таке перетворення пов'язане з більш-менш глибоким зануренням у сферу біофізики та електрофізіології серця. Тут ключову роль відіграють методи обробки даних на основі математичних моделей, що відповідають електродинамічній системі «електричний генератор серця – об'ємний провідник тіла». При цьому високої точності вдається добитися при дослідженнях у стані спокою, тобто способом, найбільш комфортним і безпечним для хворого і економним щодо затрат праці медичного персоналу.

Мета даної роботи – на основі власних досліджень дати аналіз сучасних методів оцінки електричної активності серця у стані спокою за даними зовнішньої ЕКГ у 12-ти або більше відведеннях, а також у 3-х ортогональних відведеннях, реконструйованих з 12-ти загальноприйнятних. Ці методи інколи називають ЕКГ 4-го покоління, вважаючи, що ЕКГ 1-го покоління – це «ручне» вимірювання амплітудно-часових

показників ЕКГ та візуальний аналіз кривих, ЕКГ 2-го покоління – автоматичне вимірювання амплітудно-часових показників ЕКГ та, як і на попередньому етапі, візуальний аналіз кривих, ЕКГ 3-го покоління – автоматичне вимірювання та автоматична ЕКГ-діагностика з формуванням синдромального висновку. Отже, автоматизовані засоби 2-го та 3-го покоління лише дублюють та полегшують функції людини – лікаря функціональної діагностики. Але надії, які покладали на ЕКГ 3-го покоління (та великі ресурси, витрачені для її розроблення), виправдалися далеко не повною мірою [4]. У багатьох випадках інтерпретація ЕКГ досвідченим лікарем на основі спрощеної евристики значно достовірніше автоматичних результатів, отриманих комп'ютером за допомогою складних алгоритмів. Деякі дослідники навіть заговорили про «методичне насичення» методу ЕКГ, тобто досягнення максимально можливих показників діагностичної ефективності ЕКГ у спокої, які неможливо поліпшити.

Поява методів 4-го покоління аналізу ЕКГ спростувала цю думку. Принципова відмінність ЕКГ 4-го покоління полягає в тому, що інформація, яку подають ці методи аналізу, жодним чином не може бути отримана за допомогою візуального аналізу даних без використання відповідного програмного забезпечення. Методи 4-го покоління можна розділити на 2 групи. Перша група об'єднує підходи, які ґрунтуються лише на удосконалених методах аналізу даних, більш інформативних критеріях і біомаркерах, а ЕКГ реєструють звичайним способом. Друга група методів охоплює і нові технічні засоби реєстрації сигналу, які дозволяють вимірювати такі аспекти електричної діяльності серця, які не доступні при звичайному ЕКГ-дослідженні.

Усі ці методи мають загальний патофізіологічний базис. Усі вони спрямовані на оцінку електричної однорідності міокарда різними засобами. При цьому чим більша неоднорідність міокарда з електричної точки зору (чим більша дисперсія генерованих трансмембранних потенціалів дії за амплітудою та довжиною), тим більша ймовірність серйозних серцево-судинних подій.

Важливо відзначити, що однією з основних сфер застосування технологій 4-го покоління є скринінг кардіологічних захворювань.

Доцільність ЕКГ-скринінгу найбільш поширених захворювань серця, насамперед ішемічної хвороби серця (ІХС), з точки зору співвідношення ціна/ефект інтенсивно обговорюється. Раннє виявлення ішемії міокарда за допомогою ЕКГ у спокої або амбулаторної ЕКГ в осіб старше 40 років без симптомів ІХС, з нетиповими болями в грудній клітці або зі стабільною стенокардією низького функціонального класу знижує ризик виникнення серйозних серцево-судинних подій, однак чутливість рутинного ЕКГ-обстеження невисока, а вартість за умови проведення масового обсте-

ження дуже значна [24]. Тому для збільшення ефективності ЕКГ-скринінгу необхідно вирішити два завдання: з одного боку, максимально здешевити і спростити процедуру обстеження та інтерпретації результатів, з іншого – збільшити чутливість тесту. ЕКГ 4-го покоління скерована на вирішення обох цих завдань.

