

Метод статистичного аналізу векторкардіограм

В. Г. Павлов

Кафедра радіовимірювань Харківського університету

Проблема автоматизації аналізу біоелектричних процесів серця привертає все більшу увагу лікарів, інженерів та математиків. Інтерес до цієї проблеми викликаний прагненням підвищити ефективність методів постановки діагнозу та лікування серцево-судинних розладів.

Серед показників функціональної діяльності серцево-судинної системи інформація про біоелектричні процеси серця має значну діагностичну цінність.

Найпоширенішими методами реєстрації біоелектричних процесів серця тепер є електрокардіографія (ЕКГ) та векторкардіографія (ВКГ).

Векторкардіографія є цінним додатковим методом дослідження діяльності серця, який розширює можливості електрокардіографії. Векторкардіографічний метод дозволяє діагностувати деякі зміни у функціональному стані серця, які не можна виявити іншими методами дослідження, а також проводити не лише якісний, а й кількісний аналіз електричної активності серця [1]. Відомостей про автоматичне перероблення векторкардіографічної інформації в літературі нема.

Основною причиною, яка ускладнює автоматизацію аналізу ВКГ інформації, слід вважати відсутність необхідних кількісних ВКГ критеріїв, що характеризують нормальний стан та різні форми захворювань серця.

Для виявлення ВКГ закономірностей, властивих різним групам здорових і хворих людей, необхідно розробити метод аналізу ВКГ, побудований на теорії імовірності і математичної статистики. Без достатньо обґрунтованих статистичних даних неможна говорити про будь-яке застосування електронних обчислювальних машин у діагностиці та лікуванні серцево-судинних захворювань.

Парін і Баєвський [4] вказують, що тепер першорядного значення набувають дослідження по введенню якісних методів у медицину, по математизації основних біологічних уявлень, по підвищенню методичного рівня клінічних досліджень. Усе це необхідно передумови широкого впровадження обчислювальної техніки в медицину [4].

Ми поставили завдання розробити метод аналізу векторкардіограм, з допомогою якого лікарі, які займаються векторкардіографією, могли б досить об'єктивно і графічно наочно вивчати вплив різних факторів на ВКГ. Ми намагалися знайти шляхи для розробки ВКГ критеріїв, які характеризують функціональний стан здорового серця. Ми намагалися, щоб ці критерії були придатні для створення «експрес-приладу», який здійснює швидкий логіко-імовірнісний аналіз ВКГ. Завдання цього приладу встановити, чи ВКГ перебуває в межах норми або з якимось ступенем вірогідності має відхилення від норми, що вказує на необхідність додаткових досліджень.

Створення такого приладу і застосування його в поєднанні з іншими діагностичними пристроями дає широкі можливості для проведення масового профілактичного обслідування населення.

ВКГ дозволяє реєструвати біоелектричні процеси серця у часі та в двох просторових вимірюваннях, тобто оцінювати за проєкціями об'ємно-просторові характеристики біоелектричного поля серця.

ВКГ — це замкнена крива, яка огинає безконечну кількість векторів електричного поля серця. Вона є розгорнутою електричною віссю для будь-якого періоду серцевого циклу і відповідає на питання, як протягом серцевого циклу змінювались величина і напрямок усього електричного поля в проєкції на площину даних відведень. Форма, розміри і напрямок запису осцилографованої ВКГ залежать від амплітудних і фазових співвідношень динаміки біоелектричних процесів одного відведення щодо іншого. Складність аналізу ВКГ зумовлена численністю різних векторкардіографічних показників. Так, кожна ВКГ характеризується десятьма основними показниками, з яких сім мають числовий вираз. При цьому реєстрація ВКГ здійснюється у кількох проєкціях. Тому при існуючих методах аналізу лікар не лише не може оцінити всю цю сукупність параметрів, а й просто неспроможний її охопити.

Новизною запропонованого аналізу ВКГ є те, що на основі теорії імовірностей і математичної статистики розроблена методика графічного побудування так званих найімовірніших та узагальнених векторкардіограм.

Методика побудування узагальнених ВКГ полягає у запису варіаційних рядів для кожного показника ВКГ; визначенні положення центра групування і надійних інтервалів у цих рядах; графічному побудуванні найімовірніших ВКГ з позначенням кадійних меж вимірювання кутових і лінійних показників.

Оцінка розподілу ВКГ показників здійснювалась за частотою попадання значень показників до часткових інтервалів, на які розбивався весь діапазон зміни показників. [3]. Для характеристики положення центра групування значень варіаційного ряду обрана мода. Значення моди відповідає середині того часткового інтервалу, в якому

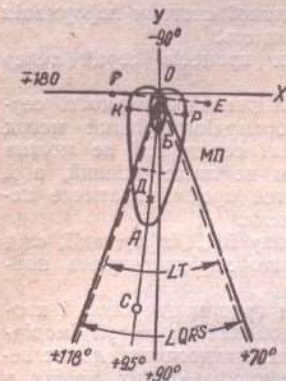
показник має найбільшу частоту. Моду ми обрали тому, що інші характеристики положення центра групування значень варіаційного ряду (середнє значення, медіана) затушовують істинний характер розподілу показників ВКГ. Проте при відсутності у розподілі показника явно вираженого максимуму, за характеристику положення центра групування ми брали медіану або середнє значення варіаційного ряду.

