

## ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

О.Я. Царук,  
Н.М. Руденко,  
В.М. Рижик,  
Ю.І. Алексеєва

ДУ Науково-практичний  
медичний центр дитячої  
кардіології та кардіохірургії  
МОЗ України, Київ,

Івано-Франківський  
національний медичний  
університет

## Особенности динамического эхокардиографического спостереження за немовлятами з коарктацією аорти

The peculiarities of dynamic echocardiography  
in infants with aorta coarctation

**Цель работы:** Проанализировать основные эхокардиографические показатели у младенцев с коарктацией аорты (КоА) с целью определения дальнейшей тактики ведения.

**Материалы и методы:** Обследованы 52 ребенка в возрасте до 1 года. У 30,7 % из них диагноз КоА был установлен в возрасте от 0 до 3 месяцев, у 23,1 % — в 3–6 месяцев, 21,2 % — в возрасте 6–9 и у 25,0 % младенцев — 9–12 месяцев, соответственно.

Определяли такие эхокардиографические показатели, как конечный диастолический индекс, фракция выброса, индекс Tei, индекс массы миокарда левого желудочка и градиент давления на аортальном клапане. В зависимости от степени выраженности КоА дети были распределены на следующие группы: в 45,9 % случаев диагностирован легкий аортальный стеноз, у 23,7 % — средний, у 13,5 % — тяжелый и у 16,9 % обследованных — критический.

**Результаты:** Динамическое наблюдение за пациентами с различной степенью тяжести аортального стеноза позволило определить изменения основных эхокардиографических параметров. Доказана высокая чувствительность и информативность показателя Tei левого желудочка, что определяет его как один из основных эхокардиографических показателей для контроля за состоянием ребенка и решения вопроса о дальнейшей тактике ведения.

**Выводы:** Рекомендовано обследование пациентов с легкой степенью КоА 1 раз в 6 месяцев, со средней степенью — 1 раз в месяц; при тяжелом стенозе — его проведение с помощью телемедицины для решения вопроса о целесообразности и времени выполнения кардиохирургической коррекции, а при критическом течении — срочная транспортировка неонатальной бригадой в кардиохирургический центр для оказания неотложной хирургической помощи.

**Ключевые слова:** врожденные пороки сердца, младенцы, коарктация аорты, эхокардиография.

**Objective:** To analyze main echocardiography indices in infants with aortic coarctation (ACo) with the purpose to determine the further management tactics.

**Material and Methods:** The study involved 52 children under 1 year. In 30.7 % of them the diagnosis of ACo was made at the age of 0-3 months, in 23.1 % - at 3-6 months; 21.2 % - at 6-9 and 25.0 % - at 9-12 months, respectively.

Echocardiographic indices, i.e. end-diastole index, ejection fraction, Tei index, left ventricle myocardium mass index, and pressure gradient in the aortic valve were determined.

By ACo degree the children were divided into the following groups: 45.9 % of cases with mild aorta stenosis, 23.7 % — medium, 13.5 % — severe, and 16.9 % — critical AS.

**Results:** Dynamic observation of the patients with different degree ACo revealed the changes in main echocardiography parameters. High sensitivity and informativity of Tei index in the left ventricle, which determines it as one of the main echocardiographic indices for control of the child's health and decision on the further management tactics, was proven.

**Conclusion:** It is recommended to investigate the patients with mild aorta stenosis once in 6 months, with medium one once a month. Severe degree requires telemedicine application to solve the question about the necessity and time of cardiosurgery; critical course necessitates urgent transpiration to cardiosurgery center for urgent surgery.

**Key words:** congenital heart defects, infants, aorta stenosis, echocardiography.

**Мета роботи:** Проаналізувати основні ехокардіографічні показники у немовлят з коарктацією аорти (КоА) з метою визначення подальшої тактики ведення.

**Матеріали і методи:** Обстежено 52 дитини віком до 1 року. У 30,7 % з них діагноз КоА було встановлено у віці від 0 до 3 місяців, у 23,1 % — у 3–6 місяців; 21,2 % — у 6–9 та 25,0 % — у 9–12 місяців відповідно.