Найвідомішим з методів першої групи технологій ЕКГ 4-го покоління є так звана сигнал-усереднена ЕКГ. Загалом з погляду семантики сигнал-усереднена ЕКГ – це ЕКГ, отримана шляхом усереднення декількох ЕКГ-комплексів з метою покращення якості сигналу. Процедуру усереднення застосовують у багатьох сучасних методах аналізу ЕКГ, але в науковій літературі, як вітчизняній так і англомовній, на жаль, укріпилося вузьке сприйняття терміна «сигнал-усереднена ЕКГ» (ЕКГ високої роздільної здатності). Так звичайно називають аналіз пізніх потенціалів, тобто часове і спектральне дослідження низькоамплітудних і високо-частотних сигналів у кінцевій частині комплексу QRS і початковій частині сегмента ST. Цей метод використовують досить широко, є курівництва різних кардіологічних товариств (наприклад, Американського кардіологічного коледжу) [11]. Доведено цінність аналізу пізніх потенціалів для визначення ризику виникнення шлуночкової тахікардії у хворих, які перенесли інфаркт міокарда. Менш вагомі, але все-таки достатні докази дозволяють вважати цей метод корисним також для визначення ризику виникнення шлуночкової тахікардії у хворих з некоронарогенною кардіоміопатією [22]. Удосконаленням цього методу є аналіз пізнього зубця Р, який використовують для оцінки ризику виникнення пароксизмів фібриляції передсердь [14].

Проте можна сказати, що останнім часом аналіз пізніх потенціалів починає витісняти більш нові та сучасні методи аналізу ЕКГ, які поки що не пройшли випробування так широко, як аналіз пізніх потенціалів, але є більш перспективними з погляду їхньої цінності для визначення ризику виникнення серцево-судинних подій.

Найбільш цікавим і електрофізіологічно обґрунтованим ми вважаємо аналіз морфології (форми) зубця Т ЕКГ. Математично цей метод є розкладом електрокардіосигналу за значеннями в особливих (сингулярних) точках з аналізом головних компонент [16]. У рамках цього методу вираховують так званий коефіцієнт складності зубця Т. Цей коефіцієнт показує, наскільки форма зубця Т ЕКГ, яку досліджують, може бути описана простою дипольною моделлю джерела електрокардіосигналу і, відповідно, який внесок більш складних джерел. Чим вищий цей коефіцієнт, тим більш неоднорідний міокард в електричному відношенні. Цей аналіз морфології зубця Т показав себе добрим предиктором ризику серцево-судинних подій у загальній популяції

населення [19], серед молодих спортсменів [20], у хворих, які перенесли інфаркт міокарда. Є й інші, простіші, підходи до аналізу форми зубця Т ЕКГ. У цьому контексті слід зупинитися на аналізі ЕКГ у фазовому просторі, який є графіком, на якому значення кожної змінної показано залежно від решти змінних у той самий момент часу. Якщо система описується двома змінними, то фазовий простір має два вимірювання, причому кожній змінній відповідає одне вимірювання. У цьому випадку фазовий простір є фазовою площиною, тобто прямокутною системою координат, по осях якої відкладають значення двох змінних, які аналізують. Отже, суть технології полягає в тому, що в кожній точці початкового ЕКГ-сигналу в часовій області $x(t)$ кількісними методами оцінюють його першу похідну dx/dt , а все подальше оброблення здійснюють на фазовій площині в координатах $x(t) - dx/dt$. Такий підхід до аналізу ЕКГ використовують досить давно, щонайменше з кінця 70-х років минулого століття [18]. У російськомовній літературі аналіз ЕКГ у фазовому просторі вперше був запропонований Л. Фрумїним та М. Штарком [8]. У цій та більш ранніх англомовних роботах фазовий аналіз використовували лише для більш наочної та точної діагностики порушень ритму серця.

