

Abstract

A. V. Kamenshchuk,
*Zaporizhzhya State Medical Uni-
versity, Zaporizhzhya, Ukraine*

**DIAGNOSTIC VALUE OF ECG-INDEXES IN CHILDREN WITH
BICUSPID AORTIC VALVE**

Introduction: The bicuspid aortic valve (BAD) is one of the most widespread congenital heart anomalies. The disease in many cases has asymptomatic course with later consequences beyond the pediatric age as a severe heart complications, sudden death and dissection of aorta. In addition, the ECG patterns remain unchanged to the time of aortal stenosis development and the signs of myocardial hypertrophy take place only in 30 % of children.

Purpose of the study: Detection of Sokolow–Lyon and Cornell ECG-indexes, as well as systolic lengthening and R wave height in aVL lead with establishing of their diagnostic values in children with bicuspid aortic valve.

Materials and methods: The study was conducted in 47 children with BAV diagnosed by doppler echocardiography, not having the signs of heart failure and in 44 healthy children of control group. The values of Sokolow–Lyon and Cornell voltage indexes, systolic lengthening and R wave height in avl lead were detected. Cardiographic hypertrophic Sokolow–Lyon Index (SLI) was calculated as the sum of bioelectric potentials of the S1 wave and the maximal R5 or R6 waves (mV) in the thoracic leads. The obtained data were processed statistically with Statistica 6.0 program using the Student’s test, quartile assessment, correlations and ROC-analysis.

Discussion: In children with BAV compared to control group the significant increasing of SLI, RaVL, SL values and tendency to CVI values increasing were detected. The correlation analysis revealed positive interrelations of the values of SLI with the left ventricle posterior wall depth and the ventricular septum depth and negative ones with the ejection fraction in children with BAV. At the same time, CVI had positive correlation with the systolic volume and the right ventricle transversal dimension, and, negative interrelation with the pulmonary artery valve velocity. RaVL had a fairly strong correlation with the pressure gradient at the aortic valve, and negative interrelation with left ventricle posterior wall depth and the ventricular septum depth. It should also be noted that the SL had no significant correlations with the volumetric Doppler echocardiography parameters at the aortic valve and with the left ventricle posterior wall depth and ventricular septum depth. It was established that in children with BAV the most predictive value for the development of further left ventricle myocardial hypertrophy which is detected by Doppler echocardiography has the Sokolow–Lyon index exceeding 30 mV as well as the height of the R wave in the aVL lead more than 9 mV may serve as predictor of an increase pressure gradient at aortic valve.

The obtained data testifies about the development of disadaptive functional changes and disorders of contractile activity of the left ventri-

cle in the early stages of myocardial hypertrophy development in children with BAV and could be used to stratify the risk of further cardiac complications.

Keywords: Sokolow–Lyon index, Cornell voltage index, children, Doppler-echocardiography, bicuspid aortic valve, ROC-analysis.

Corresponding author: *andrei.kamens@gmail.com*

Резюме

А. В. Каменщик,
Запорізький державний медичний університет, м. Запоріжжя, Україна

ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЕКГ-ІНДЕКСІВ У ДІТЕЙ З ДВОСТУЛКОВИМ АОРТАЛЬНИМ КЛАПАНОМ СЕРЦЯ

Метою роботи стало визначення діагностичного значення ЕКГ-індексів Соколова–Лайона (ІСЛ) й Корнельського вольтажного індексу (КВІ), а також тривалості систоли (ТС) й висоти зубця R у відведенні avl (Ravl) у 47 дітей з встановленим за даними доплерокардіографії двостулковим аортальним клапаном серця (ДАК). В результаті дослідження було встановлено, що у дітей з ДАК порівняно із 44 дітьми групи контролю має місце достовірне збільшення ІСЛ, ТС, R aVL та тенденція до збільшення КВІ. При проведенні кореляційного аналізу у дітей з ДАК на відміну від групи контролю встановлено наявність взаємозв'язків між ІСЛ та товщиною задньої стінки лівого шлуночка та міжпередсердної перетинки, ударним об'ємом лівого шлуночка, у той час як КВІ мав взаємозв'язки з розмірами правого шлуночка та волюметричними показниками клапана легеневої артерії, а Ravl з градієнтом тиску на аортальному клапані. За даними ROC-аналізу у дітей з ДАК виявлене найбільше предикативне значення щодо розвитку гіпертрофії міокарду ІСЛ більшого за 30 mV та R aVL більшого за 9 mV щодо збільшення градієнту тиску на аортальному клапані. Отримані дані можуть бути використані для визначення ризиків розвитку серцевих ускладнень у дітей з ДАК.

Ключові слова: індекс Соколова–Лайона, Корнельський вольтажний індекс, діти, доплерокардіографія, двостулковий аортальний клапан, ROC-аналіз.

Резюме

А. В. Каменщик,
Запорожский государственный медицинский университет, г. Запорожье, Украина

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭКГ-ИНДЕКСОВ У ДЕТЕЙ С ДВУСТВОРЧАТЫМ АОРТАЛЬНЫМ КЛАПАНОМ СЕРДЦА

Целью работы стало определение диагностического значения ЭКГ индексов Соколова–Лайона (ИСЛ) и Корнельского вольтажного индекса (КВИ), а также продолжительности систолы (ПС) и высоты зубца R в отведении aVL (R avVL) у 47 детей с установленным по данным доплерокардиографии двустворчатый аортальный клапаном сердца (ДАК). В результате исследования было установлено, что у детей с ДАК по сравнению с 44 детьми группы контроля имеет место достоверное увеличение ИСЛ, ТС, R aVL и тенденция к увеличению КВИ. При проведении корреляционного анализа у детей с ДАК в отличие от группы контроля установлено наличие взаимосвязей между ИСЛ и толщиной задней стенки левого желудочка и межпредсердной перегородки, ударным объемом левого желудочка, в то время как КВИ имел взаимосвязи с размерами правого желудочка и волюметрическими показателям клапана легочной артерии, а R aVL с градиентом давления на аортальном

клапане. По даним ROC-анализа у дітей с ДАК обнаружено найбільше предикативное значення с точки зрения развития гипертрофии миокарда ИСЛ превышающего 30 mV и R aVL выше 9 mV с точки зрения увеличения градиента давления на аортальном клапане. Полученные данные могут быть использованы для определения рисков развития сердечных осложнений у детей с ДАК.