Визначали ехокардіографічні показники: кінцевий діастолічний індекс, фракцію викиду, індекс Tei, індекс маси міокарда лівого шлуночка і градієнт тиску на аортальному клапані.

Залежно від ступеня вираженості КоА діти були розподілені на групи: у 45,9 % випадків діагностовано легкий аортальний стеноз, у 23,7 % — середній, у 13,5 % — тяжкий та у 16,9 % — критичний.

**Результати:** Динамічне спостереження за пацієнтами із різним ступенем тяжкості аортального стенозу виявило зміни основних ехокардіографічних параметрів. Доведено високу чутливість й інформативність показника Tei лівого шлуночка, що визначає його як один з основних ехокардіографічних показників для контролю стану дитини та вирішення питання про подальшу тактику ведення.

**Висновки:** Рекомендоване обстеження пацієнтів із легким ступенем КоА 1 раз на 6 місяців, із середнім ступенем — 1 раз на місяць. При тяжкому стенозі необхідне його проведення за допомогою телемедицини для вирішення питання про доцільність та час виконання кардіохірургічної корекції, а при критичному перебігу — термінове транспортування неонатальною бригадою в кардіохірургічний центр для надання невідкладної хірургічної допомоги.

**Ключові слова:** уроджені вади серця, немовлята, коарктація аорти, ехокардіографія.

Патологія серцево-судинної системи (ССС) займає одне з основних місць у захворюваності дитячого віку. За останні роки в структурі хвороб ССС збільшилася питома вага вроджених вад серця (ВВС), які виявляються з частотою 2,4–14,2 випадку на 1000 новонароджених [1, 2].

Важливою є не тільки вчасна діагностика вродженої патології ССС для встановлення епідеміології ВВС, але й динамічне спостереження за пацієнтами з метою визначення правильної тактики лікування, що значно знижує показники захворюваності та смертності немовлят [1–3].

Особливе місце у структурі ВВС посідають обструктивні вади, які характеризуються об'ємним перевантаженням лівого шлуночка (ЛШ) та прогресуючою лівошлуночковою недостатністю. Однією з таких вад є коарктація аорти (КоА). Її частота складає 0,23–0,33 на 1000 новонароджених, 6% серед всіх ВВС та 10% — серед критичних ВВС [3–5].

Уроджене сегментарне звуження аорти — КоА може бути різного ступеня, аж до її переривання, на будь-якій ділянці в зоні дуги, перешийка, нижнього грудного або черевного відділів [3, 5].

У 89,9% випадків КоА розташовується в сегменті від лівої підключичної артерії до відкритої артеріальної протоки (ВАП) («перешийка аорти») або зразу нижче ВАП, звуження може виявлятися на великому протязі і досягати значного ступеня аж до атрезії чи переривання дуги [3, 6].

Гемодинамічні зміни при КоА визначаються перешкодою кровотоку в аорті. Основним наслідком цього є високий тиск у ЛШ та верхній половині тіла. Надалі артеріальна гіпертензія підтримується за допомогою зміненої реактивності стінки судин, розташованих проксимальніше коарктації, а також гуморальними механізмами. В нижній половині тіла перфузійний тиск різко знижений і кровопостачання залежить або від прохідності ВАП, через яку надходить кров з легеневої артерії (дуктус-залежний кровотік), або від наявності колатералей (рис. 1). До головних судин, які беруть участь у розвитку колатеральної мережі, відносять підключичні артерії з їх гілками, внутрішні грудні, хребетні та міжреберні артерії, судини лопатки [1, 3, 5].

Після народження дитини при КоА відбувається швидка гіпертрофія ЛШ. Якщо збільшення

маси міокарда не супроводжується достатнім збільшенням його кровопостачання, то це веде до кисневого голодування м'язів серця, розвитку зон ішемії, дрібноосередкових некрозів, фіброеластозу. Зниження фракції викиду (ФВ) ЛШ зумовлює наявність механічної перешкоди та міокардіальної недостатності, що супроводжується падінням серцевого викиду [3, 5].

