

## Instrumental markers of myocardial dysfunction in children with congenital heart disease after surgical correction

V. M. Dudnyk, \*O. O. Zborovskaya

Department of Pediatrics No 2, N. I. Pirogov National Medical University of Vinnitsa, Ukraine

\*Corresponding author: olga-zborovskaya@mail.ru. Manuscript received November 14, 2014; accepted December 05, 2014

### Abstract

**Background:** Prolonged observation of children with congenital heart disease (CHD) after surgical correction indicates the development of the myocardial dysfunction. The aim of our study was to characterize markers of myocardial dysfunction in children with CHD after surgical correction.

**Material and methods:** We examined 184 children with CHD after radical correction (mean age  $9.54 \pm 0.36$  years) and 40 healthy children. All children underwent echocardiography by tissue Doppler studied definition of myocardial velocities in systole ( $S'$ ) and during early and late diastole ( $E'$  and  $A'$ ), determined by the ratio  $E'/E'$ .

**Results:** We observed a significant reduction of systolic myocardial velocities in children with CHD in all myocardial segments, namely:  $S'_{mv} 7.81 \pm 0.10$  cm/s;  $S'_{ivs} 6.54 \pm 0.07$  cm/s;  $S'_{mv} 9.70 \pm 0.12$  cm/s ( $p < 0.01$ ), which distinguishes them from indicators of healthy children between 21.25% and 31.96%. The value of the ratio  $E'/E'$  exceeds parameters in healthy children by 20.75% for the left ventricle and to 35.36% for the right ventricle and was  $7.45 \pm 0.21$  and  $6.42 \pm 0.14$  respectively ( $p < 0.01$ ). The ratio  $E'/E'$  for right ventricle exceeds indicators of healthy children by 25.2% in the pre-clinical stage of heart failure.

**Conclusions:** According to the tissue Doppler in children with CHD, radical correction results in reduction of longitudinal myocardial contractility and relaxation disorder.

**Key words:** congenital heart defects, children, myocardial dysfunction.

## Инструментальные маркеры миокардиальной дисфункции у детей с врожденными пороками сердца после оперативной коррекции

### Введение

Врожденные пороки сердца (ВПС) – одна из самых частых врожденных аномалий у детей, их частота в структуре пороков развития составляет от 25% до 30% [1, 2]. В различных странах мира, а именно в России, странах Европы, Соединенных Штатах Америки, Канаде, Японии, рождаемость детей с ВПС колеблется в пределах 8-10 на 1000 детей родившихся живыми [3].

Развитие детской кардиохирургии в последние два десятилетия способствует увеличению популяции детей, которые перенесли оперативную коррекцию ВПС. Длительное клиническое наблюдение за такими пациентами указывает на развитие у них симптомов сердечной недостаточности (СН) [1, 4, 5]. Так, если через год после оперативной коррекции первому функциональному классу по NYHA соответствует подавляющее большинство детей (около 90%), то через десять лет их количество уменьша-

ется на половину [1]. Традиционно, СН ассоциируют со сниженной систолической функцией левого желудочка что, как правило, оценивают по показателю фракции выброса (ФВ). Однако, у части больных признаки СН обнаруживают при незначительно измененной или даже нормальной систолической функции левого желудочка. Следует отметить, что сокращение миокарда обеспечивается как продольными, так и циркулярными волокнами. Существует гипотеза, которая подкреплена результатами исследований, что при патологических состояниях миокарда в первую очередь нарушается функция продольных миокардиальных волокон, работа которых не отображается показателем ФВ [6, 7]. Следовательно, оценка продольной сократимости миокарда наиболее информативна для ранней диагностики миокардиальной дисфункции [6].

Метод тканевой доплерографии дает возможность оценить продольное движение стенок левого и правого

желудочков. Пиковые систолические миокардиальные скорости фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов коррелируют с глобальной сократимостью миокарда. Диастолический профиль движения фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов позволяет оценить релаксационные свойства желудочков сердца. Как известно, диастолическая дисфункция может предшествовать клинической манифестации СН и, непосредственно, систолической дисфункции [6]. Метод тканевой доплерографии дает возможность выявлять диастолическую дисфункцию на ранних стадиях и проводить своевременную медикаментозную коррекцию.

