

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПОСЛЕ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ ВТОРИЧНОГО ДЕФЕКТА МЕЖПРЕДСЕРДНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ

*Д.А. Усупбаева, М.Х. Дадабаев, А.К. Молдалиева,  
Е.Ю. Богданова, М.Э. Бакеева, Э.Д. Джишамбаев*

Рассматривается транскатетерное закрытие вторичного ДМПП, обеспечивающее раннюю и значительную редуцию правых отделов сердца.

*Ключевые слова:* вторичный дефект межпредсердной перегородки; транскатетерное закрытие; окклюдер Amplatzer; Tei-индекс; тканевой доплер.

Вторичный дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) является одним из наиболее часто встречающихся врожденных пороков сердца, составляя 5–10 % случаев. В последние годы проблеме вторичного ДМПП уделяют особое внимание в связи с внедрением в клиническую практику метода транскатетерной коррекции. Несмотря на достижения в мини-инвазивных хирургических вмешательствах при вторичном ДМПП, транскатетерная коррекция является альтернативой, обладая рядом преимуществ, прежде всего, относительной простотой процедуры закрытия и краткосрочным пребыванием в стационаре. Данный метод коррекции является малотравматичным и эффективным, однако вопрос механического воздействия относи-

тельно жесткого имплантированного окклюзирующего устройства на функциональное состояние сердца изучен недостаточно [1, 2].

Транскатетерное закрытие вторичного ДМПП приводит к значительному улучшению объемных характеристик как правых, так и левых отделов сердца, возникающих уже через 24 часа после операции и достигающих нормальных значений спустя 3 месяца [3, 4].

Использование импульсно-волнового тканевого доплеровского исследования (ИТДИ) способствует расширению возможностей обычной ЭхоКГ в оценке функционального состояния желудочков сердца. На сегодняшний день вопросам оценки функционального состояния сердца с помощью

импульсно-волнового доплера и ИТДИ до и после хирургического и транскатетерного закрытия ДМПП посвящены лишь отдельные работы [5–8].

Целью исследования явилось изучение с помощью импульсно-волновой доплерэхокардиографии и ИТДИ функционального состояния ПЖ у больных с вторичным ДМПП до и после транскатетерной коррекции в течение двух лет наблюдения в двух возрастных группах.

**Материал и методы.** Исследование выполнено у 34 больных (20 женщин и 14 мужчин) с вторичным ДМПП в возрасте от 5 до 67 лет, разделенных на две группы. В I группу вошли 11 пациентов моложе 16 лет (средний возраст  $10,4 \pm 0,9$  года); во II – 23 пациента старше 16 лет (средний возраст –  $31,8 \pm 2,6$  года). Нормативные величины анализируемых показателей были получены при обследовании 30 практически здоровых лиц (15 женщин и 15 мужчин): 15 – младше 16 лет (средний возраст  $10,1 \pm 1,0$  года) и 15 – старше 16 лет (средний возраст  $30 \pm 2,3$  года). Группы больных и здоровых лиц были сопоставимы по полу, возрасту и частоте сердечных сокращений.

Эхокардиографические исследования выполнены на ультразвуковой системе Sequoia 256 (Acuson, Siemens, Германия) с использованием векторного датчика частотой 3,5 МГц. Наряду с общепринятыми методиками (одномерной, двухмерной эхокардиографией, импульсно-волновой доплерэхокардиографией, цветовым доплеровским картированием) проводилось импульсно-волновое тканевое доплеровское исследование (ИТДИ). Синхронно регистрировали ЭКГ.

Оценка объемов камер сердца и показателей внутрисердечной гемодинамики проводилась в соответствии с рекомендациями Американской Ассоциации специалистов по эхокардиографии [9].

