

© ЛЫТКИНА В. С., КУЖЕЛЬ Д. А., МАТЮШИН Г. В.

УДК 616.124.3-06:616.124.7

DOI: 10.20333/2500136-2018-3-59-65

## СОСТОЯНИЕ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ИДИОПАТИЧЕСКОЙ БЛОКАДЕ ПРАВОЙ НОЖКИ ПУЧКА ГИСА

В. С. Лыткина<sup>1</sup>, Д. А. Кужель<sup>1,2</sup>, Г. В. Матюшин<sup>1</sup><sup>1</sup>Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация.<sup>2</sup>Красноярская краевая больница №2, Красноярск 660049, Российская Федерация

**Цель исследования.** Изучение функциональных показателей и деформационных свойств правого желудочка (ПЖ) при полной блокаде правой ножки пучка Гиса (БПРНПГ).

**Материал и методы.** Исследование было выполнено у 48 лиц без очевидных заболеваний сердца. Всем больным была выполнена коронароангиография и ЭКГ в стандартных отведениях. В группу с БПРНПГ (QRS  $144,9 \pm 22,7$  мс) вошли 24 человека (46 % женщин). В группу контроля вошли 24 человека (50 % женщин) без нарушений внутрисердечного проведения. Всем лицам была выполнена эхокардиография с оценкой гемодинамики, деформации миокарда с помощью технологии 2D-Speckle Tracking Imaging для левого и правого желудочка, оценкой размеров, показателей сократительной способности и диастолической функции ПЖ.

**Результаты.** Изучаемые группы не различались по основным показателям, характеризующим функцию левого желудочка (ЛЖ). У лиц с идиопатической БПРНПГ по сравнению с контрольной группы наблюдался больший продольный размер ПЖ - RVD3 (соответственно,  $65,5 \pm 6,8$  мм и  $57,8 \pm 8,6$  мм,  $p=0,0211$ ), конечную диастолическую площадь ПЖ - RVEDA ( $15,0 \pm 3,6$  см<sup>2</sup> и  $12,6 \pm 2,8$  см<sup>2</sup>,  $p=0,0409$ ) и конечную диастолическую площадь ПЖ - RVESA ( $9,4 \pm 2,4$  см<sup>2</sup> и  $7,2 \pm 2,8$  см<sup>2</sup>,  $p=0,0405$ ). Оценка диастолической функции ПЖ показала значимо меньшие показатели отношения скоростей раннего трикуспидального наполнения к скорости наполнения в систолу правого предсердия - Etr/Atr ( $0,97 \pm 0,23$  и  $1,18 \pm 0,27$ ,  $p=0,0367$ ) и времени замедления потока раннего диастолического наполнения - DTEtr ( $213,6 \pm 26,9$  мс и  $167,7 \pm 23,3$  мс,  $p=0,009$ ). В группе с БПРНПГ по сравнению с контролем наблюдались меньшие показатели глобальной продольной деформации ПЖ - GlStRV ( $-18,1 \pm 11,1$  % и  $-30,8 \pm 8,2$  %,  $p=0,036$ ).

**Заключение.** БПРНПГ может оказывать влияние на анатомическое строение и функцию ПЖ. Показатели деформации ПЖ, определенные для БПРНПГ могут использоваться как референтные для оценки его состояния в случае развития сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** эхокардиография, правый желудочек, сократительная способность, деформация миокарда, диастолическая функция, полная блокада правой ножки пучка Гиса.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Лыткина В.С., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. Состояние правого желудочка при идиопатической блокаде правой ножки пучка Гиса. Сибирское медицинское обозрение. 2018;(3): 59-65. DOI: 10.20333/2500136-2018-3-59-65

## THE STATE OF THE RIGHT VENTRICLE IN THE IDIOPATHIC BLOCKAGE OF THE RIGHT CRUS OF ATRIOVENTRICULAR BUNDLE

V. S. Lytkina<sup>1</sup>, D. A. Kuzhel<sup>1,2</sup>, G. V. Matyushin<sup>1</sup><sup>1</sup> Professor V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation<sup>2</sup> Regional State Hospital №2, Krasnoyarsk 660049, Russia Federation

**The aim of the research.** To study functional parameters and deformation properties of the right ventricle (RV) with complete blockage of the right crus of atrioventricular bundle (BRCAB).