**Целью** нашего исследования была характеристика маркеров миокардиальной дисфункции у детей с ВПС после оперативной коррекции.

### Материал и методы

Нами было обследовано 184 ребенка с ВПС, которым была произведена радикальная коррекция анатомических дефектов в возрасте от 1 месяца до 18 лет, из них 93 мальчика ( $50,54 \pm 3,68\%$ ) и 91 девочка ( $49,46 \pm 3,68\%$ ). Средний возраст обследованных больных составил  $9,54 \pm 0,36$  лет. Верификацию диагноза ВПС и СН проводили согласно приказу МЗ Украины № 362 от 19.07.2005 г. «Про утверждение Протоколов диагностики и лечения кардиоревматологических заболеваний у детей», приказа МЗ Украины № 436 от 03.07.2006 г. «Протокол оказания помощи детям с врожденными пороками сердца» с учетом классификации СН для пациентов детского возраста Н. А. Белоконь (1987 г.) и данных руководства Европейской ассоциации кардиологов для лечения и диагностики хронической сердечной недостаточности (ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure) (2008 р.). Материалы исследования соответствуют основным биоэтическим нормам Хельсинской декларации принятой Генеральной ассамблеей Всемирной медицинской ассоциации, Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицине (1977). В зависимости от гемодинамических особенностей в большом и малом круге кровообращения, дети были разделены на 3 группы: ВПС с обогащением малого круга кровообращения (МКК) – 119 детей ( $64,67 \pm 3,52\%$ ); ВПС с гиповолемией МКК – 35 детей ( $19,02 \pm 2,89\%$ ) и сердечные аномалии с обеднением большого круга кровообращения (БКК) – 30 детей ( $16,00 \pm 2,72\%$ ). Группа сердечных аномалий с обогащением МКК представлена дефектами межпредсердной и межжелудочковой перегородок (ДМПП, ДМЖП); группу ВПС с обеднением МКК формировали дети с тетрадой Фалло (ТФ) и двойным отхождением магистральных сосудов от правого желудочка (тетрадный тип) (ДОМС ПЖ) и в последнюю группу вошли больные с коарктацией аорты (КА) и врожденным аортальным стенозом (СА).

Для оценки систолической и диастолической функции миокарда всем пациентам проводилась эхокардиография (Эхо-КГ) на аппарате Philips HD11 XE, датчиком от 3,5 до 7 МГц после 15-минутного периода адап-

тации при постоянной температуре в помещении. При проведении Эхо-КГ придерживались правил регламентированных Американской ассоциацией эхокардиографии 2006 г. (Guidelines and Standards for Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography). Ультразвуковое исследование проводилось с использованием В- и М-режимов, доплер-Эхо-КГ с цветным доплеровским картированием и тканевой доплерографией в импульсно-волновом режиме. Для оценки систолической функции левого желудочка определяли ФВ по формуле Teichholz L. и пиковую систолическую миокардиальную скорость движения латеральной части фиброзного кольца митрального клапана ( $S'_{\text{МК}}$ , см/с) и на уровне базального отдела межжелудочковой перегородки ( $S'_{\text{МЖП}}$ , см/с). Сократительная способность правого желудочка оценивалась путем определения амплитуды движения плоскости фиброзного кольца трехстворчатого клапана (TAPSE, см), а также по пиковой систолической миокардиальной скорости движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана ( $S'_{\text{ТК}}$ , см/с). Диастолическая функция левого и правого желудочков анализировалась по соотношению скоростей раннедиастолического трансклапанного потока E и пиковой скорости движения фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов в первую фазу диастолы  $E' - E/E'$ .

