

УДК 616.12-008.318.1-053.2:612.172/.176.4-073.97

СИМЕТРІЯ ЗУБЦЯ Т НА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМІ ЯК МАРКЕР КАРДІОМЕТАБОЛІЧНОГО РИЗИКУ У ШКОЛЯРІВ

¹В.Г.Майданник, ¹М.В. Хайтович, ²Л.С.Файнзільберг, ²В.А. Степанов, ¹А.О.Владімірова, ¹Л.І. Місюра
¹Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, Київ, Україна
²Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України, Київ

The symmetry of the T-wave on the electrocardiogram as a marker of cardiometabolic risk in schoolchildren

¹Maydannik V.G., ¹Khaitovych N.V., ²Fainzilberg L.S., ²Stepanov V.A., ¹Vladimirova A.A., ¹Misyura A.N.

¹AA Bogomolets National Medical University, Kiev

²International Research and Training Center of Information Technologies and Systems of National Academy of Sciences of Ukraine and Ministry of Education of Ukraine, Kiev

The objective. Explore the possibility of use of symmetry index of the T-wave on the electrocardiogram (β_T) in children with cardiometabolic risk.

Patients and methods. A total of 221 students of 7-16 years old, pupils of two high schools of Kiev, and 16 overweight adolescents, who were hospitalized to Kyiv Children's Hospital №6, were examined. The phase changes in ECG were studied and automatically calculated with FAZAGRAF® diagnostic system, which contains the original first standard lead sensor and finger electrodes.

Results. Marker of myocardial dysfunction - the symmetry of the T-wave on the electrocardiogram ($\beta_T \geq 0,72$) - was detected at 51.1% of the students, most of all in the adolescent girls (at 63.6%). Children with $\beta_T \geq 0,72$ did not differ significantly by age and sex, but they had a higher average heart rate ($86,92 \pm 14,15$ bpm vs. $79,89 \pm 13,06$ bpm, $P < 0,001$), reduced heart rate variability (NN $707,09 \pm 107,32$ ms vs. $759,78 \pm 125,94$ ms, $P < 0,005$), increased centralization of regulation of heart rate (mode amplitude $30,89 \pm 14,25\%$ vs. $33,28 \pm 3,64\%$, $P < 0,005$), strained adaptive mechanisms (strain index $156,50 \pm 164,98$ units vs. $93,39 \pm 54,15$ units, $P < 0,005$); extended ST-segment (in average $0,08 \pm 0,03$ sec vs $0,05 \pm 0,02$ sec, $P < 0,001$) and reduced T-wave duration ($0,23 \pm 0,03$ sec vs. $0,28 \pm 0,03$ sec, $P < 0,001$) and amplitude ($0,20 \pm 0,08$ mm vs. $0,26 \pm 0,09$ mm, $P < 0,001$). Among the adolescents with cardiometabolic risk (overweight and/or high blood pressure), on the contrary to the control group, β_T was significantly higher ($0,74 \pm 0,10$ vs. $0,70 \pm 0,09$, $P < 0,05$).

Conclusion. In adolescents $\beta_T \geq 0,72$ is more common among the girls; and in boys is associated with increased body weight and/or blood pressure. $\beta_T \geq 0,72$ is combined with sympathicotonia, straining of adaptive mechanisms. The obtained data provides us with the perspective on the use of β_T -marker for screening of the schoolchildren with cardiometabolic disorders.

Keywords: children, adolescents, overweight, high blood pressure, the symmetry of the T-wave on the electrocardiogram, FAZAGRAF®.

Симметрия зубца Т на электрокардиограмме как маркер кардиометаболического риска у школьников

¹Майданник В.Г., ¹Хайтович Н.В., ²Файнзильберг Л.С., ²Степанов В.А., ¹Владимирова А.А., ¹Мисюра Л.И.