У Міжнародному науково-навчальному центрі інформаційних технологій та систем НАН и МОН України протягом кількох років розвивається інший підхід до фазового аналізу ЕКГ. Така обробка передбачає розділення фазової траєкторії на окремі серцеві цикли, селекцію траєкторій з однаковою морфологією (відбракування ненадійних траєкторій, викликаних артефактами або екстрасистолами), усереднення траєкторій у фазовому просторі з подальшою оцінкою «еталонного циклу» по усередненій фазовій траєкторії [7].

Отже, у цій роботі оцінюють саме показники форми усередненої фазової траєкторії, а траєкторії ектопічних кардіокомплексів не беруть до уваги, тоді як в інших згаданих вище роботах, присвячених фазовому аналізу ЕКГ, навпаки, саме вони є предметом аналізу. Нами запропоновано ряд кількісних показників для аналізу форми усередненої фазової траєкторії, найбільш чутливим з яких виявився показник симетрії β_T , тобто відношення максимальної швидкості на висхідному коліні хвилі Т до максимальної швидкості на низхідному коліні хвилі Т (при позитивному Т), тобто $\beta_T = D_2 / D_1$ (D 1) (на рисунку D₁), або відношення максимальної швидкості на низхідному коліні хвилі Т до максимальної швидкості на висхідному коліні хвилі Т (при негативному Т), тобто $\beta_T = D_1 / D_2$ (D 2) (на рисунку D₂) (рис. 1).

Продемонстровано діагностичну цінність такого підходу до аналізу ЕКГ у багатьох клінічних ситуаціях, зокрема під час аналізу лише одного ЕКГ-відведення [10].

Також певний резерв підвищення діагностичної інформативності при оцінці патернів реполяризації може бути пов'язаний з розробкою моделей математичного опису сегмента ST і зубця Т деякими апроксимуючими функціями [1].