В качестве контрольной группы были обследованы 40 здоровых детей, которым был выполнен весь спектр клинического и инструментального исследования. Статистическая обработка полученных результатов была проведена с помощью программы IBM SPSS Statistics, версия 20 (2013), с применением параметрических и непараметрических методов оценки полученных результатов.

### Результаты и их обсуждение

При анализе показателей систолической функции миокарда ЛЖ, у обследованных детей установлено, что при различных гемодинамических типах ВПС средние значения ФВ отличались от показателей здоровых детей от 4,46% до 8,00% и не выходили за границы референтного интервала [6]. Следует отметить, что снижение показателя ФВ отмечалось только у 20 детей (10,87%) (табл. 1).

Методом тканевой доплерографии выявлено снижение скоростных показателей продольной сократимости ЛЖ у 141 (76,63%) пациента, а правого желудочка у 133 (72,28%) детей.

При оценке систолической функции миокарда левого желудочка по данным тканевого доплера выявлено, что показатель  $S'_{\text{МК}}$  в группе пациентов с ВПС был достоверно ниже (в 1,26 раза) в сравнении со здоровыми детьми –  $7,81 \pm 0,10$  см/с и  $9,85 \pm 0,28$  см/с, соответственно ( $p < 0,01$ ). Рассматривая показатели пиковой систолической скорости в зависимости от гемодинамического типа ВПС установлено, что при пороках с обеднением БКК скорость  $S'_{\text{МК}}$  была меньше показателя здоровых де-

Таблица 1

## Показатели систолической функции миокарда левого желудочка по данным эхокардиографии у обследованных детей

| Показатель                           | ВПС с обогащением МКК<br>n = 119 | ВПС с обеднением МКК<br>n = 35 | ВПС с обеднением системного кровотока<br>n = 30 | Все дети с ВПС<br>n = 184 | Здоровые дети<br>n = 40 |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| ФВ, %                                | 65,97 ± 0,53*                    | 64,57 ± 0,97*                  | 61,03 ± 0,61*                                   | 64,90 ± 0,42*             | 69,03 ± 0,64            |
| S <sub>МК</sub> <sup>'</sup> , см/с  | 8,02 ± 0,10*                     | 8,21 ± 0,27*                   | 6,51 ± 0,23*,**                                 | 7,81 ± 0,10*              | 9,85 ± 0,28             |
| S <sub>МШП</sub> <sup>'</sup> , см/с | 6,82 ± 0,07*                     | 5,96 ± 0,23*                   | 6,13 ± 0,10*                                    | 6,54 ± 0,07*              | 7,93 ± 0,13             |

Примечание: \* - p < 0,01 – разница достоверна относительно показателей группы здоровых детей;

\*\* - p < 0,01 – разница достоверна относительно показателей детей с другими типами ВПС.

Таблица 2

## Показатели систолической функции миокарда правого желудочка по данным эхокардиографии у обследованных детей

| Показатель                          | ВПС с обогащением МКК<br>n = 119 | ВПС с обеднением МКК<br>n = 35 | ВПС с обеднением системного кровотока<br>n = 30 | Все дети с ВПС<br>n = 184 | Здоровые дети<br>n = 40 |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| TAPSE, см                           | 1,42 ± 0,02*                     | 1,28 ± 0,03*,**                | 1,91 ± 0,05*                                    | 1,48 ± 0,02*              | 2,14 ± 0,03             |
| S <sub>ТК</sub> <sup>'</sup> , см/с | 9,62 ± 0,11*,**                  | 8,04 ± 0,19*,**                | 11,94 ± 0,22                                    | 9,70 ± 0,12*              | 12,8 ± 0,17             |

Примечание: \* - p < 0,01 – разница достоверна относительно показателей группы здоровых детей;

\*\* - p < 0,01 – разница достоверна относительно показателей детей с другими типами ВПС.

тей практически на половину – на 51,3 % (p < 0,01) и достоверно отличалась от значений при других типах пороков (p < 0,01).

