

## ПРИМЕНЕНИЕ ВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА СЕРДЦЕ КАК СПОСОБ ПОДДЕРЖАНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПЕРФУЗИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

© А.Б. Наумов<sup>1</sup>, М.В. Диденко<sup>1,2</sup>, С.П. Марченко<sup>1</sup>, В.В. Суворов<sup>1</sup>, И.И. Аверкин<sup>1</sup>, Г.С. Пасенов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России;

<sup>2</sup>ФГБВОУ ВПО Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург

**Резюме.** После кардиохирургических операций одной из основных задач для врача является достижение адекватной системной гемодинамики. В связи с этим на этапе завершения кардиохирургической операции целесообразно принимать меры для проведения временной электрокардиостимуляции (ЭКС) в послеоперационном периоде. Это также решает некоторые проблемы, связанные с нарушением ритма сердца. Способов фиксации электродов для временной ЭКС, как и методик ее проведения, множество. Во многих кардиохирургических клиниках, методом выбора является предсердно-правожелудочковая ЭКС, а местами прикрепления эпикардиальных электродов для временной стимуляции являются передняя стенка правого предсердия (ПП) и правого желудочка (ПЖ). Такой способ временной ЭКС заблаговременно определяет диссинхронию желудочков, с последующими нарушениями гемодинамики, что может ухудшить церебральную перфузию. Некоторые кардиохирургические центры предлагают атрио-бивентрикулярный вариант проведения временной ЭКС с целью улучшения гемодинамики в послеоперационном периоде. По данным большинства авторов, предсердно-бивентрикулярная стимуляция значительно улучшает показатели гемодинамики в послеоперационном периоде после операции на сердце. К тому же, возможно, применение метода бивентрикулярной электрокардиостимуляции после операции позволит снизить потребность в послеоперационной поддержке инотропными препаратами [16, 20]. Это наблюдение имеет потенциал клинического применения, т.к. такой способ способствует улучшению кровоснабжения головного мозга [12].

**Ключевые слова:** эпикардиальная бивентрикулярная кардиостимуляция; кардиохирургические операции; церебральная перфузия; церебральная протекция.

### ВВЕДЕНИЕ

В конце каждой кардиохирургической операции необходимо обеспечить возможность осуществления временной ЭКС в послеоперационном периоде. Одной из основных задач применения временной ЭКС является адекватная поддержка системной гемодинамики. Но всегда возникает вопрос о выборе наилучшей методики временной ЭКС у пациентов кардиохирургического профиля. Кроме того, на данный момент нет единого алгоритма подшивания электродов, нет многоцентровых исследований, которые доказывали бы эффективность и необходимость применения какой-либо единой методики. Как заведено во многих кардиохирургических клиниках, методом выбора является предсердно-правожелудочковая стимуляция, а местом прикрепления эпикардиальных электродов для временной стимуляции является правое предсердие и правый желудочек в случае брадикардии или развившейся полной АВ-блокады. Но это заблаговременно определяет диссинхронию желудочков, с последующими гемодинамическими нарушениями [17]. Другие кардиохирургические центры предлагают атрио-бивентрикулярный вариант прикрепления эпикардиальных электродов

с целью улучшения гемодинамики в послеоперационном периоде [4, 10, 12, 17]. Однако этот вывод не всегда подтверждается в клинической практике [22].

Большинство кардиохирургических пациентов имеют сопутствующую патологию в виде хронической сердечной недостаточности, что повышает риск развития послеоперационного синдрома слабого выброса. Фармакологическая терапия хронической сердечной недостаточности (ХСН) малоэффективна и приводит к драматическим последствиям в отдаленном периоде, особенно у пациентов с систолической дисфункцией. Есть мнение, что в качестве дополнительной терапии пациентов с застойной сердечной недостаточностью имеет смысл применять кардиальную ресинхронизирующую терапию [1, 3, 8].