¹Національний медичний університет імені А.А. Богомольця, Київ, Україна

²Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины, Киев

Цель. Изучить возможности применения показателя симметрии зубца Т на ЭКГ (показателя β_T) у детей из группы кардиометаболического риска.

Пациенты и методы. Обследовано 221 школьник 7-16 летнего возраста, учащихся в 2 гимназиях г.Киева и 16 подростков с избыточной массой тела, которые находились на стационарном лечении в Детской клинической больнице №6 г.Киева. С помощью диагностического комплекса ФАЗАГРАФ® с оригинальным сенсором с пальцевыми электродами исследовались и автоматически вычислялись характеристики ЭКГ первого стандартного отведения, в том числе параметр β_T .

Результаты. Маркер миокардиальной дисфункции - симметрия зубца Т на ЭКГ ($\beta_T \geq 0,72$) выявлялся у 51,1% школьников, чаще у девочек подросткового возраста (у 63,6%). Дети с $\beta_T \geq 0,72$ существенно не отличаются по возрасту и полу, но у них в среднем выше частота сердечных сокращений ($86,92 \pm 14,15$ уд./мин. против $79,89 \pm 13,06$ уд./мин., $P < 0,001$), снижена вариабельность ритма сердца (NN $707,09 \pm 107,32$ мс против $759,78 \pm 125,94$ мс, $P < 0,005$), повышена централизация регуляции сердечного ритма (амплитуда моды - $30,89 \pm 14,25\%$ против $33,28 \pm 3,64\%$, $P < 0,005$), напряжены адаптационно-приспособительные механизмы (индекс напряжения - $156,50 \pm 164,98$ усл.ед. против $93,39 \pm 54,15$ усл.ед., $P < 0,005$); удлинен сегмент ST (в среднем $0,08 \pm 0,03$ сек против $0,05 \pm 0,02$ сек, $P < 0,001$) при уменьшении продолжительности зубца Т ($0,23 \pm 0,03$ сек против $0,28 \pm 0,03$ сек, $P < 0,001$) и его амплитуды ($0,20 \pm 0,08$ мм против $0,26 \pm 0,09$ мм, $P < 0,001$). Среди подростков из группы кардиометаболического риска (избыточная масса тела и/или повышение артериального давления) в отличие от группы контроля β_T достоверно выше ($0,74 \pm 0,10$ против $0,70 \pm 0,09$, $P < 0,05$).

Заключение. У подростков $\beta_T \geq 0,72$ чаще встречается среди девочек, а у мальчиков ассоциируется с повышением массы тела и/или артериального давления. Значения $\beta_T \geq 0,72$ сочетаются с симпатикотонией, напряжением адаптационно-приспособительных механизмов. Полученные данные создают перспективу в использовании маркера β_T для скрининга школьников на наличие кардиометаболических нарушений.

Ключевые слова: дети, подростки, избыточная масса тела, повышенное артериальное давление, симметрия зубца Т на ЭКГ, ФАЗАГРАФ®.

Адреса для кореспонденції:

Майданник Віталій Григорович – акад. НАМН України, д.м.н., проф., зав. кафедри педіатрії №4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця; 01004, г. Київ, вул. Л. Толстого, 10; E-mail: maidannyk@gmail.com

Серед дітей та підлітків в останню декаду суттєво зросла поширеність надлишкової маси тіла (НМТ), що обумовлює збільшення ризику розвитку артеріальної гіпертензії, метаболічного синдрому.

Тривають пошуки маркерів пошкодження міокарда, які були б корисні для застосування у дітей, в т.ч. – при скринінгових обстеженнях. Електрокардіографія (ЕКГ) є найбільш поширеним, доступним і дешевим методом об'єктивного обстеження серця. З метою підвищення діагностичної інформативності ЕКГ останнім часом застосовують нові маркери, які оцінюють форму зубця Т, серед них визначення симетрії зубця Т (параметру β_T) при аналізі одноканальної ЕКГ.