Ключевые слова: индекс Соколова–Лайона, Корнельский вольтажний индекс, дети, доплерехокардиография, двухстворчатый аортальный клапан, ROC-анализ.

Автор, відповідальний за листування: *andrei.kamens@gmail.com*

Вступ

Захворюваність на вроджені вади серця (ВВС) в Україні протягом останніх років має сталу тенденцію до збільшення, та посідає перше місце серед інших аномалій розвитку, становлячи 30 % у загальній їх структурі [1]. Зокрема, у Запорізькій області за останній рік було виявлено 749 вперше виявлених випадків ВВС. При цьому, у загальній структурі ВВС також збільшується кількість таких серцевих аномалій, які мають пізню маніфестацію та призводять до важких серцевих ускладнень за межами педіатричного віку, як наприклад це відбувається у дітей, з двостулковим аортальним клапаном серця (ДАК), що має популяційну частоту 1–2 % та у зв'язку з цим, є однією з найпоширеніших вроджених вад серця. [2]. Слід також зазначити, що ДАК у 33 % всіх випадків, незалежно від анатомічного фенотипу вади, призводить до розвитку аортального стенозу з начальними проявами вже у дитячому віці, а також до розвитку важкої серцевої недостатності у віці від 40 до 60 років. Крім того, середньопопуляційний рівень синдрому раптової серцевої смерті при ДАК, за різними оцінками складає від 0,3 до 0,4 % на рік [3]. Також відзначається, що електрокардіограма у хворих залишається незмінною до часу розвитку аортального стенозу, а ознаки гипертрофії лівого шлуночка спостерігаються лише у 30 % пацієнтів дитячого віку [4]. З іншого боку, у наших попередніх дослідженнях у дітей хворих на ДАК продемонстровано переваження поліморфних гомозиготних алелей та гіперекспресія гену нуклеарного фактору активованих Т-клітин 1 (NFATC1), що приймає участь в ембріогенетичному формуванні серцевих клапанів, імунній відповіді та розвитку стрес-індукованих гипертрофічних процесів у міокарді [5]. При цьому, зазначені процеси при активації внутріклітинного каскаду транскрип-

ції можуть мати незалежний від змін гемодинаміки на клапанах внесок у розвиток серцевих ускладнень у зазначеній категорії хворих дітей за рахунок переважаючої стимуляції метаболічно більш активних клітин провідної системи з відповідними проявами на ЕКГ, що передують морфологічним змінам міокарду й фіксуються ультразвуковими методами діагностики. Непрямим свідченням цього є також описані в літературі факти щодо наявності поліморфізмів NFATC у спортсменів з прогностично несприятливою дезадаптивною асиметричною гипертрофією міокарду [6].

Мета дослідження: Визначення ЕКГ-індексів, таких як Індекс Соколова–Лайона, Корнельський вольтажний індекс, а також тривалості систоли та висоти зубця R у відведенні avL, та їх прогностичного значення у дітей двостулковим аортальним клапаном серця.

Матеріали та методи: Дослідження проводилось у двох групах дітей. Першу групу склали 47 дітей, у яких методом доплерехокардіографії було діагностовано двохстулковий аортальний серцевий клапан. До групи контролю увійшли 44 умовно здорових дітей, у яких за даними доплерехокардіографії не спостерігалось аномалій серцевих клапанів та інших вроджених вад серця. Зазначені групи хворих статистично не відрізнялися за віком (10,2 р. ± 0,7 р. та 10,9 р. ± 0,8 р., відповідно; $p > 0,05$). Індекс маси тіла складав $17,08 \text{ кг/м}^2 \pm 0,70 \text{ кг/м}^2$ та $18,9 \text{ кг/м}^2 \pm 0,84 \text{ кг/м}^2$ відповідно, ($p > 0,05$). У обох досліджуваних групах хворих дітей переважали хлопчики, 75 % та 62 %, відповідно; $p > 0,05$. Доплерографічне дослідження серця проводилося за допомогою сканера “Medison-8000” датчиком 2,5 МГц з визначенням стандартних доплерехокардіографічних параметрів. У хворих на ДАК дітей не було зафіксовано клінічних та доплерехокардіографічних ознак серцевої недостатності. Кардіографічний Індекс Соколо-

ва–Лайона (ІСЛ) розраховувався як сума біоелектричних потенціалів зубців S1 й максимального зубця R5 чи R6 (mV) у грудних відведеннях [7,8], Корнельський вольтаж ний індекс (КВІ) розраховувався як сума біоелектричних потенціалів зубця R у відведенні aVL (R VL) та зубця S у відведенні V3 [9,10]. Тривалість електричної систоли шлуночків (ТС) розраховувалась як довжина інтервалу Q-T у секундах [11]. Статистична обробка матеріалу проводилась за допомогою пакету програм Statistica 6.0 з використанням критерію

Стьюдента, квартильного оцінювання й кореляційного аналізу, методів ROC- аналізу з розрахунком площі під кривою (AUC) та її 95 % довірчого інтервалу. Статистично значущою вважали значення площі AUC більше за 0,5.

Результати та обговорення: При проведенні еходопплерографічного дослідження у вищезазначених 2 групах пацієнтів були виявлені зміни гемодинаміки на аортальному клапані та ознаки гіпертрофії лівого шлуночка. Ці дані представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Морфологічні показники доплерокардіографії (M ± m) у дітей з ДАК і в контрольній групі