Оцінка розсіювання ВКГ показників у варіаційному ряду здійснюється методом надійних інтервалів, що охоплюють, як правило, не менше 95% значень даного показника. При цьому відкидаються крайові часткові інтервали варіаційного ряду, які мають незначну частоту. Таким чином усуваються можливі помилки реєстрації.

Під найімовірнішою ВКГ слід розуміти ВКГ, побудовану по модах кутових і лінійних показників для даної якісно однотипної групи людей. Узагальненою ВКГ ми назвали найімовірнішу ВКГ, для якої вказані надійні межі змін її кутових та лінійних показників.

Методику графічного побудовання узагальнених ВКГ ми розглядаємо на прикладі проведеного нами ВКГ дослідження 100 здорових жінок віком 20—40 р. Векторкардіограму у цих жінок реєстрували приладом ВЕКС-01 у пірамідальній системі прекардіальних відведень запропонованій Акуліничевим [1]. На рисунку зображена узагальнена векторкардіограма у ІІІ площині для 100 здорових жінок віком 20—40 р. Графічне зображення цієї ВКГ побудовано так. Через точку O , що відповідає початку координат, проводять осі OX і OY і позначають умовно обрану полярність. З допомогою транспортира, у градусах, відносно осі координат відкладають кут QRS і T (моди законів розподілу цих кутових показників). Суцільними лініями проводять межі надійного інтервалу кута QRS , а штриховими — кута T .

В напрямку моди кута T від точки O (ізоелектрична точка узагальненої ВКГ збігається з початком прямокутної системи координат) відкладається у масштабі $1\text{ мВ}=20\text{ мм}$ мода максимальної осі петлі T (відрізок OB , який дорівнює у даному випадку 8 мм). На цьому відрізку будується



Узагальнена векторкардіограма.
Пояснення в тексті.

са петля T — це витягнутий овал з шириною, яка дорівнює третині або чверті відрізка OB . Така овальна форма найбільш типова для петлі T . В напрямку моди кута QRS від точки O відкладають: моду максимальної осі петлі QRS (відрізок $OA=26\text{ мм}$); найменшу та найбільшу межі надійного інтервалу змін цієї осі — відрізок $OA=20\text{ мм}$ і $OC=42\text{ мм}$ відповідно.

Перпендикулярно осі OA і симетрично відносно цій осі відкладають значення максимальної ширини петлі QRS (мода—відрізок $KP=11\text{ мм}$); найменше значення надійного інтервалу (відрізок $MP=4\text{ мм}$); найбільше значення надійного інтервалу (відрізок $GE=18\text{ мм}$).

Місце проведення відрізка KP обирається залежно від найімовірнішої форми петлі QRS . Якщо петля QRS овальної форми, то відрізок KP проводять через середину відрізка OA . Для листовидної форми, як у даному випадку, відрізок KP проводять через основу петлі QRS . Найімовірніша петля QRS відповідної форми проводиться через точки $OKAP$. Порівнюючи за відповідними площинами ВКГ обстежуваної людини з узагальненою ВКГ відповідної вікової групи здорових людей, можна графічно наочно судити про ті чи інші векторкардіографічні відхилення від норми.

Побудувавши узагальнені ВКГ для однотипних груп людей з тим або іншим захворюванням серця та зіставляючи його з відповідними узагальненими ВКГ здорових людей, можна об'єктивно досліджувати ВКГ зміни, зумовлені цими захворюваннями, а також стежити за нормалізацією ВКГ в результаті лікування.

Знання статистичного розподілу кожного ВКГ показника для якісно однотипних груп людей, дозволяє скласти алгоритм логіко-імовірнісної оцінки ступеня відхилення від норми ВКГ досліджуваної людини. Електронний «експрес-прилад», який здійснює такий алгоритм, дозволить швидко аналізувати ВКГ інформацію при проведенні масових профілактичних обстежень населення, що сприятиме попередженню розвитку серцево-судинних захворювань на більш ранніх стадіях.

Література

1. Акуліничев И. Т.— Практические вопросы вектор-кардиоскопии, М., 1960.
2. Гнеденко Б. В.— Вопросы философии, 1959, 1, 85.
3. Дуин-Барковский И. В., Смирнов Н. В.— Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть), М., 1955.
4. Парин В. В., Баевский Р. М.— Кибернетика в медицине и физиологии, М., 1963.