Глобальную диастолическую функцию правого желудочка оценивали по транстрикуспидальному кровотоку в позиции 4-х камер сердца из апикального доступа в импульсно-волновом режиме. Определяли максимальные скорости раннего (Е), позднего (А) наполнения, их соотношение (Е/А), время изоволюмического расслабления (IVRT), время изоволюмического сокращения (IVCT), время выброса (ЕТ). Рассчитывали индекс, предложенный С. Теi и соавт. (Теi-индекс), объединяющий систолическую и диастолическую функции желудочков, как отношение суммы IVRT и IVCT к ЕТ [10]. Для оценки продольной функции правого желудочка использовали импульсно-волновое ИТДИ фиброзного кольца трикуспидального клапана, выполненное из апикального доступа в позиции 4-х камер. Для регистрации тканевого

доплеровского спектра контрольный объем устанавливали в базальном сегменте боковой стенки правого желудочка в точке фиброзного кольца трикуспидального клапана. Тканевой доплеровский спектр регистрировали в количестве не менее 3-х комплексов со скоростью 100 см/сек с записью на видеоманитофон. С целью минимизировать изменения, связанные с дыханием, спектры регистрировали в течение 30 сек поверхностного дыхания. Расчет показателей тканевого доплеровского спектра проводился в режиме off-line. Определяли следующие показатели: максимальные скорости пиков *s*, *e*, *a*, отношение *e/a*, время изоволюмического сокращения (*ivct*), время изоволюмического расслабления (*ivrt*), продолжительность систолического пика *s* (*et*), Теi-индекс ( $(ivct+ivrt)/et$ ).

Эхокардиографические исследования проводились накануне транскатетерного закрытия ДМПП и спустя 24 часа, 1, 3, 6, 12 и 24 месяцев после закрытия дефекта. Наличие резидуальных шунтов оценивали в режиме цветового доплеровского картирования.

Для транскатетерного закрытия вторичного ДМПП был использован Amplatzer Septal Occluder фирмы AGA Medical Corporation (США). Размер окклюдера подбирался таким образом, чтобы его диаметр превышал стретч-диаметр дефекта на 2 и более мм.

Обработка накопленных данных выполнялась с использованием стандартных статистических программ. Оценка взаимосвязи показателей проводилась с помощью корреляционного анализа с использованием коэффициента Пирсона.

**Результаты.** Стретч-диаметр дефекта в I группе варьировал от 6 до 28 мм (в среднем  $15,6 \pm 1,7$  мм), во II – от 9 до 33 мм (в среднем  $19,7 \pm 1,5$  мм), при этом соотношение стретч-диаметра к площади поверхности тела составило  $13,1 \pm 1,7$  мм/м<sup>2</sup> у пациентов I группы и  $11,7 \pm 0,8$  мм/м<sup>2</sup> – во II ( $p > 0,05$ ). Соотношение легочного кровотока к системному (Qp/Qs) в I группе варьировало от 1,3 до 2,93 (в среднем  $1,9 \pm 0,19$ ), во II – от 1,4 до 3,1 (в среднем  $1,92 \pm 0,14$ ,  $p > 0,05$ ).

Всем 34 больным было установлено по одному окклюдеру. Размер окклюдера в I группе колебался от 10 до 32 мм (в среднем  $18,2 \pm 1,8$  мм), во II – от 13 до 40 мм (в среднем  $24,7 \pm 1,7$  мм). Индексированный размер окклюдера оказался несколько больше у пациентов I группы ( $15,2 \pm 1,7$  мм/м<sup>2</sup> и  $14,6 \pm 0,98$  мм/м<sup>2</sup> соответственно,  $p > 0,05$ ). Полное закрытие дефекта было достигнуто у всех пациентов сразу же после имплантации окклюдера.