Зміни легеневого кровотоку, як правило, пов'язані з наявністю ВАП та інших ВВС. Кровотік може бути направлений як у бік низхідної аорти (у новонароджених з предуктальною коарктацією), так і в бік легеневої артерії (у старших дітей). У першому випадку він підтримує кровообіг у басейні низхідної аорти, в другому веде до гіперволемії малого кола кровообігу [1, 3, 5].

При природному перебігу захворювання може розвинутися вторинний фіброеластоз ЛШ, морфологічні зміни коронарних артерій, розлади мозкового кровообігу або крововиливи в мозок, аневризми аорти, що також обтяжує прогноз і погіршує результати відкладеного хірургічного втручання.

Таким чином, цій ваді, особливо в немовлят, властивий вкрай тяжкий перебіг, і тільки 44% пацієнтів переносять період первинної адаптації, а смертність на першому році життя сягає 34% [1, 4, 5].

Нашою метою було проаналізувати основні ехокардіографічні показники у немовлят з КоА для визначення подальшої тактики ведення.

---

## Методика дослідження

---

Було обстежено 52 дитини з КоА віком до одного року. Визначали такі ехокардіографічні (ЕХОКГ) показники, як кінцевий діастолічний індекс лівого шлуночка (КЛІ), фракція викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ), індекс  $Tei$  ЛШ ( $Tei$  index ЛШ), індекс маси міокарда лівого шлуночка (ІММЛШ) і середній градієнт тиску в проекції коарктації ( $\Delta P$  КоА). Всім дітям вимірювали сонно-підключичний індекс (СПІ), який визначали як відношення діаметра дуги аорти в проекції лівої підключичної артерії ( $d1$ ) до відстані між лівою сонною артерією і лівою підключичною артерією ( $d2$ ) (рис. 2) [6, 7]. За стандартною методикою, прийнятою комітетом Американського товариства ЕХОКГ, на апараті PHILIPS HD 11 XE проводили ЕХОКГ [8]. Контрольну групу склали 40 здорових дітей відповідного віку.

---

## Результати та їх обговорення

---

У 30,7% обстежених немовлят КоА було діагностовано в термін від народження до 3 місяців,



Рис. 1. Дуктус-залежний кровотік  
 Fig. 1. Ductus-dependent blood flow

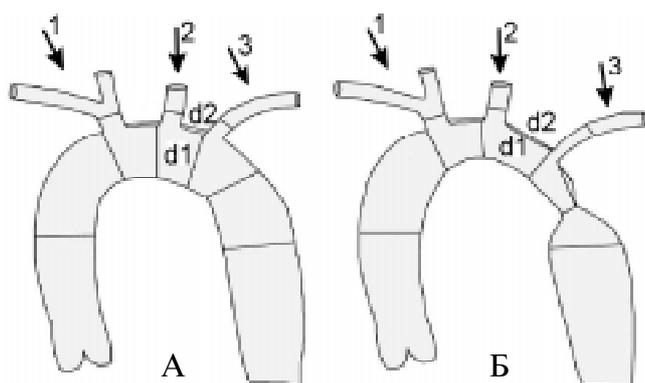


Рис. 2. Схематичне зображення дуги аорти: А — в нормі; Б — при коарктації: 1 — плечоголовний стовбур, 2 — ліва загальна сонна артерія, 3 — ліва підключична артерія; d1 — діаметр дуги аорти в проекції лівої підключичної артерії, d2 — відстань між лівою загальною сонною артерією і лівою підключичною артерією

Fig. 2. A scheme of aortic arch: А — norm; Б — at coarctation: 1 — brachiocephalic trunk, 2 — left common carotid artery, 3 — left subclavicular artery; d1 — aortic arch diameter in the projection of the left subclavicular artery, d2 — distance between the left common carotid artery and left subclavicular artery

у 23,1 % — від 3 до 6, у 21,2 % — від 6 до 9, а у 25,0% — від 9 до 12 місяців. Розподіл діагностованої КоА в перші три місяці показав, що дана ВВС найбільше виявляється у період від 0 до 7 діб від народження (рис.3), що зумовлене критичним ступенем тяжкості даної ВВС.