Существует множество мнений о том, что целесообразнее после кардиохирургических операций, а особенно при риске острой сердечной недостаточности, применение кардиальной ресинхронизирующей терапии (бивентрикулярная стимуляция) [7, 11, 23]. По данным некоторых авторов, кардиальная ресинхронизирующая терапия повышает выживаемость и снижает уровень летальности

у пациентов с нарушениями функции сердца, особенно с нарушениями ритма и проводимости, в послеоперационном периоде после кардиохирургических операций [9, 13, 18]. Другие считают, что влияние на выживаемость недостаточно изучено в подобных группах пациентов [6]. В исследовании COMPANION пациенты были разделены на группы: с применением оптимальной медикаментозной терапии, ресинхронизирующей бивентрикулярной ЭКС, и с имплантированным кардиовертером-дефибриллятором. 30-дневная смертность, в том числе интраоперационная, составила 1% в группе пациентов с медикаментозной терапией, 1,8% в группе с ресинхронизирующей ЭКС, и 1,2% в третьей группе. В течение первого года смертность составила 45, 31 и 29% соответственно. 35%-й относительный риск и высокая частота нежелательных явлений в группе медикаментозного лечения к сожалению вынудили остановить исследование в этой группе.

Некоторые исследования продемонстрировали значительное улучшение результатов у пациентов с бивентрикулярной стимуляцией по сравнению с плацебо. Одно из таких исследований демонстрирует, что 30% пациентов не отмечали симптоматического улучшения. Кроме того, у большей части пациентов не выявлены эхокардиографические признаки улучшения функции ЛЖ и/или изменение его размеров в ответ на кардиоресинхронизирующую терапию [19, 24, 25].

В противоположность вышесказанному другие авторы указывают на то, что улучшение функции и размеров левого желудочка (ЛЖ) («обратное ремоделирование») в результате кардиоресинхронизирующей терапии является ключевым предиктором смертности у пациентов с сердечной недостаточностью. Примечательно, что симптоматическое улучшение не было связано с лучшей выживаемостью [26].

### ***Гемодинамические эффекты***

Гемодинамические показатели значительно ухудшаются в случаях, когда физиологическая модель активации не соблюдается. В частности, давление в правом предсердии, легочной артерии и давление заклинивания легочных капилляров существенно различаются в режимах AAI, DDD и стимуляции VVI, будучи самым низким в первом случае, когда последовательность атриовентрикулярной и желудочковой активации сохраняется, и самым высоким случае, когда десинхронизация исключена.

Левожелудочковая или бивентрикулярная стимуляция (сердечная ресинхронизирующая тера-

пия) была предложена в качестве дополнительной терапии для пациентов с тяжелой ХСН, осложненной несогласованным сокращением желудочков в связи с задержкой внутрижелудочковой проводимости. Следует отметить, однако, что улучшение механической синхронии и функции не обязательно потребует увеличения электрической синхронности, а более свежие данные спорные в отношении корреляции между электрическими функциями (продолжительность QRS) и степенью электромеханической десинхронизации желудочков у пациентов с правожелудочковой стимуляцией [5, 14]. Было также показано, что независимо от наличия ХСН, после активации стенки ЛЖ не всегда активируется межжелудочковая перегородка.

Помещая электрод в область середины боковой стенки ЛЖ, достигается наибольшее увеличение систолической функции по сравнению с любой другой локализацией, которая может быть достигнута [2]. Кроме того, у большинства пациентов с ПЖ стимуляцией провоцируется интравентрикулярная, нежели межжелудочковая десинхронизация, предполагая, что у таких больных, основной причиной нарушения функции ЛЖ будет наличие внутривентрикулярной десинхронизации.

Существуют системы с тремя отдельными независимыми портами, что позволяет определять настройки для каждого желудочка в отдельности, а именно программировать время задержки стимуляции правого и левого желудочков. С применением этого метода достигается улучшение функционального класса сердечной недостаточности, повышение фракции выброса ЛЖ, снижение конечного систолического и конечного диастолического размера ЛЖ, снижение числа госпитализаций и улучшение качества жизни [15].