При анализе диастолической функции ПЖ выявили, что до процедуры закрытия дефекта у боль-

Таблица 1 – Показатели диастолической и продольной функции ПЖ у здоровых лиц и больных ДМПП моложе 16 лет до и после транскатетерного закрытия дефекта

| Показатели              | КГ I,<br>n = 15 | Исход,<br>n = 11 | 24 ч,<br>n = 11 | 1 мес.,<br>n = 11 | 3 мес.,<br>n = 11 | 6 мес.,<br>n = 10 | 12 мес.,<br>n = 11 | 24 мес.,<br>n = 8 |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| ЧСС                     | 80±3,4          | 85±3,3           | 82±3,7          | 82±2,4            | 80±3,2            | 80±4,2            | 73±3,4*            | 76±3,4**          |
| E, м/сек                | 60±2,8          | 69±5,6           | 53,5±3,3**      | 50,4±2,4****      | 52,6±3,8          | 52±3,2            | 53±2,2*            | 51±3,0**          |
| A, м/сек                | 38±1,9          | 49±4,0*          | 43±2,5          | 40±2,1*           | 41±2,9            | 35,5±2,3*         | 34,3±1,7*          | 34±2,0*           |
| E/A                     | 1,5±0,04        | 1,4±0,07         | 1,26±0,05       | 1,28±0,05         | 1,3±0,05          | 1,54±0,1          | 1,71±0,1           | 1,6±0,1           |
| IVCT, мсек              | 64±1,9          | 78±4,9**         | 78±3,6          | 75±2,9            | 72±2,3            | 69±1,4            | 70±4,2*            | 68±4,2            |
| IVRT, мсек              | 66±1,6          | 75±2,8*          | 69±1,7          | 65±1,6**          | 67±1,7*           | 66±1,9            | 66±3,0*            | 61±3,0*           |
| ET, мсек                | 285±5,9         | 263±7,6*         | 266±6,9         | 278±8,5           | 287±5,8*          | 280±9,2           | 283±10             | 283±11            |
| Tei-индекс (ТИ)         | 0,46±0,01       | 0,59±0,03***     | 0,56±0,02       | 0,51±0,02         | 0,48±0,01*        | 0,48±0,01*        | 0,49±0,04*         | 0,46±0,02**       |
| Лат. ст. ПЖ<br>s, м/сек | 18±0,7          | 21±1,0*          | 18,8±1,3*       | 18,2±0,9*         | 17,7±0,6*         | 18,1±0,7          | 18,4±0,5           | 18,1±0,2          |
| e, м/сек                | 22±1,0          | 21,2±1,0         | 19,5±1,1        | 21,2±0,8          | 20±1,1            | 20,2±0,7          | 19,3±1,0           | 19±0,9            |
| a, м/сек                | 12±0,5          | 16,1±0,8***      | 14,3±0,9        | 14,4±0,5          | 13,6±0,6          | 12,5±0,5*         | 12±1,0*            | 12±0,9**          |
| e/a                     | 1,8±0,1         | 1,3±0,1          | 1,4±0,1         | 1,5±0,1           | 1,5±0,1           | 1,6±0,1*          | 1,7±0,1*           | 1,7±0,3**         |
| IVst, мсек              | 73±2,1          | 91±2,3***        | 91±3,6          | 86±3,8            | 84±4,3            | 84±2,9            | 84±5,2             | 75±4,3**          |
| IVrt, мсек              | 70±2,8          | 82±6,8           | 82±5,7          | 81±4,1            | 76±4,8            | 73±3,3            | 74±5,4             | 73±4,0            |
| et, мсек                | 250±4,8         | 243±10           | 234±6,6         | 250±7,0           | 252±8,6           | 250±8,9           | 256±8,9            | 266±8,8           |
| Tei-индекс (ИГДИ)       | 0,57±0,01       | 0,72±0,04***     | 0,75±0,04       | 0,67±0,03         | 0,63±0,02         | 0,63±0,01         | 0,59±0,04*         | 0,58±0,01**       |

Обозначения: ЧСС – число сердечных сокращений в 1 мин.; E (e), A (a) – пиковые скорости раннего и позднего наполнения ПЖ; IVCT (IVst) – время изоволюметрического сокращения; IVRT (IVrt) – время изоволюметрического расслабления; ET (et) – время выброса; лат. ст. – латеральная стенка; доп. инд. – доплеровский индекс. Достоверность различий между контрольной группой и исходными данными больных ДМПП: \* – p < 0,05; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001; \*\*\*\* – p < 0,0001. Достоверность различий по отношению к исходным данным: \* – p < 0,05; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001; \*\*\*\* – p < 0,0001.