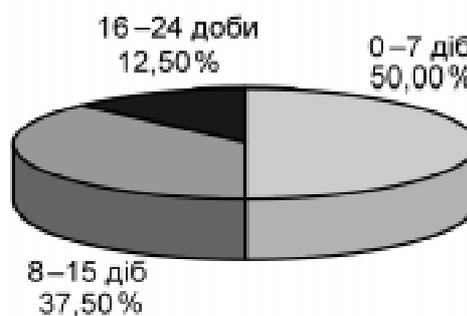


Рис. 3. Розподіл немовлят з критичною коарктацією аорти за терміном первинного діагностування

Fig. 3. Distribution of the infants with critical ACo by the term of the primary diagnosis

Розподіл основних ЕХОКГ-показників проведено залежно від показників ФВЛШ [Anderson]. Першу групу (32 дитини) обстежених становили діти, у яких ФВЛШ була вищою 65% (1-ша група), другу (12 дітей) — немовлята з ФВЛШ 45–64% (2-га група), а третю (8 дітей) склали пацієнти, в яких ФВЛШ не перевищувала 44% (3-тя група).

За результатами вимірювання СПІ констатували найменше його значення у пацієнтів 3-ї групи ( $0,59 \pm 0,30$ ) мм, у яких ФВЛШ була нижче 45%, а найвищі цифри діагностовано у дітей 1-ї групи ( $0,78 \pm 0,25$ ) мм (табл. 1).

У обстежених всіх груп діагностовано вірогідну ( $p < 0,001$ ) різницю між відповідними показниками при порівнянні з групою практично здорових дітей.

Обстеженим пацієнтам різних груп було також виміряно гемодинамічні та об'ємні ЕХОКГ-показники (табл. 2). Констатовано зростання показників КДІ від ( $59,12 \pm 0,48$ ) мл/см<sup>2</sup> у обстежених 1-ї групи до ( $91,23 \pm 0,91$ ) мл/см<sup>2</sup> у пацієнтів 3-ї групи; Tei index — від ( $0,370 \pm 0,003$ ) до ( $1,040 \pm 0,034$ ), відповідно; ІММЛШ — від ( $44,23 \pm 0,37$ ) г/м<sup>2</sup> до ( $54,88 \pm 0,46$ ) г/м<sup>2</sup>, відповідно. Діагностовано зниження показників ФВ від ( $65,01 \pm 0,89$ )% до ( $30,88 \pm 0,61$ )% у обстежених 1-ї та 3-ї груп, відповідно. Водночас зареєстровано зростання показника  $\Delta P$  КоА у дітей 1-ї і 2-ї груп ( $22,53 \pm 0,47$ ) і ( $54,83 \pm 0,87$ ) мм рт. ст., відповідно) та його різке зниження у пацієнтів

3-ї групи ( $29,38 \pm 0,86$ ) мм рт. ст. Констатовано вірогідну різницю ( $p < 0,001$ ) між відповідними показниками при різних ступенях тяжкості та при порівнянні зі здоровими немовлятами вже у дітей 1-ї групи. Таку ж динаміку гемодинамічних і об'ємних показників отримано в працях Friedberg M.K., Williams R.V. [9,10].

Дітей 1-ї групи ми спостерігали протягом 6 місяців, вимірюючи їм основні гемодинамічні та об'ємні параметри 1 раз на місяць. За отриманими результатами було констатовано зміну всіх ЕХОКГ-величин, хоча показники КДІ, ФВ, ІММЛШ та Tei index залишалися в межах норми (рис. 4). Однак, якщо Tei index вірогідно ( $p < 0,05$ ) відрізнявся від відповідного показника, отриманого при первинному огляді ( $0,37 \pm 0,003$ ) і ( $0,38 \pm 0,003$ ), відповідно) через 3 місяці обстеження, то вірогідну ( $p < 0,01$ ) різницю з відповідним первинним показником  $\Delta P$  КоА було діагностовано на 4-й місяць дослідження ( $22,53 \pm 0,47$ ) і ( $24,31 \pm 0,28$ ) мм рт. ст., відповідно), а аналогічну динаміку показників КДІ ( $55,12 \pm 0,48$ ) і ( $60,81 \pm 0,38$ ) мл/м<sup>2</sup>, відповідно) ( $p < 0,05$ ) та ІММЛШ ( $44,23 \pm 0,36$ ) і ( $45,27 \pm 0,25$ ) г/м<sup>2</sup>, відповідно) ( $p < 0,05$ ), відмічено тільки через 5 місяців спостереження, що вказує на високу чутливість Tei index, тобто можливість використовувати його як один із параметрів оцінки погіршення гемодинаміки при ВВС (рис. 5) [9,10].

