

СОСТОЯНИЕ ВНУТРИСЕРДЕЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ С ЕДИНСТВЕННЫМ ЖЕЛУДОЧКОМ СЕРДЦА ЧЕРЕЗ ШЕСТЬ МЕСЯЦЕВ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ ТОТАЛЬНОГО КАВОПУЛЬМОНАЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Е.С. Кавардакова, А.А. Соколов, О.С. Янулевич, Е.В. Кривошечков

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт кардиологии", Томск
E-mail: Lenchka_kav@mail.ru

THE INTRACARDIAC HEMODYNAMICS IN CHILDREN WITH SINGLE VENTRICLE PATHOLOGY SIX MONTHS AFTER TOTAL CAVOPULMONARY CONNECTION PROCEDURE

E.S. Kavardakova, A.A. Sokolov, O.S. Yanulevich, E.V. Krivoshchekov

Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute for Cardiology", Tomsk

Сложная анатомия порока; многообразие анатомических вариантов, с доминированием правой или левой части сердца; особенности движения единственного желудочка сердца (ЕЖС) усложняют определение эхокардиографических критериев для оценки функции желудочка у детей с функционально единственным желудочком сердца (ФЕЖС). Цель настоящего исследования: оценить состояние внутрисердечной гемодинамики у детей с ЕЖС после операции тотального кавопульмонального соединения (ТКПС). Материал и методы. Проведено сравнение 2 групп пациентов, не отличающихся по возрасту и весу. В основную группу вошли 39 пациентов с анатомией ЕЖС через 6 мес. после операции ТКПС. Контрольную группу составили 349 детей, не имеющих заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС). Результаты. При сравнении 2 групп статистически значимая корреляция наблюдалась в таких эхокардиографических параметрах, как индекс сферичности ($p < 0,001$), фракция выброса – ФВ ($p < 0,001$), миокардиальный индекс Теи ($p < 0,001$). Установлено, что у пациентов с ФЕЖС индексированный показатель конечно-диастолического объема (КДИ) значительно превышает этот показатель у здоровых пациентов. Выводы. Среди показателей, оценивающих сократительную функцию миокарда, $dp/dt \max$ является лучшим показателем контрактильности единственного желудочка у детей после операции ТКПС. При наличии дилатации общего предсердия установлено значимое снижение сократительной функции миокарда ($dp/dt \max$) у детей с ФЕЖС.

Ключевые слова: врожденный порок сердца, эхокардиография, единственный желудочек сердца, тотальное кавопульмональное соединение.

Complex anatomy, diversity of anatomic variants, prevalence of right or left part of the heart, and the particular movements of the single ventricle complicate echocardiographic assessment of ventricular function in children with single ventricle pathology. The purpose of the present investigation was to evaluate the status of intracardiac hemodynamics in children with single ventricle pathology after a total cavopulmonary connection procedure. Methods: A comparative analysis of two groups was performed. The main group included 39 patients with single ventricle pathology six month after a total cavopulmonary connection procedure. The control group included 349 healthy children without cardiovascular system pathology. Age and weight did not differ between two groups. Results: When comparing two groups, a statistically significant correlation was observed in such echocardiographic values as the sphericity index ($p < 0,001$), ejection fraction (EF) ($p < 0,001$), and Tei index ($p < 0,001$). The study showed that normative values of end diastolic volume of the left ventricle were higher in children with single ventricle pathology compared with those in healthy children. Conclusions. Among the indices evaluating myocardial contractility, $max dp/dt$ appears to be the best index in children with single ventricle pathology. The increasing of the common atrium size (dilatation) can lead to single ventricle dysfunction (significant reduction of contractility).

Key words: congenital heart disease, echocardiography, single ventricle pathology, total cavopulmonary connection procedure.

Введение

Врожденные пороки сердца регистрируются у 0,8% новорожденных детей. Улучшение диагностики и тактики лечения на современном этапе привели к тому, что 85% пациентов с врожденными пороками сердца доживают до взрослого состояния [2].

Отдельной категорией изучения являются пороки сердца с ФЕЖС. Частота встречаемости таких пороков составляет 3,2% от всех врожденных пороков сердца [9], при-

чем среди мальчиков такая патология встречается чаще, чем среди девочек [10].