Відомо, що форма зубця Т на ЕКГ залежить від форми, тривалості і величини трансмембранних потенціалів дії в різних зонах міокарда. Збільшення симетрії зубця Т пов'язують із зростанням регіональної дисперсії тривалості 2-ї фази потенціалу дії; збільшенням трансмурального градієнта величини потенціалу дії; посиленням електричної негомogeneousності реполяризації внаслідок апоптозу кардіоміоцитів.

У Міжнародному науково-навчальному центрі інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України розроблена оригінальна технологія реєстрації та обробки ЕКГ у фазовому просторі координат [1-3]. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що проектування усередненої фазової траєкторії на тимчасову вісь забезпечує більш точну оцінку форми корисного сигналу (еталонного циклу) порівняно з тим, що традиційно використовується в ЕКГ [4] прямим методом усереднення сигналу у часовій області, який внаслідок несинхронності фрагментів сигналу, що усереднюється, призводить до ефекту «розмивання» форми зубців P, Q, R, S, T [5], і як наслідок, до помилок діагностики.

Перехід до фазового портрету ЕКГ на площині $z(t) \dot{z}(t)$ забезпечив також введення низки додаткових діагностичних ознак, які не використовувалися раніше в цифрових електрокардіографах. Зокрема, результати досліджень, опубліковані в [6], дозволили висунути гіпотезу про діагностичну цінність ознаки β_T , що характеризує симетрію зубця Т, яка визначається за фрагментом реполяризації усередненої фазової траєкторії, але майже непомітна на ЕКГ у часовій області. Ця гіпотеза знайшла підтвердження в численних експериментах, проведених на різних групах попередньо верифікованих дорослих пацієнтів [7,8], а також у експериментах на тваринах в умовах штучної ішемії [9].

Клінічна значимість симетрії зубця Т (параметру β_T) на ЕКГ ($\geq 0,72$) була доведена у хворих на ішемічну хворобу серця. Зміни симетрії зубця Т у фазовому просторі корелюють з результатами лікування гострого коронарного синдрому і є ознакою ішемії міокарда у хворих з мало зміненою за загальноприйнятими критеріями ЕКГ.

Цей метод дозволяє одночасно визначати як амплітудні, так і швидкісні параметри елементів електрокардіо-

сигналу, що дає можливість з високою точністю оцінювати форму ЕКГ і виявляти в ній такі відхилення, які зазвичай приховані від лікаря при традиційному аналізі ЕКГ у часовій області.

Такий тонкий аналіз морфології ЕКГ особливо важливий для характеристики періоду реполяризації шлуночків (інтервалу ST). Діагностична значимість форми зубця Т переконливо продемонстрована в багатоцентрових дослідженнях [10], з'явився навіть окремий розділ електрокардіографії - аналіз морфології зубця Т у 12 відведеннях. Було доведено що аналіз форми зубця Т у фазовому просторі істотно підвищує чутливість і специфічність електрокардіографічного обстеження [11].

Метою роботи було з'ясування можливості застосування маркера ураження міокарда β_T у дітей з кардіометаболічним синдромом.

Матеріал та методи. З метою вивчення особливостей показника симетрії Т залежно від віку та статі обстежено 129 учнів (54 дівчинки та 75 хлопчиків) 7-14 річного віку (середній вік - $11,51 \pm 2,85$ р.) гімназії №178 м. Києва. Також досліджено 92 школярів гімназії № 59 м. Києва (44 дівчаток та 48 хлопчиків) віком 12-16 років (середній вік - $13,91 \pm 0,88$ р.) та 16 підлітків, які знаходились на стаціонарному лікуванні в ДКЛ №6 м.Києва з приводу НМТ. Оцінка артеріального тиску проводилась із використанням методу разових вимірювань, визначався індекс маси тіла.

За допомогою діагностичного комплексу ФАЗАГРАФ® з оригінальним сенсором першого стандартного відведення з пальцевими електродами досліджувались і автоматично обчислювались фазові зміни ЕКГ. Комп'ютерна програма реалізувала оригінальні алгоритми обробки сигналу в фазовому просторі [12].