Таблиця 1

Величина сонно-підключичного індексу в дітей досліджуваних груп  
Carotid-subclavicular index in the children of the investigated groups

Показник	Група обстежених немовлят			
	здорові (n = 30)	1-ша (n = 32)	2-га (n = 12)	3-тя (n = 8)
d1 (мм)	$6,37 \pm 0,97$	$4,41 \pm 0,25$ $P_{1-2} < 0,001$	$4,55 \pm 0,20$ $P_{1-3} < 0,001$ $P_{2-3} > 0,05$	$4,29 \pm 0,28$ $P_{1-4} < 0,001$ $P_{2-4} > 0,05$ $P_{3-4} > 0,05$
d2 (мм)	$2,67 \pm 0,83$	$7,08 \pm 0,28$ $P_{1-2} < 0,001$	$7,18 \pm 0,22$ $P_{1-3} < 0,001$ $P_{2-3} > 0,05$	$7,49 \pm 0,30$ $P_{1-4} < 0,001$ $P_{2-4} > 0,05$ $P_{3-4} > 0,05$
СПІ (d1/ d2)	$2,38 \pm 0,84$	$0,78 \pm 0,25$ $P_{1-2} < 0,001$	$0,63 \pm 0,26$ $P_{1-3} < 0,001$ $P_{2-3} > 0,05$	$0,59 \pm 0,30$ $P_{1-4} < 0,001$ $P_{2-4} > 0,05$ $P_{3-4} > 0,05$

Примітка. p — вірогідність різниці показників між здоровими особами та відповідними показниками 1-ї, 2-ї та 3-ї груп обстежених.

Основні ехокардіографічні показники у немовлят з коарктацією аорти ( $M \pm m$ )  
 Main echocardiography parameters in infants with aorta coarctation ( $M \pm m$ )

ЕХОКГ показник	Розподіл немовлят з КоА, група			
	(n = 30)	(n = 32)	2-га (n = 12)	3-тя (n = 8)
КДІ, мл/см <sup>2</sup>	52,19 ± 1,03	59,12 ± 0,48 P <sub>1-2</sub> < 0,001	79,41 ± 0,60 P <sub>1-3</sub> < 0,001 P <sub>2-3</sub> < 0,001	91,23 ± 0,91 P <sub>1-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001 P <sub>3-4</sub> < 0,001
ФВ, %	67,25 ± 0,64	65,01 ± 0,89 P <sub>1-2</sub> < 0,05	51,75 ± 1,56 P <sub>1-3</sub> < 0,001 P <sub>2-3</sub> < 0,001	30,88 ± 0,61 P <sub>1-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001 P <sub>3-4</sub> < 0,001
Tei index	0,337 ± 0,005	0,370 ± 0,003 P <sub>1-2</sub> < 0,001	0,520 ± 0,008 P <sub>1-3</sub> < 0,001 P <sub>2-3</sub> < 0,001	1,040 ± 0,034 P <sub>1-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001 P <sub>3-4</sub> < 0,001
ІММЛШ, г/м <sup>2</sup>	41,31 ± 0,63	44,23 ± 0,37 P <sub>1-2</sub> < 0,01	46,35 ± 0,47 P <sub>1-3</sub> < 0,001 P <sub>2-3</sub> < 0,001	54,88 ± 0,46 P <sub>1-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001 P <sub>3-4</sub> < 0,001
ΔР КоА, мм рт. ст.	5,10 ± 0,23	22,53 ± 0,47 P <sub>1-2</sub> < 0,001	54,83 ± 0,87 P <sub>1-3</sub> < 0,001 P <sub>2-3</sub> < 0,001	29,38 ± 0,86 P <sub>1-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001 P <sub>3-4</sub> < 0,001

Примітка. p — вірогідність різниці показників здорових дітей з відповідними показниками 1-ї, 2-ї та 3-ї груп обстежених.