**Material and methods.** 48 individuals without obvious heart diseases were involved in the study. All the patients underwent coronarography and 12-lead ECG. The group with BRCAB (QRS  $144.9 \pm 22.7$  ms) included 24 people (46% of women). The control group included 24 people (50% of women) without any disorders of intraventricular conduction. All the participants underwent echocardiography with the assessment of hemodynamics, myocardial deformation using 2D-Speckle Tracking Imaging technology for the left and the right ventricles, evaluation of the dimensions, indices of contractility and diastolic function of the right ventricle (RV).

**Results.** The studied groups did not differ in the main parameters, characterizing the function of the left ventricle (LV). Patients with idiopathic BRCAB, compared with the control group, had greater longitudinal size of the RV - RVD3 (respectively,  $65.5 \pm 6.8$  mm and  $57.8 \pm 8.6$  mm,  $p = 0.0211$ ), the final diastolic area of RV - RVEDA ( $15.0 \pm 3.6$  cm<sup>2</sup> and  $12.6 \pm 2.8$  cm<sup>2</sup>,  $p = 0.0409$ ) and the final diastolic area of the RV - RVESA ( $9.4 \pm 2.4$  cm<sup>2</sup> and  $7.2 \pm 2.8$  cm<sup>2</sup>,  $p = 0.0405$ ). Evaluation of the diastolic function of RV showed significantly lower rates of early tricuspid filling rate to the filling rate in the right atrial systole - Etr / Atr ( $0.97 \pm 0.23$  and  $1.18 \pm 0.27$ ,  $p = 0.0367$ ) and deceleration time of early diastolic filling flow - DTEtr ( $213.6 \pm 26.9$  ms and  $167.7 \pm 23.3$  ms,  $p = 0.009$ ). In the group with BRCAB, compared with the control group, there were smaller indicators of global longitudinal deformation of RV, GlStRV ( $-18.1 \pm 11.1$  % and  $-30.8 \pm 8.2$  %,  $p = 0.036$ ).

**Conclusion.** BRCAB can affect anatomic structure and the function of the RV. The RV deformation parameters, defined for BRCAB, can be used as reference for evaluation of its condition in case of cardiovascular diseases development.

**Key words:** echocardiography, right ventricle, contractility, myocardium deformation, diastolic function, complete blockage of the right crus of atrioventricular bundle.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Lytkina VS, Kuzhel DA, Matyushin GV. The state of the right ventricle in the idiopathic blockage of the right crus of atrioventricular bundle. *Siberian Medical Review*. 2018;(3): 59-65. DOI: 10.20333/2500136-2018-3-59-65

Функциональное состояние правого желудочка (ПЖ) играет важную роль в заболеваемости и смертности пациентов, имеющих сердечно-сосудистые и лёгочные заболевания [1]. Известно, что нарушения проводимости в левом желудочке (ЛЖ) существенным образом влияют на механику сокращения, его функциональные показатели и являются причиной возникновения механической диссинхронии с развитием систолической дисфункции [2, 3]. Появившиеся в последнее время новые ультразвуковые методики, основанные, прежде всего на оценке деформационных свойств миокарда (2D-Speckle Tracking Imaging), открывают широкие возможности в исследовании функции ПЖ [4]. Однако влияние нарушения внутрижелудочкового проведения при блокаде правой ножки пучка Гиса (БПРНПП) на функцию ПЖ остается практически неизученным.

Целью нашей работы было изучение основных показателей гемодинамики и деформационных свойств правого желудочка и правого предсердия при полной БПРНПП.

#### Материал и методы

В исследование было включено 48 лиц без очевидных заболеваний сердца. Критериями исключения из исследования служили: фракция выброса менее 45 %, наличие в анамнезе инфаркта миокарда или реваскуляризации миокарда, стеноз одной или более коронарной артерии более 50 %, органическое поражение клапанов сердца, перенесенный инсульт менее 6 месяцев, системная артериальная гипертензия (> 160/100 мм рт. ст.), частые алкогольные эксцессы в анамнезе, стойкие наджелудочковые тахиаритмии, системные заболевания, болезни перикарда, врожденные пороки сердца, легочное сердце.

Всем лицам было выполнено стандартное клиническое обследование с выполнением объективного осмотра, оценкой анамнеза, ЭКГ и коронарографии. На основании ЭКГ было проведено разделение на группу БПРНПП (средняя продолжительность QRS составила  $144,9 \pm 22,7$  мс) и группу контроля без нарушений проводимости. В группу БПРНПП вошли 24 человека (11(46 %) женщин). В группу контроля также вошло 24 человека (12 (50 %) женщин).