Эхокардиография (ЭхоКГ) является ведущим методом диагностики сердечно-сосудистой патологии и может выполняться пациентам любой возрастной категории [11]. Оценка контрактильной и насосной функции с помощью ЭхоКГ усложняется при изменении пространственной формы камер сердца, потому определение контрактильности правого желудочка (ПЖ) является непростой зада-

чей. Сложность оценки обусловлена особенностью формы желудочка и характером сокращения. ПЖ, в отличие от левого (ЛЖ), имеет треугольную форму и состоит из трех частей: приточной, трабекулярной и отточной (инфундибулярной) и не может быть охарактеризован эллипсоидной моделью, используемой в двухмерной оценке геометрии и функции ЛЖ. Оценка насосной и контрактильной функции у пациентов с ЕЖС является еще более трудной задачей, чем исследование ПЖ. Это объясняется сложностью пространственной формы и особенностями движения ЕЖС, а также многообразием его анатомических вариантов, с доминированием правой или левой части сердца [12].

Как правило, для оценки системной и легочной гемодинамики у больных с ФЕЖС используют магнитно-резонансную томографию (МРТ), мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) и инвазивные методы исследования [5]. Однако увеличивающееся количество пациентов, перенесших гемодинамическую коррекцию, требует широкого амбулаторного наблюдения и, соответственно, использования недорогих и неинвазивных методов контроля состояния кардиогемодинамики.

Цель настоящего исследования: оценить состояние внутрисердечной гемодинамики у детей с ЕЖС после операции ТКПС.

Материал и методы

Первую группу составили 39 детей с ФЕЖС в возрасте от 3 до 13 лет ($4,78 \pm 2,3$ года) через 6 мес. после операции ТКПС с различными анатомическими вариантами ЕЖС (синдром гипоплазии левых отделов сердца, несбалансированная форма атривентрикулярной коммуникации, двухприточный желудочек, атрезия трикуспидального клапана), причем “ведущий” ПЖ наблюдался у 15 детей, ЛЖ – у 24 пациентов.

Вторую (контрольную) группу для сравнения показателей внутрисердечной гемодинамики составили 349 детей в возрасте от 3 до 13 лет ($4,75 \pm 2,1$ года), не имеющих заболеваний ССС.

Эхокардиографические исследования выполнены на ультразвуковых системах экспертного класса IE-33 и IE-33 x-Matrix (Philips). Использовались фазированные секторные датчики с частотами сканирования 1–5 и 3–8 мГц. Визуальная информация сохранялась на цифровых носителях для последующего анализа и обработки, цифровые данные сохранялись в автоматизированной базе данных. Все результаты исследования сохранялись в DICOM формате для последующей обработки.

Всем детям для изучения внутрисердечной гемодинамики проводилась двухмерная ЭхоКГ. Осуществлялась оценка объемов камер сердца, показатели конечно-диастолического объема (КДО) и конечно-систолического объема (КСО) оценивались по методу Симпсона [4].

Индекс сферичности определялся как отношение продольного размера полости ЛЖ к максимальному поперечному размеру в средней трети ЛЖ. Снижение значения этого показателя ниже нормативных величин (менее 1,6–1,8), рассматривалось как прогрессирующая дилатация ЛЖ сердца.

Наиболее информативный и точный эхокардиографический метод оценки диастолического наполнения ЛЖ – исследование трансмитрального кровотока в импульсно-волновом доплеровском режиме. Доплеровский контрольный объем устанавливался в приносящем тракте ЛЖ сразу над местом смыкания створок митрального клапана параллельно кровотоку и измерялась скорость раннего диастолического наполнения желудочка и систола предсердий (Е/А) [4].

Для оценки глобальной функции желудочков определяли Myocardial Performance Index (Tei), отражающий систоло-диастолические свойства. Устанавливая контрольный объем под аортальным клапаном, используя апикальную пятикамерную позицию, исследовали кровотоки в выносящем тракте левого желудочка. Вычислялось время изоволюмического сокращения (IVST), время изоволюмического расслабления (IVRT), а также время выброса ЛЖ (ЕТ). По известной формуле $MPI = (IVCT + IVRT) / ET$ рассчитывали показатель индекса Tei [9].