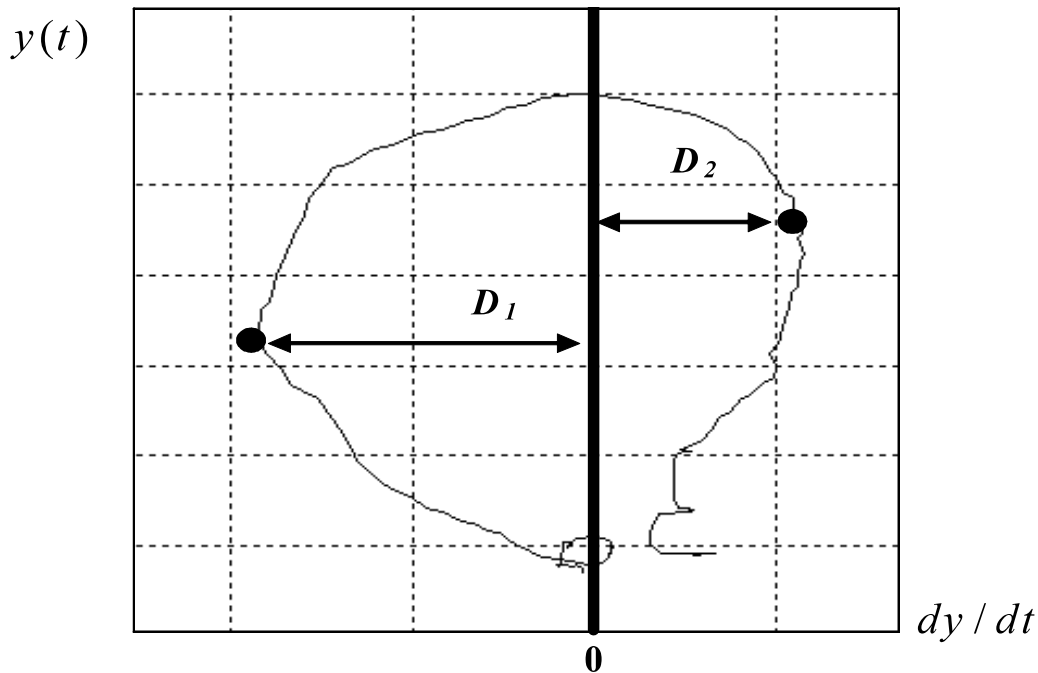


Рис. 1. Фрагмент усередненої фазової траєкторії ЕКГ, що відповідає зубцю Т ЕКГ

Ще одним перспективним підходом є так званий високочастотний аналіз комплексу QRS. Він полягає у підрахуванні потужності сигналу у полосі 150–250 Гц у центральній частині комплексу QRS ЕКГ. Показано, що зниження цього показника є достовірним предиктором ішемії міокарда як при гострому коронарному синдромі, так і при хронічній, зокрема безсимптомній ішемії [23].

Важливо згадати простий і зрозумілий підхід, оснований на розрахунку просторового кута між вершинами комплексу QRS і зубця Т ЕКГ. Цей показник, по суті, є удосконаленим шлуночковим градієнтом Вільсона (Wilson), відомим з 1934 р. В останні роки проведено досить масштабні дослідження, які показали, що цей простий показник є сильним предиктором серцево-судинних подій і смертності у загальній популяції, особливо серед жінок [21].

Наприкінці минулого і на початку нашого століття досить широко використовували такий ЕКГ-показник електричної однорідності міокарда, як просторову дисперсію інтервалу Q–T, тобто різницю між найдовшим та найкоротшим інтервалом Q–T у 12 відведеннях. Останнім часом цей показник піддають критиці, але, безумовно, він ще не вичерпав свого потенціалу [17].

Цікавим та обґрунтованим є підхід, розроблений Л. Тітомиром [5], який називається дипольною електрокардіотопографією (ДЕКАРТО). Це метод наочного відображення та аналізу інформації, отриманої за допомогою трьох ортогональних відведень. Він є квазікартуванням електричного процесу у шлуночках серця на основі ортогональної ЕКГ, базується на використанні моделі хвилі деполяризації шлуночків, яка відображується електричним вектором серця. Компоненти цього вектора пропорційні відповідним сигналам ортогональних відведень. У кожний момент часу фронт деполяризації спроектований на сферичний квазіперикард (сфера з центром у геометричному центрі шлуночків, що охоплює серце) у вигляді сферичного сегмента. Основна ділянка застосування цього методу – гострий коронарний синдром, прогноз найближчих та віддалених результатів лікування гострого інфаркту міокарда.

Нарешті, в окрему підгрупу слід виділити методи, засновані не на аналізі опосередкованих електрокардіосигналів, а навпаки, на варіабельності тих чи інших характеристик окремих кардіокомплексів за визначений проміжок часу. Треба відрізнити дані методи від аналізу варіабельності ритму серця, коли аналізують не параметри власного кардіоциклу, а лише інтервали R–R.

Методів оцінок варіабельності тих чи інших елементів кардіосигналу від комплексу до комплексу чимало. Це й аналіз варіабельності амплітуди зубця T на мікрвольтному рівні, і деякі інші. Найпоширенішим із них є аналіз тривалості варіабельності інтервалу Q–T (Q–TV). Цей показник також використовують для оцінки ризику небезпечних для життя шлуночкових аритмій у хворих з діагностованими захворюваннями серця [12].

Окремо потрібно зупинитися на методі дисперсійного картування, розробленому російськими науковцями, бо він отримав певне поширення і в Україні в рамках ЕКГ-системи «Кардіовізор» [6].