В основу цих алгоритмів покладено метод вивчення поведінки динамічної системи, описуваної кінцевим набором параметрів стану x_1, \dots, x_{N_s} , коли аналіз проводиться -вимірному просторі з фазовими координатами x_1, \dots, x_{N_s} . Якщо для опису поведінки системи достатньо двох змінних x_1, \dots, x_{N_s} , то фазовий портрет відображається на площині.

У переважній більшості відомих публікацій фазовий портрет одноканальної ЕКГ вивчається на площині, координати якої представляють собою амплітуди часового сигналу $z(t)$ в моменти часу $t, i \tau$, де $\tau = \text{const}$ – затримка у часі [13-15].

У комплексі ФАЗАГРАФ® реалізована більш прогресивна ідея: при побудові фазового портрету в явному вигляді використовувати швидкісні показники досліджуваного процесу. Тобто фазовий портрет ЕКГ будується не в координатах $z(t), z(t - \tau)$ а в координатах $z(t) \dot{z}(t)$, де $\dot{z}(t)$ – швидкість зміни сигналу про електричну активність серця в момент часу t .

Незважаючи на те, що в попередніх дослідженнях кардіологів [16-18] вказувалося на діагностичну цінність

швидкісних показників ЕКГ, аналіз фазового портрету ЕКГ в координатах $z(t), \dot{z}(t)$ до останнього часу не використовувався в цифрових електрокардіографах переважно внаслідок труднощів оцінки похідної $\dot{z}(t)$ реальних ЕКГ на фоні перешкод.

Проте при використанні оригінальних процедур фільтрації і регуляризації вдалося для дискретно заданої функції $z[k] k=0, \dots, K-1$ отримувати прийнятні оцінки $\dot{z}[k]$ [19, с. 157-160]. Цей результат дозволив перейти від скалярного представлення ЕКГ $z(k)$ в одному з відведень, заданої в дискретні моменти часу, $t_k \equiv k\Delta, k=0, 1, \dots, K-1$, де Δ - крок квантування за часом, до послідовності двовимірних векторів (точок) $(z(t_0), \dot{z}(t_0)), (z(t_1), \dot{z}(t_1)), (z(t_{k-1}), \dot{z}(t_{k-1})), (1)$, які лежать на фазовій площині $(z(t), \dot{z}(t))$ та використовуються для подальшої комп'ютерної обробки (рис. 1).

Відмінною особливістю ІТ ФАЗАГРАФ® є те, що для селекції нетипових циклів ЕКГ (екстрасистол і артефактів) та оцінки усередненої фазової траєкторії (рис. 1, в) використовуються хаусдорфові відстані $R_N(Q_n, Q_m) = \max$,

$$\left\{ \max_{q_n \in Q_n} \min_{q_m \in Q_m} r(q_n, q_m) \max_{q_m \in Q_m} \min_{q_n \in Q_n} r(q_n, q_m) \right\} \quad (2)$$

між усіма парами фазових траєкторій Q_n і Q_m окремих циклів ЕКГ, де $r(q_n, q_m) = \|q_n, q_m\|$ - евклідова відстань між точками (нормованими векторами) $q_n = (z_n, \dot{z}_n) \in Q_n$ та $q_m = (z_m, \dot{z}_m) \in Q_m$, які лежать на фазовій площині. Оригінальні комп'ютерні алгоритми обробки ЕКГ описані в роботі [20].