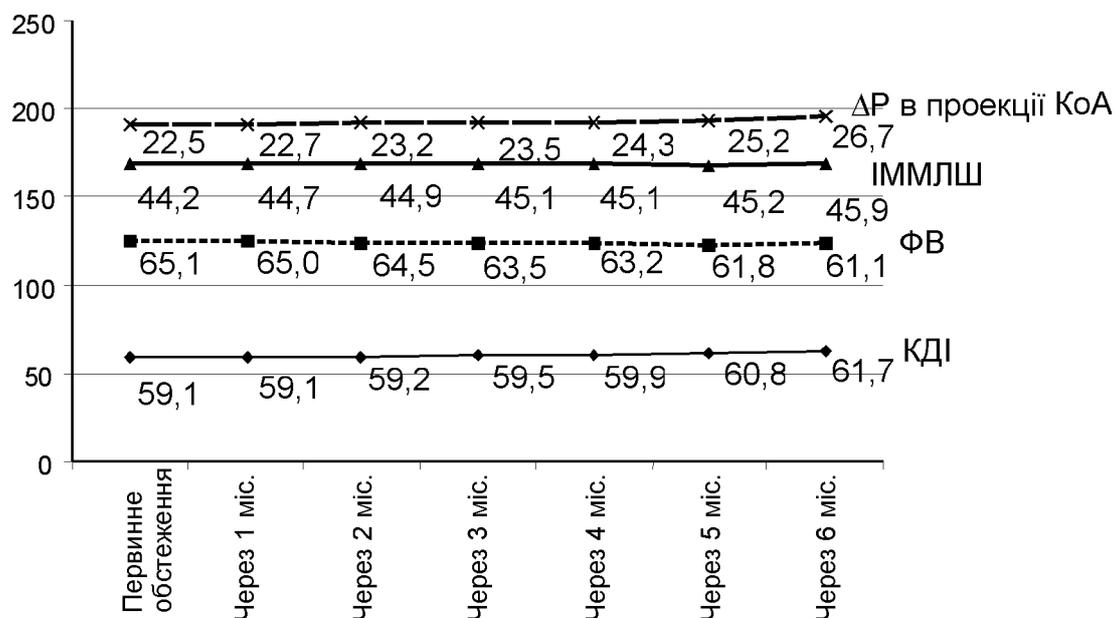


Рис. 4. Динаміка ехокардіографічних показників: кінцевого діастолічного індексу, фракції викиду, індексу маси міокарда лівого шлуночка і градієнта тиску в проекції коарктації у дітей 1-ї групи з коарктацією аорти

Fig. 4. Dynamics of end diastole index, ejection fraction, left ventricle myocardium mass index, pressure gradient in the projection of the coarctation in children from group 1 with ACo

