

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/м² у пациентов I группы и $11,7 \pm 0,8$ мм/м² – 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/м² и $14,6 \pm 0,98$ мм/м² 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, n = 15	Исход, n = 11	24 ч, n = 11	1 мес., n = 11	3 мес., n = 11	6 мес., n = 10	12 мес., n = 11	24 мес., 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 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**
lvst, 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, n = 15	Исход, n = 23	24 час, n = 23	1 мес., n = 20	3 мес., n = 16	6 мес., n = 16	12 мес., n = 15	24 мес., 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 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 обмена – 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 // *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.