Еще один параметр глобальной сократимости ЛЖ, значение которого может быть измерено при доплеровском исследовании, – скорость увеличения давления в полости ЛЖ в начале периода изгнания (dP/dt), для чего регистрировали струю митральной регургитации в постоянно-волновом режиме и измеряли интервал между двумя точками на прямолинейном участке спектра митральной регургитации. Изменение давления между точками, имеющими скорости 1 и 3 м/с, равно 32 мм рт. ст. Разделив 32 на интервал между точками, получали dP/dt [4].

В связи с возрастной и антропометрической неоднородностью пациентов такие показатели ЭхоКГ, как объем полостей желудочков, левого и общего предсердий индексировались к площади поверхности тела, рассчитанной по формуле Дюбуа [8]. Оценивался объем ФЕЖС и масса миокарда [4, 11]. В качестве негеометрического метода оценки контрактильности ЕЖС использовали оценку систолической скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана на стороне свободной стенки ПЖ методом импульсной тканевой доплерографии [4]. Для оценки насосной функции единственного желудочка определяли величину ударного индекса ЕЖС и интеграл скорости кровотока (VTI) в выводном тракте единственного желудочка сердца [1, 4, 9].

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы STATISTICA 8.0 for Windows. Результаты представлены в виде $M \pm SD$ (где M – среднее арифметическое, SD – среднеквадратичное отклонение). Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимался равным 0,05. Различия считались статистически значимыми при $p > 0,05$.

Результаты и обсуждение

При использовании двухмерной ЭхоКГ было установлено, что значение индексированного КДИ ЛЖ после операции ТКПС было достоверно выше, чем у здоровых детей ($T=11,2$; $p < 0,001$) и составило $69,3 \pm 22,9$ и $44,2 \pm 6,8$ мл/м² соответственно.

Увеличение величины КДИ было обусловлено тем, что

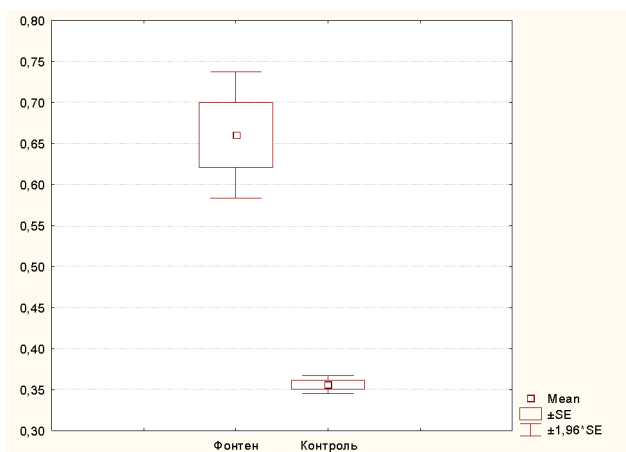


Рис. 1. Средние значения, стандартное отклонение и ошибка среднего показателя индекса сферичности у здоровых детей и детей после операции ТКПС

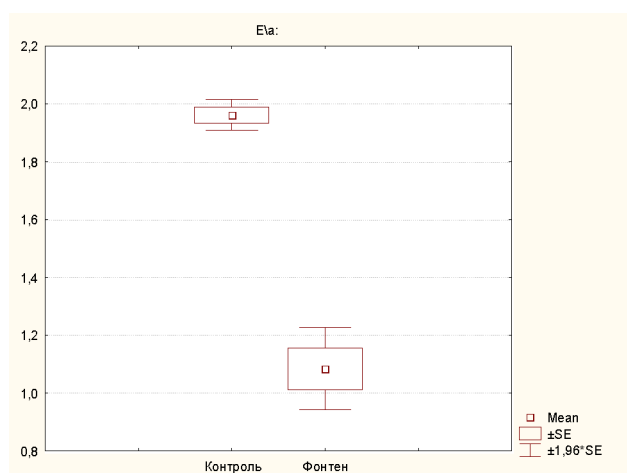


Рис. 2. Отношение скоростей быстрого диастолического наполнения желудочка и систолы предсердия у здоровых детей и у детей после операции Фонтена

объем полости единственного желудочка составляют части ЛЖ и ПЖ.