Метод заснований на вимірюванні малих, низькоамплітудних флуктуацій ЕКГ-сигналу (3–5% від амплітуди зубця R) у послідовних ЕКГ-комплексах, які аналізують за допомогою методів нелінійної динаміки. Такому аналізу підлягають усі зубці та інтервали кардіоциклу. Аналізують три стандартні відведення ЕКГ. Дають також топічну діагностику патологічних змін. Автори стверджують, що метод можна застосовувати для оцінювання функціонального стану міокарда та діагностики широкого спектру захворювань серця, зокрема гострого інфаркту міокарда.

Наведений огляд далеко не повний. Існують й інші сучасні методи аналізу ЕКГ, автори яких наполягають на їх високій ефективності. В усьому цьому різноманітті лікар-клініцист легко може «потонути». Тому потрібно створити інформаційні технології, які узагальнюють дані, отримані за допомогою декількох сучасних комп'ютеризованих методів аналізу ЕКГ, і пропонують лікарю інтегральний коефіцієнт, який показує імовірність того чи іншого захворювання серця або серцево-судинної події [9]. Стосовно цього треба відзначити результати, отримані лабораторією функціональної діагностики Національної аерокосмічної адміністрації (NASA) США у Хьюстоні.

Варто сказати, що подальший розвиток ЕКГ 4-го покоління неможливий без математичного і комп'ютерного моделювання. Однак є помітний розрив між моделями електричної активності серця на високому рівні структурного розподілу об'єкта та емпіричними у більшості випадків моделями, які використовують для пояснення зв'язку електрофізіологічних феноменів у серці на вісцеральному рівні зі змінами ЕКГ. Це насамперед стосується вивчення механізмів патологічних змін ЕКГ при ішемії міокарда у зв'язку зі збільшенням його електричної неомогенності і, як наслідок, його нестабільності. З огляду на суперечливість низки експериментальних даних, така ситуація ускладнює розроблення нових алгоритмів діагностики ішемії на її ранніх стадіях, а також методів кількісного опису деяких проявів на ЕКГ – порушень процесів активації і реполяризації м'яза серця в термінах єдиної моделі.

Аналіз робіт з дослідження механізмів патологічних змін параметрів ЕКГ наводить на думку, що практично єдиною можливістю проблемно-орієнтовано дослідити гіпотези про зв'язок параметрів серця з параметрами деполяризації та реполяризації міокарда, вимірюваними на ЕКГ, є використання адекватних біофізичних моделей у рамках спеціально розроблених сценаріїв-гіпотез розвитку основних захворювань серця, насамперед ішемії. Під адекватними моделями ми розуміємо моделі «клітинного» автомата [1]. Для оцінювання результатів моделювання слід застосовувати, наскільки це можливо, методи пошуку аналогів на матеріалі верифікованих вибірок ЕКГ реальних пацієнтів. Потрібен, на нашу думку, системний підхід до проблеми, що поєднує математичне, комп'ютерне та фізіологічне моделювання електричної активності серця з дослідженнями електричного поля серця людини в лабораторних умовах і в клініці на основі адекватних моделей досліджуваного явища. Потрібне також уточнення моделей у термінах динаміки розподілу в шлуночках різних форм трансмембранних потенціалів дії, що генеруються у ході поширення хвилі збудження.

Розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій дав новий поштовх ЕКГ. ЕКГ-сигнал, що легко реєструється та перетворюється в

цифрову форму, нібито «провокує» лікарів і математиків на співробітництво під девізом Галілео Галілея: «Виміряти усе, що піддається вимірюванню, зробити вимірюваним усе, що раніше не піддавалося вимірюванню». Результатом такого співробітництва є створення нових ефективних методів ЕКГ-діагностики, які з часом знайдуть місце у кожній клініці та лікарському офісі і, можливо, замінять традиційну ЕКГ.

Висновки

1. Електрокардіографія 4-го покоління, тобто нові методи перетворення та аналізу електрокардіографічного сигналу, подають інформацію, яка жодним чином не може бути отримана за допомогою візуального аналізу даних без використання відповідного програмного забезпечення.