Параметри гемодинаміки	Діти з ДАК (n = 47)	Контроль (n = 44)
ЛА (діаметр легеневої артерії), мм	19,35 ± 0,49	19,25 ± 0,42
Ао (діаметр аорти), мм	19,36 ± 3,06	19,25 ± 0,46
Подовжений розмір лівого передсердя, мм	25,82 ± 1,11	22,91 ± 0,94
Поперечний розмір лівого передсердя, мм	24,72 ± 0,74	22,94 ± 0,83
Подовжений розмір правого передсердя, мм	25,89 ± 1,11	23,68 ± 1,03
Поперечний розмір правого передсердя, мм	25,00 ± 0,78	23,18 ± 0,85
Подовжений розмір правого шлуночка, мм	44,7 ± 1,31	43,24 ± 1,46
Поперечний розмір правого шлуночка, мм	22,43 ± 0,54	21,94 ± 0,57
ЛШ КДР (кінцевий діастолічний розмір лівого шлуночка), мм	41,42 ± 1,37	40,61 ± 1,11
ЛШ КСР (кінцевий систолічний розмір лівого шлуночка), мм	25,39 ± 1,06	26,25 ± 0,93
ЛШ КДО (кінцевий діастолічний об'єм лівого шлуночка), мл	81,9 ± 6,64	75,57 ± 5,43
ЛШ КСО (кінцевий систолічний об'єм лівого шлуночка), мл	26,06 ± 2,86	26,33 ± 2,35
ЛШ УО (ударний об'єм лівого шлуночка), мл	56,41 ± 4,32	50,78 ± 3,19
ЛШ ФВ (фракція викиду лівого шлуночка), %	69,57 ± 1,26	66,71 ± 1,05
МШП (товщина міжшлуночкової перетинки), мм	8,35 ± 0,40*	7,24 ± 0,28
ЗСЛШ (товщина задньої стінки лівого шлуночка), мм	8,37 ± 0,41*	7,21 ± 0,26
МК шв. (пікова швидкість кровотоку на мітральному клапані), м/с	0,91 ± 0,04	0,89 ± 0,05
МК гр. (піковий градієнт тиску на мітральному клапані), мм рт.ст.	7,87 ± 3,86	5,39 ± 3,55
Ао к. шв. (пікова швидкість кровотоку на аортальному клапані), м/с	6,90 ± 3,67*	0,97 ± 0,05
Ао к. гр. (піковий градієнт тиску на аортальному клапані), мм рт.ст.	17,56 ± 3,89*	3,38 ± 0,33
Тк к. шв. (пікова швидкість кровотоку на трикуспідальному клапані), м/с	0,64 ± 0,02	0,78 ± 0,16
Тк к. гр. (піковий градієнт тиску на трикуспідальному клапані), мм рт.ст.	4,49 ± 2,81	4,75 ± 3,57
Кл ЛА шв. (пікова швидкість кровотоку на клапані легеневої артерії), м/с	6,24 ± 3,69	4,52 ± 3,57
Кл ЛА. гр. (піковий градієнт тиску на клапані легеневої артерії), мм рт.ст.	8,82 ± 3,60	10,77 ± 4,85

Примітки: * – p < 0,05

Як можна побачити з таблиці 1, у дітей з групи ДАК у порівнянні з групою контролю спостерігалось достовірне збільшення товщини

задньої стінки лівого шлуночка (8,37 ± 0,41 мм та 7,21 ± 0,26 мм, відповідно, p < 0,05) та міжшлуночкової перетинки (8,35 ± 0,40 мм та 7,24 ±

0,28 мм відповідно, $p < 0,05$). У той же час, у пацієнтів, що мали ДАК мали місце достовірне збільшення як пікової швидкості кровотоку ($6,90 \pm 3,67$ м/с та $0,97 \pm 0,05$ м/с відповідно), так й пікового градієнту тиску ($17,56 \pm 3,89$ мм рт.ст., $p < 0,05$ проти $3,38 \pm 0,33$ мм рт.ст.,

($p < 0,05$) на аортальному клапані. При цьому розбіжності між іншими доплерокардіографічними параметрами не були достовірними ($p > 0,05$). Значення ЕКГ-індексів (ІСЛ, КВІ), а також ТС, отриманих у дітей з групи ДАК та групи контролю представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 – ЕКГ-індекси, у дітей з ДАК та у контрольній групі

Групи хворих	Індекс Соколова–Лайона (mV)		Корнельській вольтажний індекс, (mV)		RavI, (mV)		Тривалість систоли (сек.)	
	M ± m	Q1:Q4	M ± m	Q1:Q4	M ± m	Q1:Q4	M ± m	Q1:Q4
ДАК	$30,86 \pm 2,17^*$	24:37	$17,43 \pm 1,92^{**}$	12:23	$6,36 \pm 1,0^*$	3:9	$0,41 \pm 0,005^*$	0,39:0,42
Група контролю	$23,28 \pm 1,43$	20:26	$12,21 \pm 1,66$	7:18	$3,00 \pm 0,45$	2:3	$0,35 \pm 0,01$	0,33:0,39

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p = 0,05$; Q1 – нижня квартиль; Q4 – верхня квартиль

Як свідчить таблиця 2, у дітей з ДАК ІСЛ порівняно із контрольною групою був достовірно вищим ($30,86 \pm 2,17$ mV та $23,28 \pm 1,43$ mV, відповідно; $p < 0,05$). Достовірно вищою була також висота зубця R у відведенні aVL ($6,36 \pm 1,01$ mV та $3,00 \pm 0,45$ mV, відповідно; $p < 0,05$) та ТС ($0,41 \pm 0,005$ сек. та $0,35 \pm 0,01$ сек., відповідно; $p < 0,05$). У той же час, розбіжності між значеннями КВІ мали характер тенденції ($17,43 \pm 1,92$ mV та $12,21 \pm 1,66$ mV відповідно, $p = 0,05$). З урахуванням отриманих даних щодо наявності гіпертрофії лівого шлуночка у хворих на ДАК дітей та достовірних розбіжностях у значеннях гіпертрофічних ЕКГ-індексів, на наступному етапі дослідження був проведений кореляційний аналіз між зазначеними показниками, що мало на меті виявлення діагностично значущих показників, притаманних морфофункціональним змінам серця у зазначеній категорії хворих дітей. Ці дані наведені на рисунку 1.