Исследование сердца производилось на ультразвуковом аппарате «Vivid-S6» (GE Helhticare) с использованием матричного секторного фазированного датчика M4S (1,5 - 4,3 МГц). Оценивались стандартные показатели, характеризующие систолическую и диастолическую функцию ЛЖ, с определением

конечного диастолического и конечного систолического объемов (КДО, КСО), фракции выброса (ФВ) ЛЖ по методике Simpson, максимального объема правого предсердия (RAVmax). Определялась максимальная скорость раннего ( $E_{mitr}$ ) и позднего ( $A_{mitr}$ ) наполнения, их отношение ( $E_{mitr}/A_{mitr}$ ), время изоволюмического расслабления (IVRT), отношения  $E_{mitr}/Av.e'$  ( $Av.e'$  – усредненная скорость движения базального бокового и септального сегментов в раннюю диастолу в режиме импульсно-волнового тканевого Допплера).

Оценка деформации ЛЖ (strain) проводилась по двумерным изображениям ЛЖ, зарегистрированным из парастерального доступа в позиции короткой оси и апикального доступа позиции 4-х, 2-х и 5-ти камер с автоматическим определением глобальной продольной деформации из позиций 4-х, 2-х и 5-ти камер (GLSt, %), оценкой вращения на базальном и апикальном уровнях ( $Rot_{MV}$ ,  $Rot_{apex}$ ), выраженном в градусах и результирующего скручивания ЛЖ (torsion).

Исследование функции ПЖ проводилось из апикального доступа позиции 4-х камер. Согласно общепринятой методике [1], определялся поперечный размер на уровне трикуспидального клапана (RVD1), на уровне медиальных отделов (RVD2) и продольный размер (RVD3) ПЖ. Оценивалась конечная диастолическая (RVEDA) и конечная систолическая площадь (RVESA) ПЖ с последующей оценкой фракции изменения площади ПЖ (FAC) определяемой как  $(RVEDA - RVESA)/RVEDA \times 100$  %. Систолическая экскурсия трикуспидального кольца (TAPSE) определялась в М-режиме в области боковой стенки ПЖ как расстояние между положением в диастолу и систолу. Определялась максимальная скорость раннего ( $E_{tr}$ ) и позднего ( $A_{tr}$ ) трикуспидального наполнения, их отношение ( $E_{tr}/A_{tr}$ ), время замедления пика  $E_{tr}$  ( $DTE_{tr}$ ). В режиме импульсно-волнового тканевого доплера оценивалась систолическая скорость трикуспидального кольца (ТК) и ранняя диастолическая скорость в области боковой стенки ( $Sta$  и  $Eta$ , соответственно), определялась отношение  $E_{tr} / Eta$ .

Деформационные свойства ПЖ оценивались с помощью методики 2D-Speckle Tracking Imaging (2D-STI) в апикальном доступе позиции 4-х камер (см. рис.). Согласно модели 6-ти сегментов, включающей базальный, медиальный и апикальные сегменты межжелудочковой перегородки и свободной стенки ПЖ (GLStRV, %) [5].