Бивентрикулярная стимуляция применяется для преодоления негативных последствий асинхронного сокращения желудочков предварительной задержкой активации сокращения желудочков, и тем самым достигается ресинхронизация желудочков. Основным механизмом действия кардиоресинхронизирующей терапии считается изменение аномальной активации желудочков. Бивентрикулярная стимуляция приводит к генерации двух волн возбуждения желудочка, в результате чего активация желудочков происходит более равномерно. В итоге сокращение ЛЖ более эффективное, повышается ударный объем, при этом не происходит повышения экстракции кислорода миокардом, а также снижается митральная регургитация и оптимизируется диастолическая дисфункция миокарда, если таковые имелись [21].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование выполнено на базе лаборатории экспериментальной медицины Научно-исследовательского центра СПбГПМУ. В исследование включены 18 лабораторных свиней («минипиги») массой тела 8–14 кг без соматической и инфекционной патологии (четыре животных массой 8 кг, пять — 10 кг, шесть — 11 кг, два — 12 кг, один — 14 кг).

Выполнено исследование эффективности временной эпикардиальной ЭКС в бивентрикулярном (трехкамерном) и однокамерном (правый желудочек) режиме у восемнадцати животных. У каждого животного оценено влияние на системную гемодинамику временной бивентрикулярной и однокамерной ЭКС.

Для реализации поставленных целей после выполненных кардиохирургических операций проводили исследования нескольких методов временной ЭКС у животных.

## ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнено исследование эффективности временной эпикардиальной ЭКС в бивентрикулярном (трехкамерном) и однокамерном режиме у восемнадцати животных.

Исследование выполнено в два этапа.

Первый этап: выполнение операций и исследований временной ЭКС с применением различных методик. Исследование проводилось последовательно, независимо друг от друга, в условиях экспериментальной кардиохирургической операции.

До начала исследования, после выполненной премедикации проводилось исходное обследование животного, включающее в себя: клинический анализ крови, биохимический анализ артериальной и венозной крови. Все исследования крови выполнены при одинаковых условиях внешней среды. Также всем животным произведена запись электрокардиограммы для определения исходной электрофизиологической функции сердца. Динамическое наблюдение и оценка показателей центральной гемодинамики мониторировалось с помощью модульного монитора фирмы Philips, набора для мониторинга гемодинамики (частота сердечных сокращений, уровень артериального давления, центрального венозного давления, давления в легочной артерии, сердечный выброс), и с применением метода инвазивного мониторинга артериального давления по методике Сельдингера (после выполнения стернотомии с использованием доступа к одной из ветвей плечеголового ствола). Чтобы оценить функцию сердца, клапанного и подклапанного аппаратов, размеры камер сердца, произвести расчеты ударного объема левого

желудочка, фракции выброса левого желудочка, выполнено эхокардиографическое исследование с помощью аппарата для УЗИ фирмы «Acuson».

Все операции выполнены под общим наркозом, с применением метода вспомогательного кровообращения. После индукции в анестезию, а также после достижения хирургической стадии наркоза и полной миоплегии производилась интубация трахеи с последующим началом ИВЛ. Далее хирургической бригадой производилась срединная стернотомия, выполнялась операция. Для остановки сердечной деятельности и защиты миокарда применяли кровяную холодовую калиевую кардиоплегию в сочетании с методом системной гипотермии. По завершении операции подшивали электроды для возможности проведения временной ЭКС. В исследовании применяли униполярные электроды для временной ЭКС фирмы BBRAUN. Один из предсердных электродов подшивался в верхне-переднюю область правого предсердия наиболее близко к области межпредсердной перегородки, второй — к проксимальному участку терминальной борозды. Один из правожелудочковых электродов подшивался к переднее-боковой стенке на расстоянии 3–4 см от верхушки сердца, другой — к диафрагмальной поверхности правого желудочка. Один из левожелудочковых электродов фиксировался в область середины боковой стенки левого желудочка, второй — к диафрагмальной поверхности левого желудочка. Для проведения временной ЭКС применялся электрокардиостимулятор OSCOR с возможностью обеспечения бивентрикулярной стимуляции. Отключение животного от аппарата искусственного кровообращения производилось при стабилизации центральной гемодинамики на фоне опережающей кардиостимуляции с последующим переводом животного на естественную циркуляцию и наблюдением в течение часа. После восстановления деятельности сердца проводили изучение влияния различных методов временной ЭКС на системную гемодинамику.

Животные наблюдались в течение 7 часов после операции. По истечении 7 часов выполнена эвтаназия животного в соответствии с нормами биоэтики, под наркозом.

Второй этап: статистический анализ и обработка полученных данных.