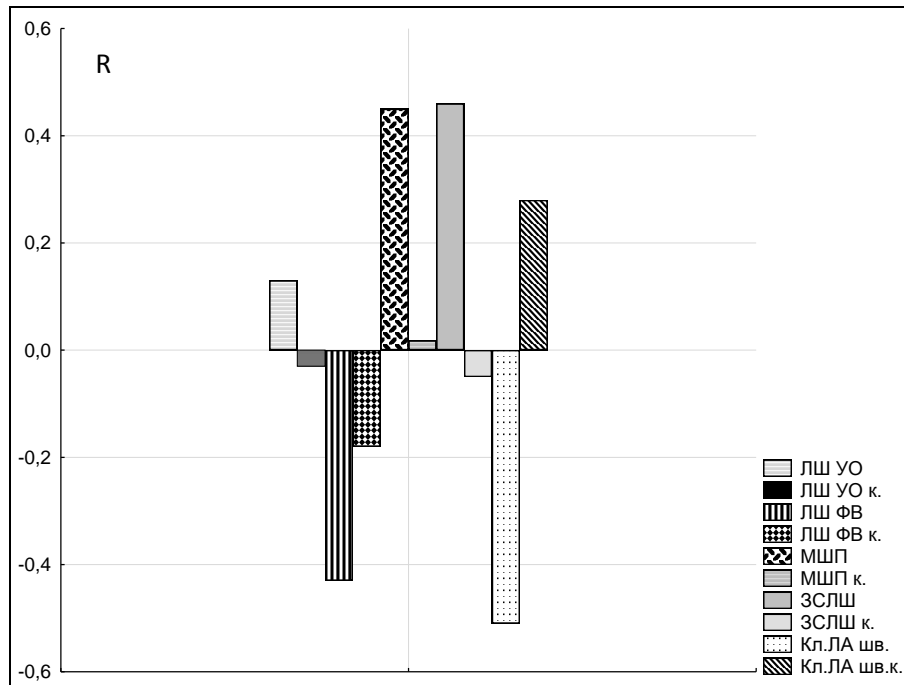
Як видно з рисунку 1, у дітей з групи ДАК найбільш суттєві у порівнянні з дітьми контрольної групи коефіцієнти кореляції між значеннями ІСЛ та основними доплерокардіографічними параметрами стосувалися товщини задньої стінки лівого шлуночка ($R = 0,46$ та $R = -0,05$ відповідно, $p < 0,05$) й міжшлуночкової перетинки ($R = 0,45$ та $R = 0,02$ відповідно, $p < 0,05$), ударним об'ємом лівого шлуночка ($R = 0,49$ та $R = -0,03$ відповідно, $p < 0,05$), при негативній спрямованості кореляційних коефіцієнтів із швидкістю кровотоку на клапані легеневої артерії ($R = -0,51$ та $R = 0,28$ відповідно, $p < 0,05$) й фракцією викиду лівого шлуночка ($R = -0,42$ та $R = -0,2$ відповідно, $p = 0,13$).

Кореляційні взаємовідносини між основними доплерокардіографічними показниками та значеннями КВІ представлені на рисунку 2. Як можна побачити з рисунку 2, у дітей, що мали ДАК, по відношенню до групи контролю КВІ мав слабку кореляцію з ударним об'ємом лівого шлуночка ($R = 0,47$ та $R = 0,11$; $p < 0,05$), середньої потужності з поперечним розміром правого шлуночка ($R = 0,59$; та $R = -0,16$; відповідно, $p < 0,05$), швидкістю кровотоку ($R = -0,66$; та $R = 0,32$ відповідно, $p < 0,05$) й градієнтом тиску ($R = -0,30$; та $R = 0,59$ відповідно, $p < 0,05$) на клапані легеневої артерії, при чому остання кореляція набувала середньої потужності у групі контролю. Слід також зазначити що кореляції КВІ з товщиною задньої стінки лівого шлуночка та міжшлуночкової перетинки у дітей з ДАК порівняно з групою контролю, на відміну від відповідних взаємозв'язків для ІСЛ, мали низьку достовірність розбіжностей ($R = 0,41$; та $R = 0,14$ відповідно, $p = 0,08$ й $R = 0,41$; та $R = 0,13$ відповідно, $p = 0,08$).

Дані про взаємозалежність між висотою зубця R у відведенні aVl та параметрами внутрішньосерцевої гемодинаміки у зазначених двох групах дітей наведені на рисунку 3. Як свідчить рисунок 3, найбільш значущі коефіцієнти кореляції для R aVL у дітей з ДАК, на відміну від групи контролю, були отримані із градієнтом тиску на аортальному клапані при великій потужності зв'язку ($R = 0,78$ та $R = 0,44$ відповідно, $p < 0,05$), а також товщиною міжшлуночкової перетинки та задньої стінки лівого шлуночка при середній потужності кореляції ($R = -0,54$, й $R = -0,06$ відповідно, $p < 0,05$ та $R = -0,50$, й $R = -0,07$ відповідно, $p < 0,05$). У той же час у контрольній групі, на відміну від

хворих з ДАК, всі значущі отримані кореляційні коефіцієнти мали середню потужність при негативній спрямованості та були отримані з кінцевим систолічним розміром та кінцевим систолічним об'ємом лівого шлуночка ($R = -0,46$, й $R =$

$0,08$ відповідно, $p < 0,05$ та $R = -0,41$, й $R = -0,02$ відповідно, $p < 0,05$) а також швидкістю кровотоку на клапані легеневої артерії з високою потужністю кореляції ($R = -0,79$, й $R = 0,31$ відповідно, $p < 0,05$).



Примітки: к. – контрольна група; ЛШ УО – ударний об'єм лівого шлуночка; ЛШ ФВ – фракція викиду лівого шлуночка; МШП – товщина міжшлуночкової перетинки; ЗСЛШ – товщина задньої стінки лівого шлуночка; Кл ЛА шв. – швидкість кровотоку на клапані легеневої артерії

Рисунок 1 – Найбільш значущі коефіцієнти кореляції (R) отримані між доплерографічними параметрами та індексом Соколова–Лайона у дітей з ДАК та у групі контролю

Кореляції, отримані між ТС та основними доплерехокардіографічними параметрами у дітей з ДАК та у групі контролю наведені на рисунку 4. Як можна побачити з рисунку 4, найбільш значуща кореляція у дітей з ДАК, у порівнянні з контролем, була негативною, мала середню потужність та отримана з градієнтом тиску на трикуспідальному клапані ($R = -0,56$ та $R = 0,15$ відповідно, $p < 0,05$). У той час, як у контрольній групі, порівняно з групою ДАК було отримано негативну кореляцію середньої потужності з подовженим розміром правого передсердя ($R = -0,54$ та $R = 0,02$ відповідно, $p < 0,05$) та слабку позитивну з фракцією викиду лівого шлуночка ($R = 0,45$ та $R = 0,04$ відповідно, $p < 0,05$).