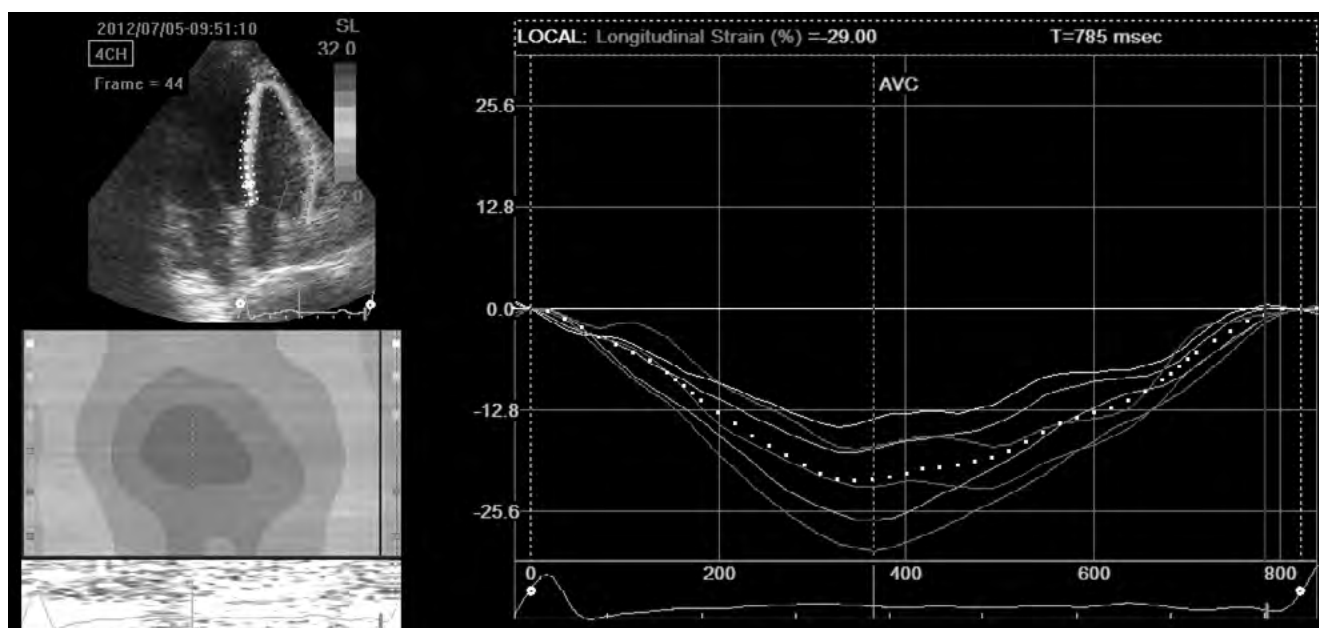


Рисунок. Апикальный доступ, позиция 4-х камер. Глобальная продольная деформация правого желудочка (GlStRV) при полной блокаде правой ножки пучка Гиса, полученная как усредненный показатель (точечная белая линия) деформации базальных, медиальных и апикальных сегментов межжелудочковой перегородки и свободной стенки правого желудочка. Значение деформации в данном случае составляет -22%. AVC – временной интервал окончания систолического потока в выносящем тракте левого желудочка, указывающий на окончание механической систолы желудочков.

Figure. Apical access, 4 chambers position. The global longitudinal deformation of the right ventricle (GlStRV) with complete blockage of the right crust of atrioventricular bundle, obtained as average index (dotted white line) of deformation of basal, medial and apical segments of interventricular septum and free wall of the right ventricle. Deformation value in this case is 22%. AVC – time interval for the end of the systolic flow in the outflow tract of the left ventricle, indicating the end of the mechanical systole of the ventricles.

При статистической обработке данных гипотеза о гауссовском распределении по критериям Колмогорова-Смирнова в форме Лиллиефорса (Lilliefors) и Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) была отвергнута, поэтому был выполнен тест Манна-Уитни (Manna-Whitney U test). Оценка корреляционных связей между парами количественных признаков осуществлялась с использованием непараметрического рангового коэффициента Спирмена (Spearman). Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05. Результаты представлены в виде медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей.

### Результаты и обсуждение

Как видно из представленных в таблице 1 данных, изучаемые группы в основном не различались по возрасту, ЧСС и основным показателям гемодинамики, характеризующим геометрию ЛЖ, систолическую и диастолическую функции, механику сокращения ЛЖ. Обе группы имели нормальные показатели ФВ и глобальной деформации ЛЖ, однако в группе с БПрНПП наблюдалась тенденция к несколько большим цифрам описываемых параметров при значимо меньших показателях КСО ЛЖ, что можно расценить как тенденцию к большей сократительной активности ЛЖ.

Значимые различия между группами были получены в показателях, характеризующих размеры и функцию ПЖ (табл. 2). В группе с БПрНПП наблюдались значимо меньшие показатели продольного размера (RVD3), конечной диастолической (RVEDA) и конечной систолической площади (RVESA) ПЖ, которые, впрочем, не выходили за рамки нормальных параметров [1]. В тоже время фракция изменения площади ПЖ (FAC) оставалась практически одинаковой в обеих группах, что указывает на одинаковую сократительную способность ПЖ.

При оценке показателей диастолической функции в группе с БПрНПП наблюдались значимо большие показатели времени замедления потока раннего диастолического наполнения ПЖ ( $DTE_r$ ), а также значимо меньшее отношение раннего наполнения к систолическому потоку из правого предсердия ( $E_r/A_r$ ).