Показатели пиковой систолической миокардиальной скорости базального отдела межжелудочковой перегородки у детей с ВПС также достоверно отличались от уровня здоровых детей, а именно S<sub>МЖП</sub><sup>'</sup> снижалась до 7,93 ± 0,13 см/с, что на 21,25% меньше в сравнении с группой контроля (p < 0,01). При сравнении скоростных показателей движения миокарда перегородки при различных типах пороков, установлено, что при ВПС с обеднением МКК S<sub>МЖП</sub><sup>'</sup> снижалась относительно показателя здоровых детей в 1,33 раза (5,96 ± 0,23 см/с и 7,93 ± 0,13 см/с соответственно, p < 0,01). Данная тенденция вероятно обусловлена анатомическими особенностями пороков данной группы и особенностями оперативной коррекции.

От эллипсоидного по форме левого желудочка, правый отличается своей сложной геометрической формой, то есть структурно и функционально поделен на три части – приносящий, выносящий тракты и трабекулярная часть, которые расположены в разных плоскостях. Эти обстоятельства не позволяют количественно оценить функцию правого желудочка традиционными методами. Поэтому, эквивалентом ФВ для правого желудочка было определение амплитуды TAPSE. Для количественной оценки систолической функции миокарда правого желудочка, определяли пиковую миокардиальную систолическую скорость движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана (S<sub>ТК</sub><sup>'</sup>) (табл. 2).

В целом, в группе детей с ВПС после оперативной

коррекции наблюдались изменения показателя S<sub>ТК</sub><sup>'</sup> и TAPSE, а именно, их снижение до 9,70 ± 0,12 см/с и 1,48 ± 0,02 см/с соответственно, что на 31,96% и 44,59% меньше, чем у здоровых детей. Анализ указанных показателей в зависимости от гемодинамического типа ВПС показал, что наибольшие различия наблюдались при пороках сердца, сопровождающихся нарушением кровообращения в малом круге. Так, при ВПС с обогащением МКК, TAPSE был достоверно меньше в 1,51 раза (1,42 ± 0,02 см, p < 0,01), а S<sub>ТК</sub><sup>'</sup> в 1,33 раза (9,62 ± 0,11 см/с, p < 0,01) в сравнении со здоровыми детьми. В свою очередь, пороки с обеднением МКК сопровождались уменьшением TAPSE в 1,67 раза (1,28 ± 0,03 см, p < 0,01), а S<sub>ТК</sub><sup>'</sup> в 1,59 раза (8,04 ± 0,19 см/с, p < 0,01) по сравнению с группой контроля и достоверно отличались от показателей при других типах пороков (p < 0,01).

Нами установлено, что в группе больных детей ЭХО-КГ показатели систолической функции миокарда левого и правого желудочков были достоверно ниже (p < 0,01) показателей здоровых детей при всех степенях СН, а также в тех случаях, когда клинически не отмечались признаки СН (табл. 3).

Следует отметить, что скоростные показатели для миокарда левого желудочка снижались по мере прогрессирования СН. Так, миокардиальные скорости S<sub>МК</sub><sup>'</sup> (7,66 ± 0,11 см/с) и S<sub>МШП</sub><sup>'</sup> (6,54 ± 0,16 см/с) у детей с ВПС и СН II ст. были на 9,7 и 9,8% сниженными по сравнению с подобными показателями у пациентов с ВПС, которые не имели клинических проявлений СН (8,40 ± 0,29 см/с и 7,18 ± 0,25 см/с, соответственно) (p < 0,05).