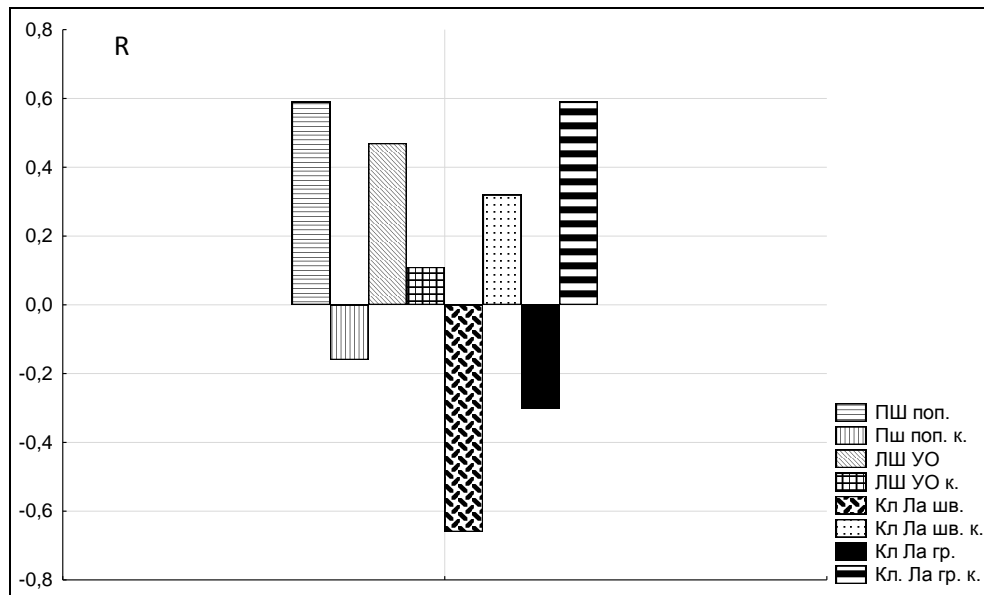
Отже, проведений кореляційний аналіз виявив наявність позитивних взаємозв'язків між товщиною задньої стінки лівого шлуночка, міжшлуночкової перетинки та значеннями ІСЛ у дітей з ДАК, та негативних із фракцією викиду лівого шлуночка. У той же час, КВІ мав прямі

кореляційні зв'язки з ударним об'ємом лівого шлуночка й поперечним розміром правого шлуночка, та, відповідно, зворотній зв'язок з швидкістю кровотоку на клапані легеневої артерії, а R_{aVL} мав досить потужну кореляцію з градієнтом тиску на аортальному клапані, та, відповідно зворотні зв'язки з товщиною задньої стінки лівого шлуночка та міжшлуночкової перетинки. Слід також зазначити, що ТС не мала суттєвих кореляцій як з волюметричними доплерехокардіографічними параметрами на аортальному клапані, так й з товщиною задньої стінки лівого шлуночка і міжпередсердної перетинки.

З урахуванням отриманих даних та результатами квартильного оцінювання значення показників ІСЛ, КВІ та R_{aVL} , отриманих у дітей з ДАК, були піддані дихотомічній класифікації відповідно до перевищення верхньої квартилі (Q4) з перетворенням на категоріальні змінні, що дозволило включити їх разом з незалежними доплерехокардіографічними параметрами, які мали

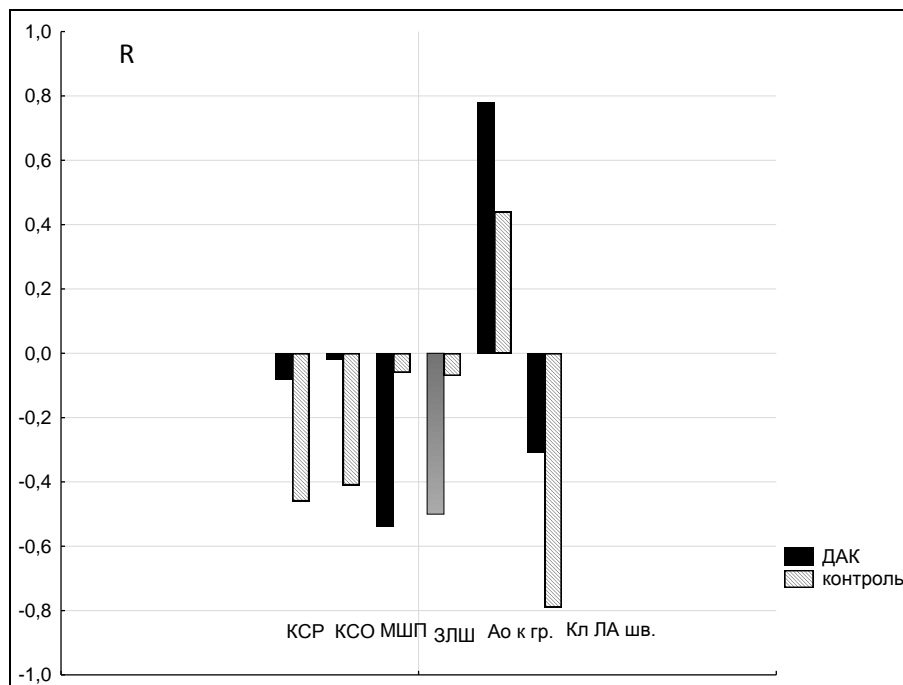
з ними суттєві кореляційні зв'язки, у ROC – аналіз. Дані щодо оптимальності розподілу показників товщини задньої стінки лівого шлуночка,

міжшлуночкової перетинки та фракції викиду лівого шлуночка в залежності від значень ІСЛ у дітей з ДАК представлені на рисунку 5.



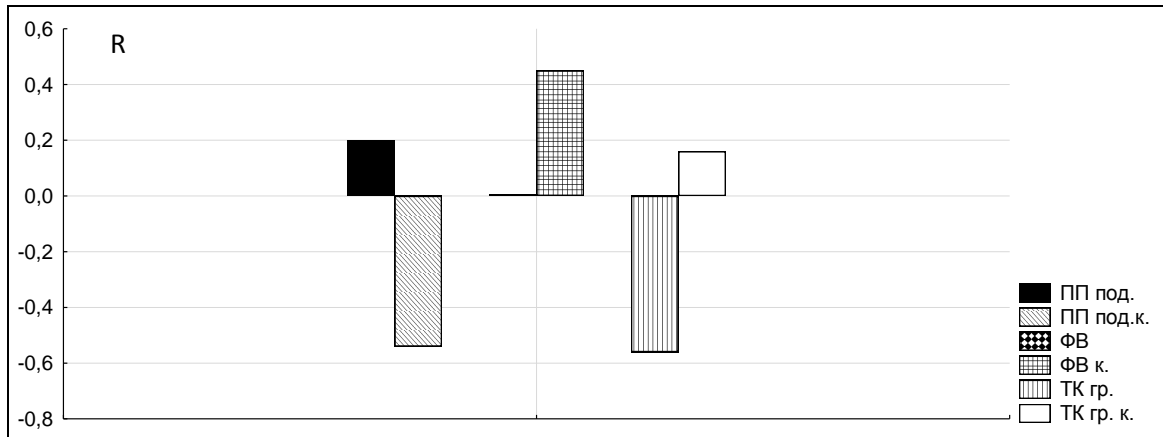
Примітки: к. – контроль; ПШ поп. – поперечний розмір правого шлуночка; ЛШУО – ударний об’єм лівого шлуночка; Кл Ла шв. – швидкість кровотоку на клапані легеневої артерії; л Ла гр. – градієнт тиску на клапані легеневої артерії