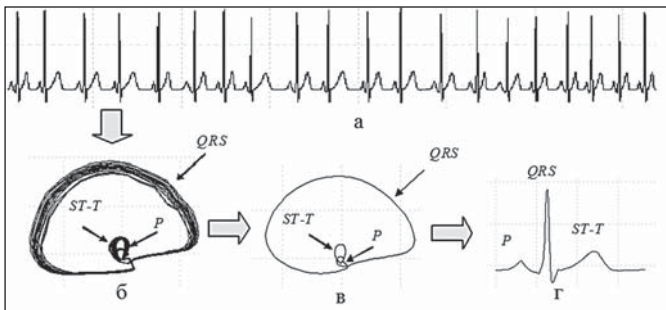


Рис. 1. Послідовність етапів обробки ЕКГ: вихідна ЕКГ (а); її фазова траєкторія (б); усереднена фазова траєкторія (в); еталонний цикл ЕКГ у часовій області (г)

При дослідженні вивчалась частота серцевих скорочень (ЧСС), інтервали P Q і QT, ширина та глибина зубця Q, тривалість комплексу QRS, зміщення сегменту S—T, амплітуда і симетрія зубця T, стандартні статистичні та спектральні параметри варіабельності серцевого ритму.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою варіативної статистики з використанням програми Excel 2010.

Результати дослідження та їх обговорення. Виявлено, що в середньому показник β_T серед обстежених школярів був $0,73 \pm 0,12$ (мінімальне значення

$0,53$, максимальне $1,10$). Серед 21 дітей 6-7-річного віку показник β_T був в середньому $0,72 \pm 0,11$, серед 28 дітей 9-10 річного віку – відповідно – $0,75 \pm 0,13$; серед 23 дітей 11-12 – річного віку – відповідно $0,70 \pm 0,12$, серед 37 дітей 13-14 – річного віку – відповідно $0,75 \pm 0,12$, серед 20 підлітків 15-16-річного віку – відповідно $0,74 \pm 0,09$.

Діти із $\beta_T \geq 0,72$ суттєво не відрізнялись за віком та статтю (табл.1), але у них виявлялась в середньому більша частота серцевих скорочень ($86,92 \pm 14,15$ уд./хв. проти $79,89 \pm 13,06$ уд./хв.; $P < 0,001$), також у них визначалось зменшення варіабельності ритму серця (зниження NN $707,09 \pm 107,32$ мс проти $759,78 \pm 125,94$ мс, $P < 0,005$); підвищення централізації регуляції серцевого ритму (амплітуда моди - $30,89 \pm 14,25\%$ проти $33,28 \pm 3,64\%$, $P < 0,005$), напруження адаптаційно-присосовних механізмів (індекс напруження - $156,50 \pm 164,98$ ум.од. проти $93,39 \pm 54,15$, $P < 0,005$). Виявлено достовірний прямий кореляційний зв'язок між рівнем bT і ЧСС ($r=0,37$; $P < 0,001$).

У дітей із $\beta_T \geq 0,72$ відмічено характерні зміни реполяризації: подовження сегменту ST (в середньому $0,08 \pm 0,03$ сек проти $0,05 \pm 0,02$ сек; $P < 0,001$) при зменшенні тривалості зубця T ($0,23 \pm 0,03$ сек проти $0,28 \pm 0,03$ сек; $P < 0,001$) та його амплітуди ($0,20 \pm 0,08$ мм проти $0,26 \pm 0,09$ мм; $P < 0,001$).

Таблиця 1
Характеристика варіабельності ритму серця та ЕКГ у дітей залежно від симетрії зубця T

Показник	Висока симетрія (n=66)	Низька симетрія (n=63)	P
Вік, роки	$11,77 \pm 2,88$	$11,24 \pm 2,81$	0,144
ЧСС, уд./хв.	$86,92 \pm 14,15$	$79,89 \pm 8,64$	$< 0,001$
β_T	$0,82 \pm 0,09$	$0,64 \pm 0,05$	$< 0,001$
NN, мс	$707,09 \pm 107,32$	$759,87 \pm 84,86$	0,001
pNN50, %	$30,21 \pm 23,92$	$40,38 \pm 19,36$	0,004
ВПР,	$10,49 \pm 3,66$	$12,06 \pm 2,94$	0,004
АМо, %	$38,89 \pm 14,26$	$33,28 \pm 8,85$	0,004
ІН, ум.од.	$156,50 \pm 164,99$	$93,39 \pm 58,92$	0,002
QRS, сек	$0,06 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,01$	0,287
ST, сек	$0,08 \pm 0,03$	$0,05 \pm 0,02$	$< 0,001$
T, сек	$0,23 \pm 0,03$	$0,28 \pm 0,03$	$< 0,001$
T, мв	$0,20 \pm 0,08$	$0,26 \pm 0,09$	$< 0,001$
QTс, сек	$0,43 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	0,105