Таблица 2 – Показатели диастолической и продольной функции ПЖ у здоровых лиц и больных ДМПП старше 16 лет до и после транскатетерного закрытия дефекта

| Показатели              | КГ II,<br>n = 15 | Исход,<br>n = 23 | 24 час,<br>n = 23 | 1 мес.,<br>n = 20 | 3 мес.,<br>n = 16 | 6 мес.,<br>n = 16 | 12 мес.,<br>n = 15 | 24 мес.,<br>n = 11 |
|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ЧСС                     | 67±2,2           | 73±2,2           | 72±2,2            | 67±1,4            | 67±2,4            | 67±1,7            | 69±1,8             | 68±2,4             |
| E, м/сек                | 59±3,4           | 61±3,3           | 45±2,7***         | 45±2,3***         | 47±3,7*           | 47±2,8*           | 44±3,2**           | 44±4,6**           |
| A, м/сек                | 36±1,5           | 48±3,3**         | 36±1,6**          | 34±1,9**          | 37±2,4            | 34±1,4            | 34±1,5**           | 35±5,5*            |
| E/A                     | 1,6±0,06         | 1,4±0,2          | 1,3±0,1           | 1,4±0,1           | 1,3±0,1           | 1,4±0,1           | 1,5±0,1            | 1,7±0,1*           |
| IVCT, мсек              | 68±2,0           | 78±2,7**         | 85±1,8            | 84±2,0            | 84±3,5            | 81±3,3            | 79±2,6             | 72±4,3             |
| IVRT, мсек              | 70±1,8           | 80±3,6**         | 74±1,8            | 73±1,7            | 69±1,8*           | 69±1,2            | 70±2,0             | 68±3,8*            |
| ET, мсек                | 299±6,9          | 282±6,2          | 266±4,5*          | 282±4,2           | 279±6,9           | 288±4,3           | 277±3,6            | 294±8,2            |
| Tei-индекс (ТИ)         | 0,46±0,02        | 0,57±0,02***     | 0,6±0,02          | 0,56±0,01         | 0,55±0,03         | 0,53±0,01*        | 0,54±0,01          | 0,48±0,02**        |
| Лат. ст. ПЖ<br>s, м/сек | 18±0,9           | 19,6±0,7         | 18±0,6*           | 17±0,5**          | 16,8±0,7          | 17,4±0,7*         | 17±0,7*            | 17,4±0,2           |
| e, м/сек                | 21±0,7           | 21±0,8           | 20,5±1,0          | 18,8±0,5**        | 18±1,0*           | 19,4±0,9*         | 19,1±1,0           | 19±2,4             |
| a, м/сек                | 14±0,7           | 19,4±1,2***      | 16,2±0,9*         | 15±0,7**          | 15,2±0,9**        | 14,7±0,7**        | 14,6±1,0*          | 15,2±2,3           |
| e/a                     | 1,5±0,06         | 1,2±0,1**        | 1,3±0,1           | 1,3±0,1           | 1,2±0,1           | 1,4±0,1           | 1,4±0,1            | 1,6±0,1**          |
| ivct, мсек              | 79±4,4           | 98±4,3**         | 96±2,4            | 99±3,7            | 94±3,9            | 88±6,4            | 84±5,2**           | 73±4,0***          |
| ivrt, мсек              | 79±3,3           | 92±4,9*          | 88±5,2            | 94±4,6            | 91±4,0            | 83±2,7            | 84±5,4             | 66±4,4             |
| et, мсек                | 274±5,5          | 258±5,0*         | 243±4,2           | 259±4,4           | 258±5,8           | 262±7,5           | 260±9,3            | 272±7,4            |
| Tei-индекс (ИГДИ)       | 0,58±0,03        | 0,74±0,03****    | 0,76±0,02         | 0,75±0,02         | 0,72±0,02         | 0,66±0,03**       | 0,68±0,04**        | 0,51±0,02****      |

Обозначения: см. таблицу 1.