Рисунок 2 – Найбільш значущі коефіцієнти кореляції (R) отримані між доплерографічними параметрами та Корнельським вольтажним індексом у дітей з ДАК та у групі контролю



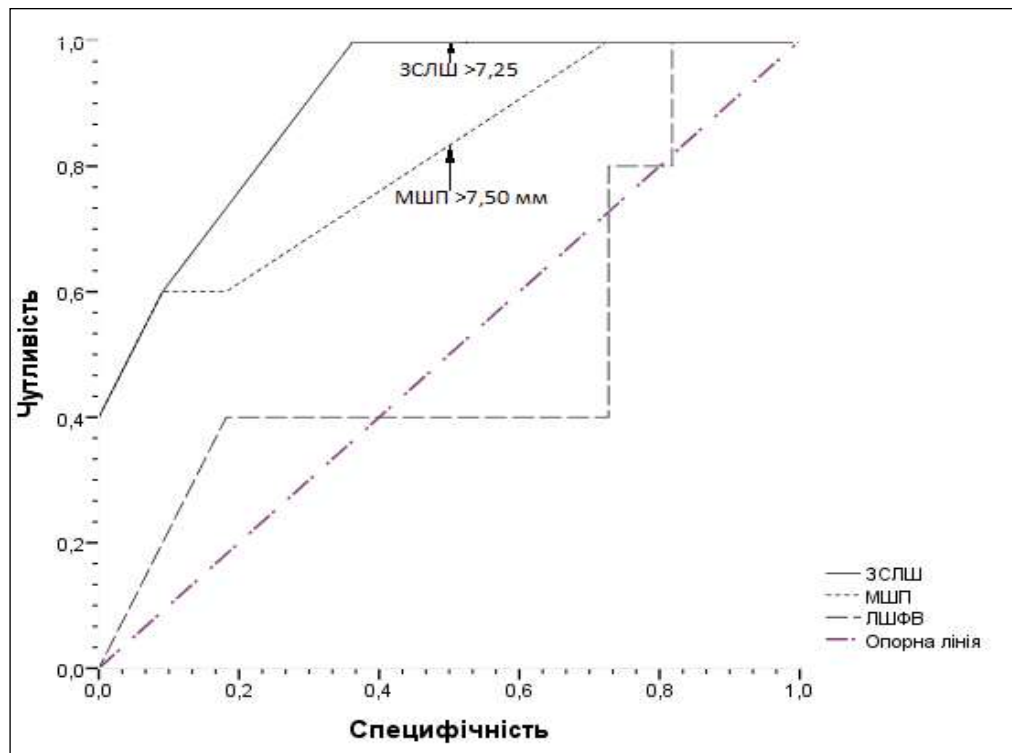
Примітки: КСР - кінцевий систолічний розмір лівого шлуночка; КСО - кінцевий систолічний об’єм лівого шлуночка; МШП -товщина міжшлуночкової перетинки; ЗЛШ -товщина задньої стінки лівого шлуночка; Ао к. гр. - градієнт тиску на аортальному клапані; Кл ЛА шв. - швидкість кровотоку на клапані легеневої артерії

Рисунок 3 – Найбільш значущі коефіцієнти кореляції (R) отримані між доплерографічними параметрами та висотою зубця R у відведенні aV1 у дітей з ДАК та у групі контролю



Примітки: к – контрольна група; ПП под. – подовжений розмір правого шлуночка; ФВ – фракція викиду; ТК гр. – градієнт тиску на трикуспідальному клапані

Рисунок 4 – Найбільш значущі коефіцієнти кореляції (R) отримані між доплероехографічними параметрами та тривалістю систоли у дітей з ДАК та у групі контролю



Примітки: ЗСЛШ – товщина задньої стінки лівого шлуночка (мм); МШП – товщина міжпередсердної перегородки (мм); ЛШФВ – фракція викиду лівого шлуночка (мл)

Рисунок 5 – Криві ROC, що відображують точки розподілу окремих доплерокардіографічних показників в залежності від значень ІСЛ у дітей з ДАК

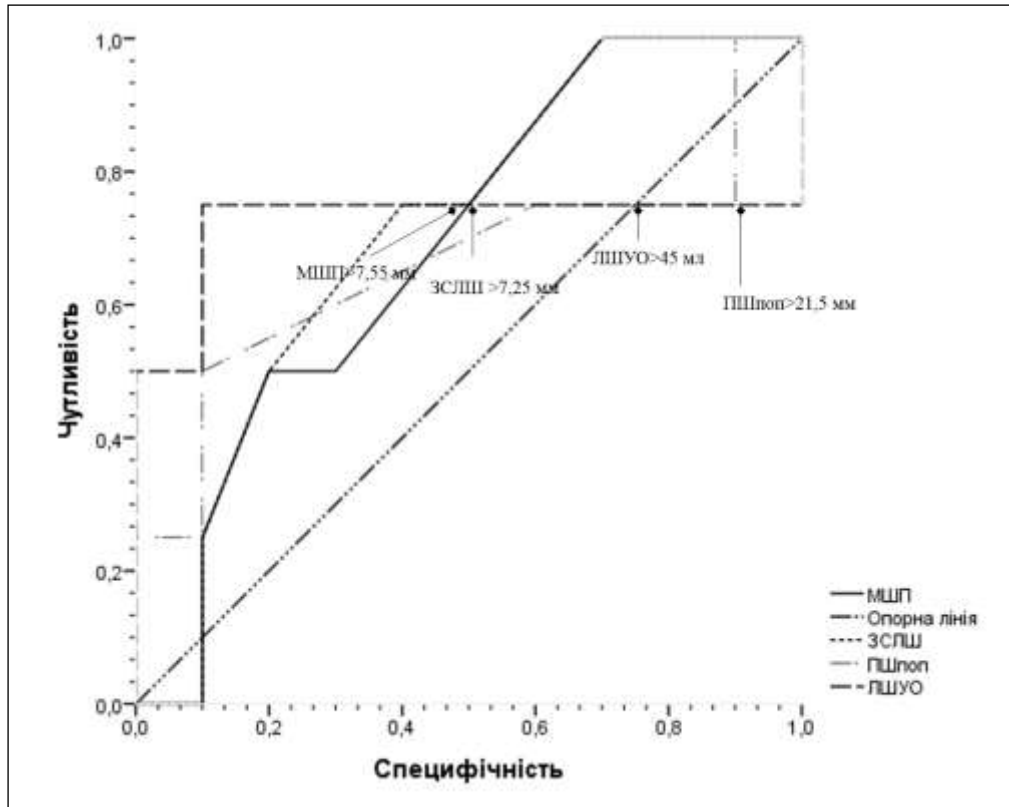
Як свідчить рисунок 5 та проведений ROC-аналіз, найсуттєвішими діагностичними показниками при високих значеннях ІСЛ у дітей з групи ДАК були товщина задньої стінки лівого шлуночка > 7,25 мм, чутливість 100 %, специфічність 46 % (AUC = 0,90, 95 % ДІ = 0,747–1,0) та міжшлуночкової перегородки > 7,5 мм, чутливість