Таблица 3

**Эхокардиографические показатели сократительной способности миокарда у обследованных детей в зависимости от клинических проявлений сердечной недостаточности**

| Показатель              | Дети с ВПС, n = 184 |                  |                  | Здоровые дети, n = 40 |
|-------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------------|
|                         | СН 0 ст, n = 20     | СН I ст, n = 138 | СН II ст, n = 26 |                       |
| ФВ, %                   | 64,40 ± 0,85*       | 65,41 ± 0,50*    | 62,62 ± 1,18*    | 69,03 ± 0,64          |
| S <sub>мк</sub> ' см/с  | 8,40 ± 0,29*        | 8,15 ± 0,32*     | 7,66 ± 0,11*,**  | 9,85 ± 0,28           |
| S <sub>мшп</sub> ' см/с | 7,18 ± 0,25*        | 6,45 ± 0,08*,**  | 6,54 ± 0,16*,**  | 7,93 ± 0,13           |
| TAPSE, см               | 1,49 ± 0,07*        | 1,46 ± 0,03*     | 1,56 ± 0,07*     | 2,14 ± 0,03           |
| S <sub>тк</sub> ' см/с  | 10,71 ± 0,45*       | 9,58 ± 0,13*,**  | 9,55 ± 0,34*,**  | 12,8 ± 0,17           |

**Примечание:** \* - p < 0,05 – разница достоверна относительно показателей группы здоровых детей;

\*\* - p < 0,05 – разница достоверна относительно показателей детей с ВПС без клинических проявлений сердечной недостаточности.

Рассматривая зависимость показателей контрактильной функции миокарда правого желудочка от степени клинических проявлений СН, было установлено, что амплитуда TAPSE при СН I степени уменьшалась в 1,47 раза (1,46 ± 0,03 см), а при СН II степени - в 1,37 раза (1,56 ± 0,07 см) по сравнению с показателем здоровых детей (2,14 ± 0,03 см). Следует отметить, что у детей, у которых клинически не диагностировали СН, TAPSE также был достоверно меньше показателя здоровых детей в 1,44 раза (1,49 ± 0,07 см, p < 0,01). Пиковая систолическая скорость S<sub>тк</sub>' была достоверно меньше показателя здоровых детей в 1,2 раза (10,71 ± 0,45 см/с и 12,8 ± 0,17 см/с соответственно, p < 0,01). В свою очередь, скорость S<sub>тк</sub>' при СН I (9,58 ± 0,13 см/с) и II степеней (9,55 ± 0,34 см/с) отличалась от результатов здоровых детей в 1,34 раза (p < 0,01), а также была достоверно меньше показателей детей с ВПС без клинически диагностированной СН (p < 0,05).

При оценке диастолической функции миокарда установлено, что у детей с ВПС после оперативной коррекции соотношение пиков раннедиастолического наполнения желудочков достоверно отличалось от показателей здоровых детей по всем миокардиальным сегментам. Так, значение E/E<sub>мк</sub>' (7,45 ± 0,21 усл. ед) и E/E<sub>мшп</sub>' (9,17 ± 0,22 усл. ед.) у больных детей увеличивалось на 20,75% и 21,62% соответственно, а E/E<sub>тк</sub>' на 38,36% (6,42 ± 0,14 усл. ед.) по сравнению с показателями здоровых детей (табл. 4).

Нами установлено, что наиболее выраженные изменения релаксационных свойств левого желудочка наблюдались при ВПС с обеднением системного кровообращения, где E/E<sub>мк</sub>' превышал показатели здоровых детей в 1,74 раза (10,76 ± 0,67 усл. ед. и 6,17 ± 0,12 усл. ед. соответственно, p < 0,01), а E/E<sub>мшп</sub>' в 1,26 раза (9,51 ± 0,34 усл. ед. и 7,54 ± 0,13 усл. ед., p < 0,01). Наиболее выраженные признаки недостаточного расслабления миокарда правого желудочка выявлено при ВПС с обеднением МКК, где соотношение E/E<sub>тк</sub>' превышало показатели здоровых детей в 1,63 раза (7,55 ± 0,45 усл. ед. и 4,64 ± 0,12 усл. ед. соответственно, p < 0,01). У детей с ВПС и анатомическими дефектами перегородки, а в нашем исследовании это ДМЖП, ТФ и ДОМС ПЖ, отмечалось увеличение показателя E/E<sub>мшп</sub>' при пороках с обогащением МКК в 1,14 раза (8,63 ± 0,29 усл. ед.), а при обеднении МКК в 1,42 раза (10,72 ± 0,42 усл. ед.) по сравнению со значением здоровых детей (p < 0,01).