Оценка эффективности разных методов временной эпикардиальной ЭКС после операций на сердце проводилась по показателям инвазивной гемодинамики, ультразвуковой оценки показателей гемодинамики. Статистический анализ и обработка полученных данных проводилась с помощью программы SPSS, применялся t-критерий Стьюдента. Уровень значимости принят за 0,05.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Результаты нашего исследования демонстрируют высокую эффективность временной бивентрикулярной ЭКС, достигается наилучший гемодинамический эффект по сравнению с другими методами временной ЭКС. Вероятно, это связано с тем, что у большинства пациентов с правожелудочковой стимуляцией провоцируется диссинхронизация желудочков, что приводит к значимым нарушениям насосной функции сердца и тем самым к меньшей гемодинамической эффективности.

Из полученных данных следует, что фракция выброса в группе животных, которым применялась временная бивентрикулярная ЭКС (режим DDBV) ( $M=47,96$ ,  $SD=6,75$ ) была выше, чем в группе животных, которым применялась временная ЭКС в режиме VVI ( $M=40,7$ ,  $SD=5,97$ ) в среднем на 7,26% ( $t=-3,416$ ,  $p=0,002$ , [95% ДИ -11,58; -2,94]).

Интеграл линейной скорости кровотока в области корня аорты (VTI) в группе животных, которым применялась бивентрикулярная ЭКС ( $M=23,95$ ,  $SD=3,79$ ) был выше, чем в группе животных, которым применялась временная ЭКС в режиме VVI ( $M=16,95$ ,  $SD=1,02$ ) в среднем на 7 ( $t=-5,171$ ,  $p<0,0001$ , [95% ДИ -9,75; -4,25]). Ударный объем определяется по формуле  $0,785 \times D^2 \times VTI$ , поэтому из полученных данных статистического анализа следует, что в режиме стимуляции DDBV гемодинамические показатели значительно лучше. Например, при  $VTI=15$ ,  $D=1,5$  см и ЧСС=100 уд/мин ударный объем будет равен 26,5 мл, а сердечный выброс будет составлять 2650 мл/мин. При тех же параметрах  $D$  и ЧСС, если  $VTI>$  будет на 7, т.е.  $VTI=22$ , ударный объем составит 38,9 мл, а сердечный выброс будет равен 3890 мл/мин.

**ВЫВОДЫ**

1. Применение временной эпикардиальной ЭКС в режиме DDBV в послеоперационном периоде в эксперименте на животных позволяет достичь адекватной церебральной перфузии.
2. Исследование демонстрирует высокую эффективность временной бивентрикулярной ЭКС: достигается наилучший гемодинамический эффект по сравнению с другими методами временной ЭКС.
3. Для более детальной и качественной оценки применения временной бивентрикулярной ЭКС, как способа поддержания церебральной перфузии, после кардиохирургических операций и разработки рекомендаций необходимо продолжить исследование.

*Благодарность*

Эта статья подготовлена вместе с коллегами из «Центра детской кардиологии и кардиохирургии», г. Киев.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Abraham W.T., Fisher W.G., Smith A.L., et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2002; 346: 1845–53.
2. Auricchio A., Stellbrink C., Block M., et al. Effect of pacing chamber and atrioventricular delay on acute systolic function of paced patients with congestive heart failure. The Pacing Therapies for Congestive Heart Failure Study Group. The Guidant Congestive Heart Failure Research Group. *Circulation.* 1999; 99: 2993–3001.
3. Bakker P.F., Meijburg H., De Vries J.W., et al. Biventricular pacing in end-stage heart failure improves functional capacity and left ventricular function. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2000; 4: 395–404.
4. Berberian G., Quinn T.A., Kanter J.P., et al. Optimized biventricular pacing in atrioventricular block after cardiac surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 80: 870–75.
5. Bordachar P., Garrigue S., Lafitte S., et al. Interventricular and intra-left ventricular electromechanical delays in right ventricular paced patients with heart failure: implications for upgrading to biventricular stimulation. *Heart.* 2003; 89: 1401–5.
6. Bristow M.R., Feldman A.M., Saxon L.A. Heart failure management using implantable devices for ventricular resynchronization: Comparison of Medical Therapy, Pacing, and Defibrillation in Chronic Heart Failure (COMPANION) trial. COMPANION Steering Committee and COMPANION Clinical Investigators. *J. Card. Fail.* 2000; 6: 276–85.
7. Cannesson M., Gostoli B., Rosamel P., et al. Successful cardiac resynchronization therapy after cardiac surgery. *Anesth. Analg.* 2007; 104: 71–4.
8. Cazeau S., Leclercq C., Lavergne T., et al. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N. Engl. J. Med.* 2001; 344: 873–80.
9. Cleland J.G., Daubert J.C., Erdmann E., et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2005; 352: 1539–49.
10. Dzemali O., Bakhtiary F., Israel C.W., et al. Impact of different pacing modes on left ventricular function following cardiopulmonary bypass. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 56: 87–92.
11. Fox D.J., Petkar S., Davidson N.C., et al. Biventricular pacing in a patient with ventilatory and inotropic dependent heart failure following coronary artery bypass surgery. *Europace.* 2005; 7: 490–91.