80 %, специфічність 45 % (AUC = 0,81, 95 % ДІ = 0,567–1,0). У той же час, показник AUC для фракції викиду лівого шлуночка був недостовірним та склав 0,50 (95 % ДІ = 0,170–0,849).

Найсуттєвішими діагностичними показниками при високих значеннях КВІ за даними ROC-аналізу у дітей з ДАК (рис.6), також й як для

ІСЛ, були товщина задньої стінки лівого шлуночка > 7,25 мм, чутливість 75 %, специфічність 50 % (AUC = 0,71, 95 % ДІ = 0,426–0,999), та міжшлуночкової перетинки > 7,5 мм, чутливість 75 %, специфічність 50 % (AUC = 0,67, 95 % ДІ = 0,394–0,981), а також ударний об'єм лівого

шлуночка > 45 мл, чутливість 75 %, специфічність 80 % (AUC = 0,73, 95 % ДІ = 0,308–1,0) й поперечний розмір правого шлуночка > 21,5 мм, чутливість 75 %, специфічність 90 % (AUC = 0,66, 95 % ДІ = 0,287–1,0).



Примітки: ЗСЛШ – товщина задньої стінки лівого шлунока (мм); МШП – товщина міжпередсердної перетинки (мм); ПШпоп– поперечний розмір правого луночка (мм); ЛШУО – ударний об'єм лівого шлуночка (мл)

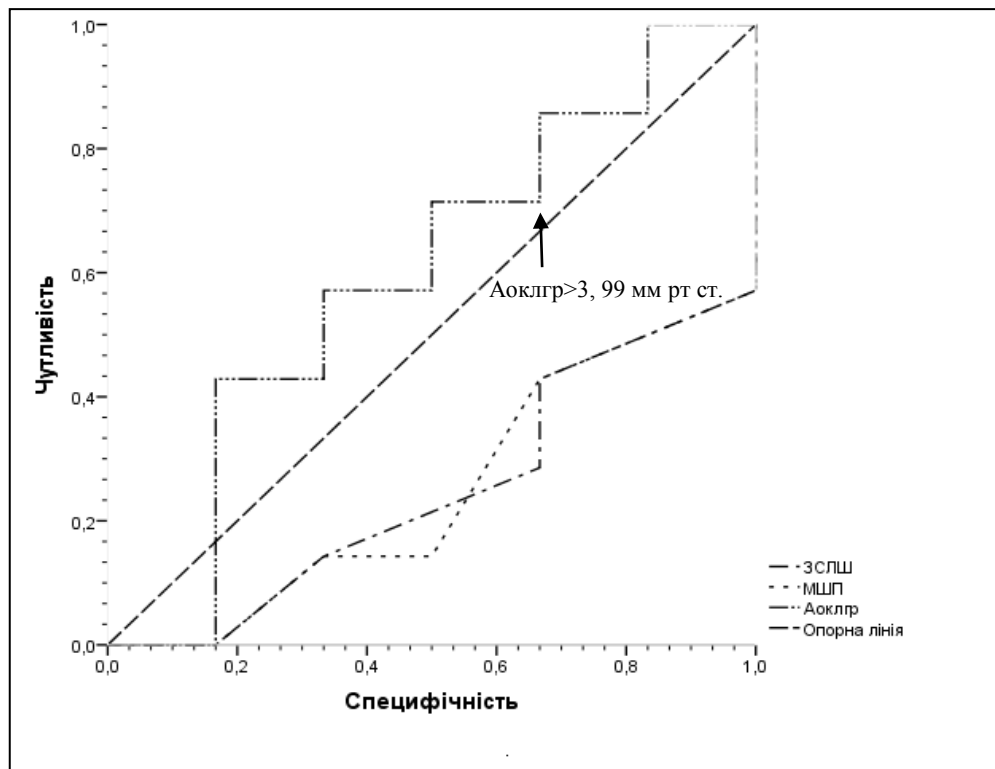
Рисунок 6 – Криві ROC, що відображують точки розподілу окремих доплерехокардіографічних показників в залежності від значень КВІ у дітей з ДАК

При проведенні ROC- аналізу у групі дітей з ДАК в залежності від висоти R aVL (рис.7) діагностичне значення мав градієнт тиску на аортальному клапані, що складав > 3,99 мм рт ст., чутливість 71 %, специфічність 67 % (AUC = 0,60, 95 % ДІ = 0,266–0,924) у той час як AUC для товщини задньої стінки лівого шлуночка була недостовірною та складала 0,25 (95 % ДІ = 0,001-0,520), а міжшлуночкової перетинки відповідно 0,26 (95 % ДІ = 0,001-0,521).

Таким чином, на підставі проведеного ROC-аналізу у дітей, що мають ДАК підвищений порівняно з контрольною групою ІСЛ має діагностичне значення щодо товщини задньої стінки

лівого шлуночка та міжпередсердної перетинки, а КВІ, окрім цих параметрів, відповідно, щодо ударного об'єму лівого шлуночка й поперечного розміру правого. У той же час, підвищення висоти зубця R у відведенні aVL має прогностичне значення щодо градієнту тиску на аортальному клапані.