ФВ у больных с ЕЖС была в среднем ниже ($62,1 \pm 8,3\%$), чем у здоровых детей – $70,2 \pm 5,1\%$ ($T=3,5$; $p<0,001$), причем у 15 детей (38%) после операции ТКПС наблюдалась сниженная ФВ – менее 60% (30–59%), у одного ребенка (4%) отмечалась повышенная ФВ – 82%, у 23 детей (58%) наблюдались нормальные значения ФВ (60–79%).

По данным многих авторов, ФВ слабо коррелирует с функциональным состоянием миокарда и не является надежным критерием в оценке систолической функции желудочка [12].

В работе, проведенной H.F. Mannaerts et al. [13], было установлено, что индекс сферичности ЛЖ в большей степени коррелирует с клиническими проявлениями сердечной недостаточности (СН), чем ФВ.

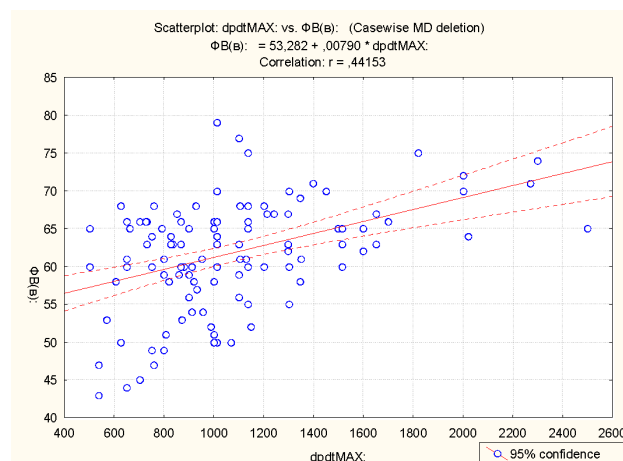


Рис. 3. Связь скорости нарастания внутрижелудочкового давления в систолу и ФВ у больных с ТКПС

В нашем исследовании индекс сферичности у детей с ЕЖС составил $1,3 \pm 0,3$; его значение было более низким, чем у контрольной группы – $1,6 \pm 0,1$ ($T=5,1$; $p<0,001$), что, по нашему мнению, являлось прогностически неблагоприятным фактором нарушения контрактильной и насосной функций ЕЖС (рис. 1).

Отношение скоростей быстрого диастолического наполнения желудочка к систоле предсердий (рис. 2), отражающее диастолическую функцию желудочка (Е/А), у пациентов с ЕЖС было ниже – $1,08 \pm 1,1$, чем в контрольной группе – $1,96 \pm 0,4$.

По мнению некоторых авторов [15], измерение МРІ является более эффективным в оценке глобальной кардиальной дисфункции, по сравнению с измерением систолической и диастолической дисфункций в отдельности. В норме его величина для ЛЖ составляет $<0,4$, для ПЖ $<0,3$; чем выше его значение, тем выраженнее миокардиальная дисфункция. В нашем исследовании МРІ у пациентов после ТКПС составлял $0,66 \pm 0,2$ усл. ед. и был достоверно выше, чем у здоровых пациентов – $0,3 \pm 0,1$ усл. ед. ($T=8,4$; $p<0,001$).

Наличие дилатации общего предсердия сочеталось со снижением сократимости единственного желудочка. Контрактивность общего желудочка была более высокой у детей с относительно небольшим объемом ЕЖС.

Связь между скоростью нарастания давления в сокращающемся ЕЖС и его ФВ была прямой, что позволяет использовать показатель $dp/dt \max$ в качестве объективной оценки контрактильности ЕЖС у детей после операции ТКПС (рис. 3).

Выводы

1. Пациенты после операции ТКПС имели более высокое индексированное значение конечно-диастолического объема и более низкие показатели ФВ ЕЖС по сравнению со здоровыми детьми.
2. Нарастание индекса сферичности у пациентов с ЕЖС является неблагоприятным предиктором нарушения контрактильной и насосной функции миокарда.

3. Среди показателей, оценивающих сократительную функцию миокарда, значение скорости нарастания внутрижелудочкового давления в систолу является оптимальным показателем контрактильности единственного желудочка после операции ТКПС.
4. При наличии дилатации общего предсердия установлено значимое снижение сократительной функции миокарда у детей с ФЕЖС.