12. Gaudiani V.A., Castro L.J., Fisher A.L. Biventricular pacing during cardiac operations. *Heart. Surg. Forum.* 2003; 6: 126–28.
13. Kass D.A., Chen C.H., Curry C., et al. Improved left ventricular mechanics from acute VDD pacing in patients with dilated cardiomyopathy and ventricular conduction delay. *Circulation.* 1999; 99: 1567–73.
14. Leclercq C., Faris O., Tunin R., et al. Systolic improvement and mechanical resynchronization does not require electrical synchrony in the dilated failing heart with left bundle-branch block. *Circulation.* 2002; 106: 1760–3.
15. Leon A.R., Greenberg J.M., Kanuru N., et al. Cardiac resynchronization in patients with congestive heart failure and chronic atrial fibrillation. Effect of upgrading to biventricular pacing after chronic right ventricular pacing. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 39: 1258–63.
16. Penicka M., Bartunek J., De Bruyne B., et al. Improvement of left ventricular function after cardiac resynchronization therapy is predicted by tissue Doppler imaging echocardiography. *Circulation.* 2004; 109: 978–83.
17. Pham P.P., Balaji S., Shen I., et al. Impact of conventional versus biventricular pacing on hemodynamics and tissue Doppler imaging indexes of resynchronization postoperatively in children with congenital heart disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 46: 2284–89.
18. St. John Sutton M.G., Plappert T., Abraham W.T., et al. Effect of cardiac resynchronization therapy on left ventricular size and function in chronic heart failure. *Circulation.* 2003; 107: 1985–90.
19. Stellbrink C., Breithardt O.A., Franke A., et al. Impact of cardiac resynchronization therapy using haemodynamically optimised pacing on left ventricular remodelling in patients with congestive heart failure and ventricular conduction disturbances. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2001; 38: 1957–65.
20. Suffoletto M.S., Dohi K., Cannesson M., et al. Novel speckle-tracking radial strain from routine black-and-white echocardiographic images to quantify dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. *Circulation.* 2006; 113: 960–68.
21. Valls-Bertault V., Fatemi M., Gilard M., et al. Assessment of upgrading to biventricular pacing in patients with right ventricular pacing and congestive heart failure after atrioventricular junctional ablation for chronic atrial fibrillation. *Europace.* 2004; 6: 438–43.
22. Vogel M., Schmidt M.R., Kristiansen S.B., et al. Validation of myocardial acceleration during isovolumic contraction as a novel non-invasive index of right ventricular contractility: Comparison with ventricular pressure-volume relations in an animal model. *Circulation.* 2002; 105: 1693–99.
23. Weisse U., Isgro F., Werling C., et al. Impact of atrio-biventricular pacing to poor left-ventricular function after CABG. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002; 50: 131–35.
24. Yu C.M., Fung W.H., Lin H., et al. Predictors of left ventricular reverse remodelling after cardiac resynchronization therapy for heart failure secondary to idiopathic dilated or ischaemic cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.* 2003; 91: 684–8.
25. Yu C.M., Fung J.W., Zhang Q., et al. Tissue Doppler imaging is superior to strain rate imaging and postsystolic shortening on the prediction of reverse remodelling in both ischaemic and non-ischaemic heart failure after cardiac resynchronization therapy. *Circulation.* 2004; 110: 66–73.
26. Yu C.M., Bleeker G.B., Fung J.W., et al. Left ventricular reverse remodelling but not clinical improvement predicts long-term survival after cardiac resynchronization therapy. *Circulation.* 2005; 112: 1580–86.