2. Використання методів 4-го покоління різко підвищує інформативність електрокардіографічного дослідження.

Література

1. Ишемия миокарда и ее отражение на электрокардиограмме: биофизические модели и реальные измерения / О.В. Баум [и др.] // Биофизика. – 2010. – Т. 55, № 5. – С. 41–51.

2. Иванов Г.Г. Новые методы анализа электрокардиограммы / Г.Г. Иванов // Функциональная диагностика. – 2008. – № 4. – С. 67–71.

3. Корнацький В.М. Проблеми здоров'я суспільства та продовження життя / В.М. Корнацький. – К. : Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска, 2006. – 46 с.

4. Новые методы электрокардиографии / под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина. – М. : Техносфера, 2007. – 549 с.

5. Титомир Л.И. Электрокардиографическое квартирование / Л.И. Титомир, Н.Е. Баринава. – М. : Методическое пособие, 2006. – 51 с.

6. Сула А.С. ЭКГ-анализатор КардиоВизор-06с: новые возможности ишемии миокарда при скрининговых обследованиях / А.С. Сула, Г.В. Рябыкина, В.Г. Гришин // Функциональная диагностика. – 2003. – № 2. – С. 69–77.

7. Файнзильберг Л.С. Компьютерный анализ и интерпретация электрокардиограмм в фазовом пространстве / Л.С. Файнзильберг // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2004 – № 1. – С. 32–46.

8. Фруммин Л.Л. О фазовом портрете электрокардиограммы / Л.Л. Фруммин, М.Б. Шарк // Автометрия. – 1993 – № 2. – С. 51–54.

9. Чайковский И. Прогресс в клинической электрокардиографии: новые биомаркеры и информационные технологии / И. Чайковский // Лекарь. – 2008. – № 4. – С.20–26.

10. Чайковский И.А. Медицинские аспекты применения устройства ФАЗАГРАФ в клинической практике и в домашних условиях / И.А. Чайковский, Л.С. Файнзильберг. – К. : МНУЦ ИТИС, 2009. – 74 с.

11. ACC Consensus Document on Signal-Averaged Electrocardiography // JACC. – 1996. – Vol. 27(1). – P. 238–249.

12. Beat-to-beat repolarization lability identifies patients at risk for sudden cardiac death / W.L. Atiga [at al.] // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 1998 . – Vol. 9(9). – P. 899–908.

13. Brucer M. Norman "Jeff" Holter, (1914–1983), a Historical Note and, as It Must be, an Obituary / M. Norman Brucer // J. Nucl. Med. – 1984. – Vol. 25 – P. 132–133.

14. Risk for atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy assessed by signal averaged P wave duration / F.Cecchi [at al.] // Heart. – 1997. – Vol. 78(1). – P. 44–49.

15. Connolly D.C. Coronary heart disease in residents of Rochester, Minnesota: Prognostic value of the resting electrocardiogram at the time of initial diagnosis of angina pectoris / D.C. Connolly, L.R. Elveback, H.A.Oxman // Mayo. Clin. Proc. – 1984. – Vol. 59. – P. 247–250.

16. T-wave morphology parameters based on principal component analysis reproducibility and dependence on T-offset position / F. Extramiana [at al.] // Ann. Noninvasive Electrocardiol. – 2007. – Vol. 12 (4). – P. 354–363.

17. Malik M. Measurement, interpretation and clinical potential of QT dispersion / M. Malik, V.H. Batchvarov // J. Am. Coll. Cardiol. – 2000. – Vol. 15; 36(6). – P. 1749–1766.

18. A detection algorithm for multiform premature ventricular contractions / C.N. Mead [at al.] // Med. Instrum. – 1978. – Vol. 12 (6). – P. 337–339.