ных обеих групп максимальные скорости раннего (Е) и позднего наполнения (А) правого желудочка были увеличены по сравнению со здоровыми лицами, хотя отношение Е/А достоверно не различалось (таблицы 1, 2). Теi-индекс у пациентов I и II групп был достоверно выше, чем в контрольной группе ( $p < 0,001$  и  $p < 0,001$ , соответственно) за счет удлинения IVCT ( $p < 0,01$  и  $p < 0,01$ ), IVRT ( $p < 0,05$  и  $p < 0,01$ ) и укорочения ET ( $p < 0,05$  и  $p > 0,05$  соответственно). После устранения межпредсердного шунтирования крови наблюдали снижение максимальных скоростей пиков Е и А в обеих группах больных, более значимое во II; отношение Е/А по сравнению с исходными данными в динамике достоверно не различалось. У пациентов I группы Теi-индекс и его составляющие нормализовались спустя 3 месяца после коррекции порока. Уже через один месяц процент изменений Теi-индекса ПЖ в сторону уменьшения в I группе был достоверно больше, чем во II (13,5 и 3,4 %,  $p < 0,05$ ). Во II группе обследуемых Теi-индекс не отличался от группы контроля (КГ) лишь спустя 24 месяца после закрытия дефекта.

Оценка продольной функции ПЖ до вмешательства выявила в обеих группах повышение скоростей движения фиброзного кольца трикуспидального клапана со стороны боковой стенки ПЖ: пиков  $s$  ( $p < 0,05$  и  $p > 0,05$  соответственно) и  $a$  ( $p < 0,001$  и  $p < 0,001$  соответственно) по сравнению с данными контрольной группы, в то время как пик  $e$  практически не различался. Отношение  $e/a$  было существенно ниже по сравнению с лицами контрольной группы ( $p < 0,01$ ). Теi-индекс в I и II группах был также значимо больше, чем в группе здоровых лиц ( $p < 0,0001$  и  $p < 0,001$ ), что было обусловлено удлинением интервалов  $ivst$  ( $p < 0,0001$  и  $p < 0,01$  соответственно),  $ivrt$  ( $p > 0,05$  и  $p < 0,05$ , соответственно) и незначимого укорочения  $et$  ( $p > 0,05$  и  $p < 0,05$ ). При сравнении этих показателей между группами различий практически не отмечалось за исключением пика  $a$ , который был выше у лиц II группы ( $p < 0,05$ ). Устранение сброса крови через ДМПП привело к достоверному снижению максимальной скорости пика  $s$  в обеих группах больных, в то время как  $e$  и  $a$  снизились более существенно у лиц II группы. Вместе с тем значения  $e/a$ , Теi-индекса достигли нормальных значений в I группе лишь спустя 12 месяцев и во II – 24 месяца после операции.

**Обсуждение.** Известно, что закрытие ДМПП влечет за собой разгрузку правых отделов сердца и их сокращение в ранние сроки после вмешательства [5, 11–13]. Несмотря на то, что транскатетерное закрытие вторичного ДМПП приводило к уменьшению объемов правых камер сердца до

нормальных значений уже спустя 3 месяца после операции в обеих группах больных, динамика восстановления функциональной активности ПЖ по данным импульсно-волновой эходоплеркардиографии и ИТДИ была иной.