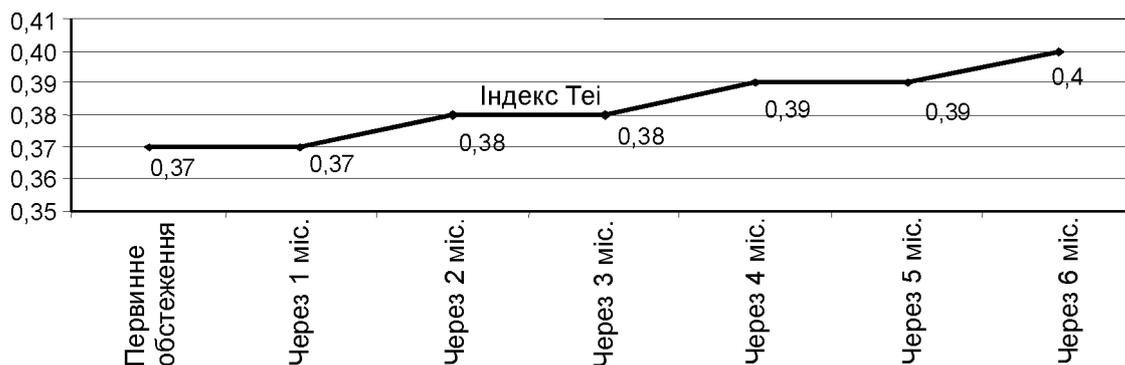


Рис. 5. Динаміка індексу Теі у пацієнтів 1-ї групи з коарктацією аорти

Fig. 5. Dynamics of Tei index in patients from group 1 with ACo

Слід зазначити, що дослідження обструктивних ВВС ми виконували в тісній співпраці з кардіохірургічним центром Києва. Так, пацієнти з ФВ від 45 до 64% (23,1% випадків серед дітей з КоА) були консультовані фахівцями кардіохірургічного центру за допомогою телемедицини з метою прийняття рішення про подальшу тактику їх ведення. А немовлята з критичними проявами КоА, коли ФВ були нижче 45% (15,4% випадків серед обстежених), були скеровані у кардіохірургічний центр для проведення необхідної кардіохірургічної корекції.

4. Пацієнтам з ФВ 45–64% рекомендована консультація з кардіохірургічним центром за допомогою телемедицини для вирішення питання про доцільність та час проведення кардіохірургічної корекції. Немовлятам з критичним перебігом даної обструктивної ВВС рекомендовано термінове транспортування неонатальною бригадою в кардіохірургічний центр для надання невідкладної кардіохірургічної допомоги.

У перспективі ми плануємо розробити алгоритм діагностики та спостереження за немовлятами із різним ступенем тяжкості КоА.

## ВИСНОВКИ

1. У пацієнтів з КоА констатовано вірогідне зростання показників КДІ, Теі index та ІММЛШ залежно від показників ФВ. Доведено вірогідне зниження у обстежених немовлят показників ФВ залежно від ступеня тяжкості КоА. Діагностовано вірогідне підвищення показника  $\Delta P$  КоА від легкого до важкого ступеня перебігу КоА та таке ж зниження відповідного показника у пацієнтів із критичною КоА.

2. Індекс Теі є ранньою ознакою систолічної дисфункції лівого шлуночка, що визнано параметром тяжкості стану та показанням до оперативного втручання.

3. Немовлят із КоА та ФВ вище 65%, зважаючи на негативну динаміку показників Теі index через три місяці після первинного огляду та його вірогідну різницю з відповідним показником після шести місяців спостереження, рекомендується спостерігати 1 раз на три місяці з урахуванням індивідуальних особливостей перебігу патології та вчасного проведення планової кардіохірургічної корекції.

## Література

1. Емец И., Романюк А. // DOCTOR. – 2003. – № 2. – С. 26–28.
2. Кривоустов С.П. // Тавр. мед.-биол. вестн. – 2007. – 10, № 2. – С. 79–83.
3. Шарыкин А.С. Врожденные пороки сердца: Руководство для педиатров, кардиологов, неонатологов. – М.: Теремок, 2005. – 384 с.
4. Волощак-Гембіцька Б., Марушевський Б. Кардіологічні стани, які загрожують життю новонароджених // Друга регіональна школа-семінар: Рання діагностика та лікування новонароджених з вродженими вадами серця (Львів, 22 листопада 2002 р.). – Львів, 87 с.
5. Мутафьян О.А. Врожденные пороки сердца у детей. – Санкт-Петербург: «Невский диалект», 2002. – 330 с.
6. Ali Dodge-Khatani, MD, PhD // Ann. Thorac. Surg. – 2005. – Vol. 8. – P. 1652–1658.
7. Aluguin V.P.R., Shute D., Nihill Mt. et al. // Am. J. Cardiol. – 2003. – Vol. 91. – P. 502–505.
8. Фейгенбаум Х. Эхокардиография: Пер. с англ. – М.: Видар, 1999.
9. Friedberg M.K., Silverman N.H. // Am. J. Cardiol. – 2006. – Vol. 97. – P. 101–105.
10. Williams R.V., Ritter S., Tani L.Y. et al. // Ibid. – 2000. – Vol. 86. – P. 1106–1110.

Надходження до редакції 04.07.2011.

Прийнято 23.08.2011.

Адреса для листування:  
Рижик Валер'ян Миколайович,  
Івано-Франківський національний медичний університет,  
вул. Галицька, 2, Івано-Франківськ, 76000, Україна