У третини обстежених підлітків (14 дівчаток і 17 хлопчиків) гімназії № 59 м.Києва виявлено збільшення маси тіла (ІМТ відповідав значенням надлишкової маси тіла або ожиріння) і/або підвищений систолічний артеріальний тиск (120 мм рт.ст. або вище). Цих школярів було віднесено до групи кардіометаболічного ризику. У решти обстежених АТ і маса тіла відповідали віковим. 55 школярів (25 дівчаток і 30 хлопчи-

ків) відвідували основну, 32 (16 дівчаток і 16 хлопчиків) – підготовчу, 5 (3 дівчаток і 2 хлопчики) спеціальну групу з фізкультури.

Виявлено, що у дівчаток підліткового віку, на відміну від хлопчиків, (табл.2) β_T був достовірно вищим, що поєднувалось із проявами симпатикотонії (більшою частотою серцевих скорочень, зменшенням варіабельності серцевого ритму) і прогностично менш сприятливими змінами на ЕКГ (подовження комплексу QRS і інтервалу QT). У хлопчиків із показником $\beta_T \geq 0,72$ з відповідним патерном реполяризації (подовження сегменту ST при укороченні тривалості та зниженні амплітуди зубця T) при однакових середніх показниках віку та індексу маси тіла виявлено достовірно вищий артеріальний тиск ($118,72 \pm 12,23$ мм рт.ст. проти $109,61 \pm 8,39$ мм рт.ст., $P < 0,05$) та частоту серцевих скорочень ($81,31 \pm 10,89$ уд./хв. проти $72,15 \pm 9,89$ уд./хв.; $P < 0,05$). У дівчаток із високим показником симетрії T ($\beta_T \geq 0,72$) зміни стосувались лише регуляції серцевого ритму і характерних порушень реполяризації, тоді як артеріальний тиск в середньому не відрізнявся від показника у дівчаток контрольної групи ($113,32 \pm 8,11$ мм рт.ст. проти $110,50 \pm 12,52$ мм рт.ст., $P > 0,05$).

Таблиця 2
Середні показники ($X \pm SD$) артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, індексу маси тіла, параметрів варіабельності ритму серця та ЕКГ у підлітків

Показник	Дівчатка (n=55)	Хлопчики (n=48)	P
Вік, роки	13,74±0,85	14,06±0,89	0,039
Систолічний АТ, мм рт.ст.	112,53±9,90	115,59±10,31	0,073
Діастолічний АТ, мм рт.ст.	67,07±8,04	65,63±8,15	0,196
ЧСС, уд./хв.	83,68±10,33	77,09±10,69	0,002
ІМТ, кг/м ²	20,08±2,88	19,97±2,30	0,417
β_T	0,74±0,09	0,68±0,10	0,002
NN, мс	727,73±93,34	792,43±110,27	0,002
pNN50, %	29,60±19,59	38,32±21,22	0,022
ВПР,	11,21±3,96	11,66±2,56	0,221
АМо, %	37,72±11,57	33,38±9,46	0,025
QRS, сек	0,07±0,01	0,06±0,01	0,004
ST, сек	0,06±0,03	0,05±0,02	0,238
T, сек	0,25±0,03	0,26±0,03	0,071
T, мВ	0,21±0,06	0,25±0,09	0,014
QTc, сек	0,43±0,02	0,41±0,02	