Отримані дані кореспондуються з результатами дослідження Jinqi AM та співавт. [12] щодо найбільшої чутливості КВІ та ІСЛ, а також найбільшої специфічності RaVL при гіпертрофії міокарда лівого шлуночка, при цьому більш важки форми гіпертрофії краще корелювали саме з КВІ та ІСЛ, а КВІ менше залежав від віку



Примітки: ЗСПШ – товщина задньої стінки лівого шлуночка (мм); МШП – товщина міжпередсердної перетинки (мм); ПШПоп – поперечний розмір правого луночка (мм); Аоклгр – градієнт тиску на аортальному клапані (мл)

Рисунок 7 – Криві ROC, що відображують точки розподілу окремих доплерехокардіографічних показників в залежності від значень R aVL у дітей з ДАК

хворих. У той же час підкреслюється відносно низька чутливість ІСЛ та більша діагностична цінність КВІ при більшій залежності від статі пацієнтів [13], а також високу діагностичну цінність RaVL порівняно з іншими ЕКГ-індексами [14]. Слід також зазначити, що згідно отриманих результатів дослідження у дітей з ДАК, у зв'язку повільним та незалежним від екстракардіальних чинників розвитком міокардіальної гіпертрофії, зазначені ЕКГ-індекси мають більшу діагностичну цінність не тільки щодо самої

гіпертрофії, а також параметрів гемодинаміки на аортальному клапані. З іншого боку, виявлені взаємозв'язки між ЕКГ-індексами та доплерехокардіографічними параметрами свідчать про розвиток дезадаптивних функціональних змін та порушення скорочувальної активності лівого шлуночка на ранніх стадіях розвитку міокардіальної гіпертрофії у дітей з ДАК та можуть використовуватись у стратифікації ризиків розвитку подальших серцевих ускладнень.

Висновки

1. У дітей з ДАК при наявності помірної гіпертрофії міокарду й гемодинамічних порушеннях на аортальному клапані має місце достовірне збільшення ЕКГ-індексів, таких як Соколова-Лайона та Корнельського вольтажного індексу, а також тривалості систоли та висоти зубця R у відведенні aVL.

2. У дітей з ДАК значення індексу Соколова-Лайона найбільш тісно корелюють з доплерографічними показниками гіпертрофії лівого шлуночка, такими як товщина його задньої стін-

ки та міжпередсердної перетинки, у той час як Корнельський вольтажний індекс з геометрією правого шлуночка а висота зубця R у відведенні aVL з градієнтом тиску на аортальному клапані.

3. У дітей з ДАК найбільше діагностичне значення щодо розвитку подальшої гіпертрофії міокарду лівого шлуночка, що визначається за даними доплерехокардіографічного дослідження мають показники індекса Соколова-Лайона, що перевищують 30 mV, а висота зубця R у відведенні aVL більша за 9 mV може слугувати предиктором збільшення градієнта тиску на аортальному клапані.

Перспективи подальших досліджень

Перспективою подальших досліджень є пошук біохімічних та генетичних предикторів роз-

витку гіпертрофії міокарду лівого шлуночка та порушень внутрішньосерцевої гемодинаміки у дітей з ДАК.

References (список літератури)

1. Klimentko TM, Sorokolat YuV, Karapetyan OYu. [Reserves of the children reference with congenital heart disease]. *Perinatology and Pediatrics*. 2014; 2(58):106–109.
2. Siu Samuel C., Candice K. [Bicuspid aortic valve disease]. *Journal of the American College of Cardiology*, 55(25), 2010;. P. 2789–2800.
3. Lambert EC, Menon VA, Wagner HR. [Sudden unexpected death from cardiovascular disease in children. A cooperative international study]. *Am. J. Cardiol*. 1974; 34:89.
4. Roberts WC, Vowels TJ, Ko JM. *Natural history of adults with congenitally malformed aortic valves (unicuspid or bicuspid)*. *Medicine (Baltimore)*, 2012; 91:287.
5. Kamenshchik AV, Kamysny OM, Ivanko OG, [Gene expression of nuclear factor of activated T-cells in children with bicuspid aortic valve]. *Medical perspectives*, 2016; 21. (3):29–34.
6. Linde EV, Akhmetov II, Ordzhonikidze ZG, Astratenkova IV, Fedotov AG. [Influence of polymorphisms of genes ACE, PPARA, PPARC and NFATC4 on the clinical-functional characteristics of the “heart strain”]. *International journal of interventional cardiology*, 2009; 17: 50:56.
7. Sokolow M, Lyon TP. [The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads]. *Am Heart J*. 1949;37:161–86.
8. Schröder J, Nuding S, Müller-Werdan U, Werdan K, Kluttig A, Russ M, Greiser KH, Kors JA., Haerting J, Medenwald D. [Performance of Sokolow-Lyon index in detection of echocardiographically diagnosed left ventricular hypertrophy in a normal Eastern German population - results of the CARLA study]. *BMC Cardiovasc Disord*. 2015; 15: 69. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4501293/>
9. Denarie N, Linhart A, Levenson J, Simon A. [Utility of electrocardiogram for predicting increased left ventricular mass in asymptomatic men at risk for cardiovascular disease]. *Am J Hypertens*. 1998;11:861–5.
10. Fang-Ying Su, Yi-Hwei Li, Yen-Po Lin, Chung-Jen Lee, Chih-Hung Wang, Fan-Chun Meng, Yun-Shun Yu, Felicia Lin, Hsien-Tsai Wu, Gen-Min Lin. [A comparison of Cornell and Sokolow-Lyon electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy in a military male population in Taiwan: the Cardiorespiratory fitness and Hospitalization Events in armed Forces study]. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2017; 7(3): 244–251.
11. Smedsrud MK, Haugaa KH, Sarvari S, Edvardsen T. [Duration of Myocardial Early Systolic Lengthening Predicts the Presence of Significant Coronary Artery Disease]. *Journal of the American College of Cardiology*. 2012; 60(12):1086-93.
12. Jingi AM, Noubiap JJ, Kamdem P, Kingue S. Determinants and improvement of electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy in a black African population. *PLoS One*. 2014 May 8;9(5):e96783. doi: 10.1371/journal.pone.0096783
13. Courand PY, Lantelme P, Gosse Ph. [Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy: Time to forget the Sokolow-Lyon index?]. *Archives of cardiovascular diseases*. 2015;5(108):277-280.
14. Courand PY., Jenck S., Bricca G., Milon H., Lantelme P. [R wave in aVL lead: an outstanding ECG index in hypertension]. *J Hypertens*. 2014; 32:1317-1325.

(received 21.04.2018, published online 29.06.2018)

(одержано 21.04.2018, опубліковано 29.06.2018)