Поскольку проявления СН могут быть обусловлены развитием диастолической дисфункции, нами были проанализированы релаксационные свойства миокарда желудочков в зависимости от клинической выраженности гемодинамических нарушений. Нами установлено, что у детей с ВПС, еще до клинической манифестации СН отмечается достоверное повышение соотношения пиков раннедиастолического наполнения правого желудочка (E/E<sub>тк</sub>' - 5,81 ± 0,30 усл. ед.), что на 25,21% от-

Таблица 4

**Показатели соотношения пиков раннедиастолического наполнения желудочков (E/E') в зависимости от гемодинамического типа врожденного порока сердца**

| Показатель                    | ВПС с обогащением МКК n = 119 | ВПС с обеднением МКК n = 35 | ВПС с обеднением системного кровотока n = 30 | Все дети с ВПС n = 184 | Здоровые дети n = 40 |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|------------------------|----------------------|
| E/E <sub>мк</sub> ' усл. ед.  | 6,81 ± 0,22*                  | 6,83 ± 0,21*                | 10,76 ± 0,67*,**                             | 7,45 ± 0,21*           | 6,17 ± 0,12          |
| E/E <sub>мшп</sub> ' усл. ед. | 8,63 ± 0,29*                  | 10,72 ± 0,42*,**            | 9,51 ± 0,34*                                 | 9,17 ± 0,22*           | 7,54 ± 0,13          |
| E/E <sub>тк</sub> ' усл. ед.  | 6,22 ± 0,16*                  | 7,55 ± 0,45*,**             | 5,90 ± 0,19*                                 | 6,42 ± 0,14*           | 4,64 ± 0,12          |

**Примечание:** \* - p < 0,05 – разница достоверна относительно показателей группы здоровых детей;

\*\* - p < 0,05 – разница достоверна относительно показателей детей с другими типами ВПС.

Таблица 5

## Показатели соотношения пиков раннедиастолического наполнения желудочков (E/E') в зависимости от клинических проявлений сердечной недостаточности

| Показатель                    | Дети с ВПС, n = 184 |                  |                  | Здоровые дети, n = 40 |
|-------------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------------|
|                               | СН 0 ст, n = 20     | СН I ст, n = 138 | СН II ст, n = 26 |                       |
| E/E' <sub>МК</sub> , усл.ед.  | 6,75 ± 0,59         | 7,19 ± 0,21*     | 8,50 ± 0,67*     | 6,17 ± 0,12           |
| E/E' <sub>МШП</sub> , усл.ед. | 7,88 ± 0,36         | 9,25 ± 0,27*     | 9,72 ± 0,56*,**  | 7,54 ± 0,13           |
| E/E' <sub>ТК</sub> , усл.ед.  | 5,81 ± 0,30*        | 6,45 ± 0,17*     | 6,74 ± 0,40*,**  | 4,64 ± 0,12           |

Примечание: \* -  $p < 0,01$  – разница достоверна относительно показателей группы здоровых детей;

\*\* -  $p < 0,05$  – разница достоверна относительно показателей детей с ВПС без клинических проявлений СН.

личает его от показателя здоровых детей ( $4,64 \pm 0,12$  усл. ед.,  $p < 0,01$ ) (табл. 5).

Клиническое прогрессирование СН сопровождалось достоверным нарастанием значения E/E' на всех миокардиальных сегментах. Так, соотношение E/E'<sub>МК</sub> при СН I степени увеличивалось на 16,53% ( $7,19 \pm 0,21$  усл. ед.), а при СН II степени – на 37,76% ( $8,50 \pm 0,67$  усл. ед.) относительно показателя здоровых детей ( $p < 0,01$ ). Аналогично менялось E/E'<sub>МШП</sub> – на 22,68% (при СН I ст.) и на 28,91% (при СН II ст.), а также E/E'<sub>ТК</sub> – на 39,00% (при СН I ст.) и на 45,26% (при СН II ст.) относительно показателей детей контрольной группы ( $p < 0,01$ ). Данная тенденция отражает прогрессирование релаксационных нарушений обоих желудочков сердца при нарастании клинических проявлений СН.