У підлітків із групи кардіометаболічного ризику на відміну від групи контролю (табл.3) був достовірно більшим систолічний артеріальний тиск ($122,97 \pm 8,50$ мм рт.ст. проти $109,34 \pm 7,48$ мм рт.ст.; $P < 0,001$), індекс маси тіла ($22,05 \pm 2,56$ кг/м² проти $18,93 \pm 1,82$ кг/м²; $P < 0,001$) та показник симетрії T ($0,74 \pm 0,10$ проти $0,70 \pm 0,09$; $P < 0,05$)

Таблиця 3
Середні показники ($X \pm SD$) артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, індексу маси тіла та симетрії зубця T у підлітків із групи кардіометаболічного ризику порівняно з контролем

Показник	Група кардіометаболічного ризику (n=31)	Група контролю (n=61)	P
Вік, роки	14,06±0,97	13,85±0,83	0,139
Систолічний АТ, мм рт.ст.	122,97±8,50	109,34±7,48	<0,001
Діастолічний АТ, мм рт.ст.	68,03±8,79	65,39±7,59	0,066
ЧСС, уд./хв.	80,50±11,31	80,11±10,89	0,436
ІМТ, кг/м ²	22,05±2,56	18,93±1,82	<0,001
β_T	0,74±0,10	0,70±0,09	0,019

Отже, значення показника симетрії зубця T при фазовому дослідженні у школярів не залежить від віку. Діти із $\beta_T \geq 0,72$ суттєво відрізняються від однолітків більшою частотою серцевих скорочень та меншою варіабельністю ритму серця, певним патерном на ЕКГ (подовженням в середньому на 0,03 сек сегменту ST, зменшенням в середньому на 0,05 сек тривалості зубця T, а на 0,06 мм – його амплітуди).

Серед дівчаток-підлітків підвищений показник симетрії зубця T зустрічається частіше, ніж серед хлопчиків (у 63,6% проти 37,5%) і в середньому він достовірно вищий ($0,74 \pm 0,09$ проти $0,68 \pm 0,10$; $P < 0,005$). У хлопчиків, із високими значеннями симетрії T достовірно вищі систолічний артеріальний тиск та частота серцевих скорочень, у дівчаток такої закономірності не виявлено. Незалежно від статі у підлітків із групи кардіометаболічного ризику показник симетрії T достовірно вищий в середньому, ніж у дітей із нормальною масою тіла і артеріальними тиском. Симетрія T також асоціюється із обмеженням у фізичному навантаженні (підлітки із високим показником β_T достовірно частіше відвідують підготовчу або спеціальну групу із фізкультури).

Висновки

1. Маркер міокардіальної дисфункції – симетрія зубця T на ЕКГ ($\beta_T \geq 0,72$) не залежить від віку, виявляється у половини (51,1%) школярів, частіше серед дівчаток підліткового віку (у 63,6%) і поєднується із подовженням сегменту ST при зменшенні тривалості та амплітуди зубця T, симпатикотонією (збільшення частоти серцевих скорочень, зниження варіабельності та централізація регуляції серцевого ритму), напруженням адаптаційно-присосовних механізмів.
2. У підлітків із групи кардіометаболічного ризику (із надлишковою масою тіла і/або підвищеним артеріальними тиском), симетрія зубця T зустрічається достовірно частіше, ніж у однолітків.
3. Діагностичний комплекс ФАЗАГРАФ® є зручним засобом проведення наукових досліджень в дитячій кардіології та може бути застосований при проведенні скринінгових обстежень школярів з метою виявлення дітей з ризиком кардіометаболічних розладів.