При оценке глобальной диастолической функции ПЖ нами не выявлены достоверные различия между группами больных с ДМПП до закрытия дефекта и здоровых лиц. Однако значения Теi-индекса свидетельствовали о нарушении функции ПЖ. Анализ продольной функции ПЖ подтвердил данные о наличии дисфункции ПЖ у больных с ДМПП независимо от возраста пациентов. После транскатетерного закрытия ДМПП, несмотря на раннюю редукцию объемов правой половины сердца (уже с первых дней), положительная динамика доплеровских показателей функции ПЖ отмечалась в более поздние сроки (после 3 месяцев). Следует отметить, что у детей восстановление функции ПЖ отмечалось раньше, чем в старшей возрастной группе. Наши результаты согласуются с данными других исследований [5–8].

Таким образом, несмотря на то, что транскатетерное закрытие вторичного ДМПП приводит к ранней и существенной редукции правых отделов сердца, процесс восстановления функциональной активности ПЖ по данным импульсно-волновой доплерэхокардиографии и ИТДИ происходит в более поздние сроки, причем у детей указанные процессы протекают быстрее, чем у взрослых.

#### Литература

1. Lange A., Coleman D.M., Palka P. et al. Effect of catheter device closure of atrial septal defect on diastolic mitral annular motion // *Am J Cardiol.* 2003;91: 104–108.
2. Suda K., Raboisson M.J., Piette E. et al. Reversible atrio-ventricular block associated with closure of atrial septal defect using the Amplatzer device // *J Am Coll Cardiol.* 2004;43:1677–1682.
3. Усупбаева Д.А. Эффект транскатетерного закрытия вторичного дефекта межпредсердной перегородки окклюдером Amplatzer на ремоделирование сердца / Д.А. Усупбаева, М.Х. Дадабаев, Е.Ю. Богданова и др. // XV Всемирный конгр. междунар. кардиол. доплеровского обва – 2006: сб. тезисов. Тюмень. 24–26 мая, Россия. Тюмень, 2006. С. 120–121.
4. Усупбаева Д.А. Ремоделирование сердца после транскатетерного закрытия вторичного дефекта межпредсердной перегородки окклюдером Amplatzer / Д.А. Усупбаева, М.Х. Дадабаев, Е.Ю. Богданова и др. // *Терапевтический архив.* 2006. Т. 2. № 9. С. 86–91.

5. *Salehian O., Horlick E., Schwerzmann M. et al.* Improvements in cardiac form and function after transcatheter closure of secundum atrial septal defects // *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:499–504.
6. *Celik S., Ozay B., Dagdeviren B. et al.* Effect of patient age at surgical intervention on long-term right ventricular performance in atrial septal defect. A Pulsed wave Tissue Doppler Echocardiography stud y// *Jpn Heart J.* 2004;45:265–273.
7. *Cheung Yiu-fai, Lun Kin-shing and Adolphus KT Chau.* Doppler tissue imaging analysis of ventricular function after surgical and transcatheter closure of atrial septal defect // *Am J Cardiol.* 2004;93:375–378.
8. *Hanseus K.S., Bjorkhem G.E., Brodin L.A., Pesonen E.* Analysis of atrioventricular plane movements by Doppler tissue imaging and M-mode in children with atrial septal defects before and after surgical and device closure // *P Pediatr Cardiol.* 2002;23:152–159.
9. American Society of Echocardiography committee on standards, subcommittee on quantitation of two-dimensional echocardiography // *J Am Soc Echocardiogr.* 1989;2:358–367.
10. *Tei C., Nishimura R.A., Seward J.B., Tajik A.J.* Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements // *J Am Soc Echocardiogr.* 1977;10:169–178.
11. *Vitrelli A., DiRoma A., Mancone M. et al.* Assessment of right ventricular function by three-dimensional and myocardial imaging echocardiography after percutaneous atrial septal defect closure in adults // *Circulation.* 2009; 120:S553.
12. *Ding J., Ma G., Huang Y. et al.* Right ventricular remodeling after transcatheter closure of atrial septal defect // *Echocardiography.* 2009; 26:1146–1152.
13. *Agac M., Akyuz A., Acar Z. et al.* Evaluation of right ventricular function in early period following transcatheter closure of atrial septal defect // *Echocardiography.* 2012; 29:358–362.