Литература

1. Марцинкевич Г.И., Соколов А.А. Эхокардиография у детей: антропометрические и возрастные нормы // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 2. – С. 17–21.
2. Марцинкевич Г.И., Соколов А.А. Эхокардиография у детей, антропометрические и возрастные нормы, сравнительные возможности трехмерной эхокардиографии // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2010. – Т. 25(4), Вып. 1. – С. 67–72.
3. Соколов А.А., Марцинкевич Г.И., Кривошеков Е.В. Ультразвуковая оценка функции единственного желудочка на этапах коррекции, проблемы и решения // Кардиология в Беларуси. – 2011. – № 5. – С. 397–398.
4. Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. – 2-е изд. – М.: Практика, 2005. – 344 с.
5. Chamaidi A., Gatzoulis M.A. Heart disease and pregnancy Hellenic // J. Cardiol. – 2006. – Vol. 47. – P. 275–291.
6. Chinali M., de Simone G., Liu J.E. et al. Left atrial systolic force and cardiac markers of preclinical disease in hypertensive patients: the Hypertension Genetic Epidemiology Network (HyperGEN) Study // Am. J. Hypertens. – 2005. – Vol. 18. – P. 899–905.
7. De Castro S., Cavarretta E., Milan A. et al. Usefulness of tricuspid annular velocity in identifying global RV dysfunction in patients with primary pulmonary hypertension: a comparison with 3D echo-derived right ventricular ejection fraction // Echocardiography. – 2008. – Vol. 25(3). – P. 289–293.
8. Eidem B.W., O'Leary P.W., Cetta F. Echocardiography in pediatric and adult congenital heart disease. Second edition. – Philadelphia: Walters Kluwer Health, 2015. – 720 p.
9. Sutherland G.R., Hatle L., Claus P., D'hooge J., Bijnen B.H. Doppler Myocardial Imaging. – Hasselt, Belgium: BSWK; 2006. – 349 p.
10. Ghio S., Tavazzi L. Right ventricular dysfunction in advanced heart failure // Ital. Heart J. – 2005. – Vol. 6. – P. 852–885.
11. Kjaergaard J., Hastrup Svendsen J., Sogaard P. et al. Advanced quantitative echocardiography in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2007. – Vol. 20. – P. 27–35.
12. Kuroda T., Seward J., Rumberger J. LV volume and mass: comparative study of two-dimensional echocardiography and ultrafast computed tomography // Echocardiography. – 1994. – Vol. 11. – P. 1–9.
13. Mannaerts H.F., van der Heide J.A., Kamp O. et al. Early identification of left ventricular remodelling after myocardial infarction, assessed by transthoracic 3D echocardiography // Eur. Heart J. – 2004. – Vol. 25(8). – P. 680–687.
14. Menon S.C., Gray R., Tani L.Y. Evaluation of ventricular filling pressures and ventricular function by Doppler echocardiography in patients with functional single ventricle: correlation with simultaneous cardiac catheterization // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2011. – Vol. 24(11). – P. 1220–1225.
15. Montealegre-Gallegos M., Mahmood F., Owais K. et al. Cardiac output calculation and three-dimensional echocardiography // J. Cardiothorac. Vasc. Anesth. – 2014, Jun. – Vol. 28(3). – P. 547–550.
16. Tei C., Ling L., Hodge D. et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function – a study in normal and dilated cardiomyopathy // J. Cardiol. – 1995. – Vol. 26. – P. 357–366.
17. Theodoridis T.D., Anagnostou E., Zepiridis L. et al. Successful pregnancy and caesarean section delivery in a patient with single ventricle and transposition of the great arteries // J. Obstet. Gynaecol. – 2005. – Vol. 25. – P. 69–70.

Поступила 05.10.2015

Сведения об авторах

Кавардакова Елена Сергеевна, аспирант отделения ультразвуковой и функциональной диагностики НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: Lenochka_kav@mail.ru.

Соколов Александр Анатольевич, докт. мед. наук, профессор, руководитель отделения ультразвуковой и функциональной диагностики НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: Falco16@rambler.ru.

Янулевич Ольга Сергеевна, канд. мед. наук, врач-детский кардиолог кардиохирургического отделения № 2 НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: osya@cardio-tomsk.ru.

Кривошеков Евгений Владимирович, докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела сердечно-сосудистой хирургии, заведующий кардиохирургическим отделением № 2 НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: kev@cardio.tsu.ru.