Література/ References

1. Файнзильберг Л.С. Спосіб інтегральної оцінки поточного стану серцево-судинної системи людини. – Патент № 24517 (Україна) МКИ А61 В 5/024. – 4 с.
2. Файнзильберг Л.С. К вопросу о полезности диагностических методов в задачах скрининга. Управляющие системы и машины. –2002; 6:10-17.
3. Fainzilberg L.S. Nowa metoda interpretacji zapisu EKG w balaniach skringowych oraz w opiece domowej. Zdrowie publiczne. 2005; 115 (4): 458-464.
4. Zywiencz C. Methodology of ECG Interpretation in the Hanover Program. Meth. Inf. Med.1990; 29: 375.
5. Беркутов А.М Повышение эффективности регистрации формы электрокардиосигнала корреляционной обработкой в цифровой осциллографии. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2002; 7: 4 -13.
6. Карамов К.С. К диагностике свежих очаговых поражений миокарда. Кардиология. 1978;10:109-112.
7. Файнзильберг Л.С., Клубова А.Ф., Чайковский И.А. и др. Новый метод анализа ЭКГ больных ревматоидным артритом. Укр. ревматолог. журн. 2001; 2:48-51.
8. Коваленко В.Н., Чайковский И.А., Файнзильберг Л.С. и др. Диагностическая ценность электрокардиографии в фазовом пространстве для скрининга ишемической болезни сердца. Український кардіологічний журнал.2007; 6 Доступен http://www.rql.kiev.ua/cardio_j/2007/6/kovalenko.htm
9. Файнзильберг Л.С. ФАЗАГРАФ® – эффективная информационная технология обработки ЭКГ в задаче скрининга ишемической болезни сердца. Клиническая информатика и телемедицина. 2010; 6 (7): 22-30.
10. Zabel M., Acar B., Klingenheben T. et al. Analysis of 12-lead T-wave morphology for risk stratification after myocardial infarction // Circulation. 2000; 102: 1252-1257.
11. Чайковский И., Батушкин В., Файнзильберг Л. и др. Эффективность оценки течения острого коронарного синдрома по данным анализа одноканальной ЭКГ на фазовой плоскости. Журн. АМН. 2007; 1:102-108.
12. Файнзильберг Л.С. Компьютерная диагностика по фазовому портрету электрокардиограммы. Киев: Освита України, 2013. – 191 с.
13. Фруммин Л.Л. О фазовом портрете электрокардиограммы. Автометрия. 1993; 2:51-54.
14. Afify H. ECG classification using affine invariant characterization of phase space Proceeding of the Cairo International Biomedical Engineering Conference. 2006:1-4.
15. Perc M. Nonlinear time series analysis of the human electrocardiogram European Journal of Physics. 2005; 26:757-768.
16. Шилинсайте З.И. Дифференцирование электрической активности сердца. Кардиология. 1965; 3:67-72.
17. Халфен Э.Ш. Клиническое значение исследования скоростных показателей зубца Т ЭКГ. Кардиология.1986; 6: 60-62.
18. Волкова Э.Г. Диагностические возможности первой производной ЭКГ в оценке состояния коронарной артерии у больных ишемической болезнью сердца. Терапевтический архив. 1990; 3:35 -38.
19. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. – Киев: Наукова Думка, 2008. – 333 с.
20. Файнзильберг Л.С. Компьютерный анализ и интерпретация электрокардиограмм в фазовом пространстве. Системні дослідження та інформаційні технології. 2004; 1:32-46.

Відомості про авторів:

Майданник Віталій Григорович – акад. НАМН України, д.м.н., проф., зав. кафедри педіатрії №4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця; E-mail: maidannyk@gmail.com

Хайтович Микола Валентинович – д.м.н., професор кафедри педіатрії №4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця; Файнзильберг Л.С. Степанов В.А.

Владімірова Анастасія Олександрівна – клінічний ординатор кафедри педіатрії №4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця;

Місюра Лариса Іванівна - к.м.н., зав. відділенням функціональної діагностики Дитячої клінічної лікарні №6 м. Києва.

© В.Г. Майданник, М.В. Хайтович, Л.С.Файнзильберг, В.А. Степанов, А.О.Владімірова, Л.І. Місюра, 2013