### Выводы

1. На этапе послеоперационного наблюдения у детей с ВПС методом тканевой доплерографии определяется снижение скоростных показателей продольной сократимости левого и правого желудочков у 76,63% и 72,28% детей ( $S'_{МК} 7,81 \pm 0,10$  см/с vs  $9,85 \pm 0,28$  см/с,  $S'_{ТК} 9,70 \pm 0,12$  см/с vs  $12,8 \pm 0,17$  см/с,  $p < 0,01$ )

2. Изменение спектра тканевой доплерограммы левого желудочка в систолу опережали другие показатели его глобальной сократимости, а именно снижение пиковой систолической миокардиальной скорости ( $S'_{МК}$ ) регистрировалось в 7,05 раз чаще, чем падение ФВ. При оценке контрактильной функции правого желудочка наблюдались параллельные изменения показателей  $S'_{ТК}$  и TAPSE, а именно, их снижение на 31,96% и 44,59% соответственно в сравнении с группой здоровых детей.

3. Обструкция путей оттока левого и правого желудочка до операции и остаточные градиенты над анатомическими дефектами в послеоперационном катамнезе, имеют большее влияние на их систолическую функцию,

чем гемодинамическая перегрузка при шунтовых пороках. А именно  $S'_{МК}$  максимально изменялась при ВПС с обеднением БКК и была на 51,30% меньше показателя здоровых детей, а  $S'_{ТК}$  при пороках с гиповолемией МКК характеризовалась уменьшением данного показателя на 59,20% по сравнению с группой контроля.

4. У детей, с ВПС в отдаленном периоде после оперативной коррекции имело место изменение релаксационных характеристик миокарда, а именно диастолическая дисфункция левого желудочка отмечалась в 49,46% случаев, правого – у 42,93% детей, что указывает на необратимые структурные изменения в сердечной мышце.

5. Ранним маркером диастолических нарушений миокарда является соотношение E/E', а именно у детей с ВПС, еще до клинической манифестации СН отмечалось достоверное повышение соотношения пиков раннедиастолического наполнения правого желудочка (E/E'<sub>ТК</sub> –  $5,81 \pm 0,30$  усл.ед.), что на 25,21% отличает его от показателя здоровых детей ( $4,64 \pm 0,12$  усл.ед.,  $p < 0,01$ ).

### References

- Zinkovskiy MF. Vrozhdennyye poroki serdtsa. Kyev, 2008;1168.
- Moiseenko RO. Chastota y struktura zakhvoriuvanosti ditei v Ukraini ta shliakhy yii znyzhennia. *Perinatolohiia ta pediatriia*. 2009;4(40):23-26.
- van der Linde Denise, Konings Elisabeth EM, Slager Maarten A. Birth Prevalence of Congenital Heart Disease Worldwide. *JACC*. 2011;58:2241-2247.
- Gonchar MA, Senatorova AS. Miokardialnaya disfunktsiya u detey s aritmiyami v otдалennom periode posle kardiokhirurgicheskoy korrektsii vrozhdennykh porokov serdtsa. *Mezhdunarodnyi meditsinskiy zhurnal*. 2010;2:27-29.
- Volosovets OP, Senatorova AS, Gonchar MA. Pediatrichni aspekty vedennia ditei z pryrodzhenymy vadamy sertsia. Ternopil, 2008;176.
- Nosenko NN, Potashev SV. Tkanevaya miokardialnaya Doppler-ekhogardiografia: vozmozhnosti i ogranicheniya metoda. *Vnutrennyaya meditsina*. 2007;6(6).
- Klitsie Liselotte M. Tissue Doppler imaging detects impaired biventricular performense shortly after congenital heart defects surgery. *Pediatr Cardiol*. 2013;34:630-638.