**TEMPORARY BIVENTRICULAR PACING AFTER CARDIAC SURGERY: A METHOD OF SUPPORTING CEREBRAL PERFUSION**

*Naumov A.B., Didenko M.V., Marchenko S.P., Suvorov V.V., Averkin I.I., Pasenov G.S.*

◆ **Resume.** One of the main aims in postoperative period after cardiac surgery is the improving good systemic hemodynamics. In this connection after the cardiac operation it is necessary to use temporary pacing. In literature we can find a lot of methods of application temporary pacing, but what is better we don't know. Routinely, in cardiac surgical procedures, epicardial pacing leads are placed on the right atrium and right ventricle in case of significant bradycardia or the development of atrioventricular block. It has been reported previously that right atrium – right ventricle pacing may induce left ventricle dyssynchrony and hemodynamic compromise compared with atrial pacing alone. On the other hand, it has recently been suggested that right atrio-biventricular pacing may improve hemodynamics in postcardiac surgery patients. However, this conclusion is not clear in the clinical setting. And may be we will be able to reduce the doses of inotropes, if we will be use method of right atrio-biventricular pacing [16, 20]. Temporary atrio-biventricular pacing improves cardiac output after open-heart surgery and whether ventricular pacing optimization increases cardiac output in this setting. We will examine which forms of cardiac dysfunction benefit from temporary pacing using direct and indirect measures of perfusion and cardiac function. We will also analyze hemodynamics effect after cardiac operation with different setting of pacemaker. The results of our study demonstrate the high efficiency of temporary biventricular pacing, achieved the best

hemodynamic effect compared with other methods of temporary pacemaker.

◆ **Key words:** epicardial biventricular pacing; pacing after cardiac surgery; cerebral perfusion; cerebral protection.

◆ Информация об авторах

*Наумов Алексей Борисович* – канд. мед. наук, доцент. Кафедра анестезиологии и реаниматологии. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: naumov99@gmail.com.

*Naumov Aleksey Borisovich* – MD, PhD, Associate Professor Department of Anaesthesiology and Resuscitation. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: naumov99@gmail.com.

*Диденко Максим Викторович* – д-р мед. наук, доцент. Кафедра сердечно-сосудистой хирургии. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: maxdidenko@gmail.com.

*Didenko Maksim Viktorovich* – MD, PhD, Dr Med Sci, Associate Professor, Department of Cardiac Surgery. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: maxdidenko@gmail.com.

*Марченко Сергей Павлович* – д-р мед. наук, профессор. Кафедра сердечно-сосудистой хирургии. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: sergeimarchenkospb@gmail.com.

*Marchenko Sergey Pavlovich* – MD, PhD, Dr Med Sci, Professor, Department of Cardiac Surgery. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: sergeimarchenkospb@gmail.com.

*Суворов Виталий Владимирович* – ассистент. Кафедра сердечно-сосудистой хирургии. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: vitalikkrak@gmail.com.

*Suvorov Vitaliy Vladimirovich* – Assistant Professor, Department of Cardiac Surgery. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: vitalikkrak@gmail.com.

*Аверкин Игорь Игоревич* – ассистент. Кафедра сердечно-сосудистой хирургии. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: averkin.igor@gmail.com.

*Averkin Igor Igorevich* – Assistant Professor, Department of Cardiac Surgery. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: averkin.igor@gmail.com.

*Пасенов Гиппократ Сергеевич* – кардиохирург клиники хирургии (усовершенствования врачей) им. П.А. Куприянова. ФГБВОУ ВПО Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова МО РФ. 194044, Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6. E-mail: vrach1986@gmail.com.

*Pasenov Gippokrat Sergeevich* – cardiac surgery. Military Medical Academy named after S.M. Kirov. 6, Lebedeva St., St. Petersburg, 194044, Russia. E-mail: vrach1986@gmail.com.