19. Principal component analysis of the T wave and prediction of cardiovascular mortality in American Indians: the Strong Heart Study / P.M. Okin [at al.] // Circulation. – 2003. – Vol. 105(6). – P. 714–710.

20. Pelliccia A. Outcomes in Athletes with Marked ECG Repolarization Abnormalities / A. Pelliccia, F. Di Paolo, F. Quattrini at al. // N. Engl. J. Med. – 2008. – Vol. 358. – P. 152–161.

21. Electrocardiographic Abnormalities That Predict Coronary Heart Disease Events and Mortality in Postmenopausal Women / P. Rautaharju [at al.] // Circulation. – 2006. – Vol. 113. – P. 473–480.

22. Abnormalities suggestive of cardiomyopathy in patients with type 2 diabetes of relatively short duration / J.F. Robillon [at al.] // Diabet. Metab. – 2004. – Vol. 20(5). – P. 473–480.

23. Real-Time 12-Lead High-Frequency QRS Electrocardiography for Enhanced Detection of Myocardial Ischemia and Coronary Artery Disease / T. Schlegel [at al.] // Mayo Clinic. Proc. – 2004. – Vol. 79. – P.339–350.

24. Stanford W. Screening of coronary artery disease: is there a cost-effective way to do it? / W. Stanford // Am. J. Card. Imaging. – 1996. – Vol. 10(3). – P. 180–186.

Возможности электрокардиографии 4-го поколения в функциональной диагностике наиболее распространенных заболеваний сердца

**А.П. КАЗМИРЧУК, И.А. ЧАЙКОВСКИЙ, Г.В. МЯСНИКОВ,
С.В. СОФИЕНКО, Е.В. РЫХЛИК**

Резюме. Проанализированы этапы развития электрокардиографической диагностики. Дано определение электрокардиографии 4-го поколения. На основе

собственного опыта проанализированы возможности различных современных методов анализа электрокардиограммы.

Ключевые слова: электрокардиография 4-го поколения, ишемия миокарда, информационные технологии, сигнал-усредненная электрокардиограмма.

**Value of electrocardiography of 4-th generatipon
in functional diagnostic of the most common heart diseases**

**A. KAZMIRCHUK, I. CHAIKOVSKY, G. MJASNIKOV,
S. SOFIENKO, K. RYSCHLIK**

Summary. *Stages of electrocardiography development are analyzed. Definition for electrocardiography of 4-th generation is determined. Value of different modern approaches for ECG interpretation is discussed based on experience of own researches.*

Key words: *electrocardiography of 4-th generation, myocardial ischemia informatical technologies, signal-averaged electrocardiogram.*

УДК 616.12:616.127

**Взаємозв'язок показників виживання та інтегральної
функції міокарда за різних патернів ремоделювання
лівого шлуночка у хворих з артеріальною гіпертензією
та ішемічною хворобою серця**

М.Ю. КОЛОМОЄЦЬ, К.О. МІХАЛЄВ, Т.Я. ЧУРСІНА

Резюме. *Стаття присвячена дослідженню змін і взаємозв'язків показників інтегральної функції міокарда та виживання за шкалою Seattle Heart Failure Model у континуумі патернів ремоделювання лівого шлуночка у пацієнтів з артеріальною гіпертензією та ішемічною хворобою серця. Встановлене порушення інтегральної функції міокарда в умовах ремоделювання лівого шлуночка при прогресуванні серцевої недостатності у зазначеній категорії пацієнтів, що корелює з погіршенням показників виживання.*

Ключові слова: *виживання, міокард, лівий шлуночок, артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця.*

Упровадження індивідуалізованого або «пацієнт-орієнтованого» підходу в контексті серцево-судинного континууму (ССК) передбачає застосування інтегральних інструментів оцінки функціонування міокарда, зокрема лівого шлуночка (ЛШ) серця, у процесі його ремоделювання [4]. Як відомо, ремоделювання ЛШ – складний патофізіологічний процес, підґрунтям якого є