Показатели тканевого доплера (Sta) и смещения трикуспидального кольца (TAPSE), характеризующие функцию продольных волокон ПЖ, не выявили различий в изучаемых группах. Однако оценка глобальной продольной деформации ПЖ (GlStRV) показала существенно меньшие цифры в группе с БПрНПП, тогда как деформационные свойства правого пред-

Таблица 1

## Основные гемодинамические показатели в изучаемых группах

Table 1

## The main hemodynamic parameters of the studied groups

| Параметры             | Контроль (n=24) |       |       | Блокада правой ножки пучка Гиса (n=24) |       |       | Уровень значимости |
|-----------------------|-----------------|-------|-------|--|-------|-------|--------------------|
|                       | Me              | Q1    | Q2    | Me                                     | Q1    | Q2    |                    |
| Возраст, лет          | 52,0            | 39,0  | 55,0  | 60,0                                   | 52,5  | 68,0  | 0,071              |
| ЧСС, уд/мин           | 62,5            | 57,0  | 70,0  | 70,0                                   | 59,0  | 76,0  | 0,284              |
| КДО, мл               | 96,0            | 79,0  | 101,0 | 93,0                                   | 76,0  | 104,0 | 0,936              |
| КСО, мл               | 36,0            | 31,0  | 41,0  | 31,0                                   | 19,0  | 34,0  | 0,041              |
| ФВ, %                 | 61,0            | 59,0  | 69,0  | 69,0                                   | 62,0  | 76,0  | 0,065              |
| IVRT, мс              | 86,0            | 69,0  | 103,0 | 93,0                                   | 81,0  | 104,0 | 0,385              |
| $E_{mitr} / A_{mitr}$ | 1,14            | 0,69  | 1,43  | 0,88                                   | 0,69  | 1,0   | 0,103              |
| $E_{mitr} / Av.e'$    | 6,6             | 5,6   | 8,5   | 6,3                                    | 5,1   | 8,1   | 0,963              |
| GlSt, %               | -19,1           | -20,4 | -16,8 | -20,2                                  | -21,6 | -18,9 | 0,117              |
| RotMV, °              | -5,7            | -6,5  | -3,6  | -6,2                                   | -10,0 | -1,0  | 0,908              |
| RotAp, °              | 5,6             | 4,0   | 8,9   | 5,5                                    | 3,9   | 10,5  | 0,885              |
| Torsion, %            | 11,1            | 8,7   | 15,6  | 10,5                                   | 6,0   | 17,9  | 0,820              |

Примечание: КДО – конечный диастолический объем левого желудочка, КСО – конечный систолический объем левого желудочка, ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, ЧСС – частота сердечных сокращений, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка,  $E_{mitr} / A_{mitr}$  – отношение скорости раннего трансмитрального наполнения к скорости наполнения в систолу предсердий,  $E_{mitr} / Av.e'$  – отношение скорости раннего трансмитрального наполнения к усредненной скорости движения базального сегмента боковой стенки и межжелудочковой перегородки в период раннего наполнения левого желудочка, GlSt – глобальная деформация ЛЖ в продольном направлении, IVRT – время изовольного расслабления левого желудочка, RotAp – вращение левого желудочка на уровне верхушки, RotMV – вращение левого желудочка на уровне митрального клапана, Torsion – скручивание ЛЖ.

Note: КДО – final diastolic volume of the left ventricle, КСО – final systolic volume of the left ventricle, ММЛЖ – left ventricular myocardium mass, ЧСС – heart rate, ФВ ЛЖ – fraction of left ventricular ejection,  $E_{mitr} / A_{mitr}$  – ratio of the speed of early transmittal filling to the speed of filling to the systole of atria,  $E_{mitr} / Av.e'$  – ratio of the rate of early transmittal filling to the average velocity of the basal segment of the lateral wall and the interventricular septum during the period of left ventricle early filling, GlSt – global LV deformation in longitudinal direction, IVRT – time of isovolytic left ventricular relaxation, RotAp – left ventricle rotation at the apex level, RotMV – left ventricle rotation at the level of the mitral valve, Torsion – LV twist.

сердия не различались в группе контроля и нарушения правожелудочковой проводимости.

При изучении возможной зависимости показателей механики сокращения ЛЖ и параметров, характеризующих систолическую функцию ПЖ, была выявлена корреляция между скручиванием ЛЖ (Torsion) и амплитудой смещения трикуспидального кольца TAPSE (0,652,  $p=0,009$ ), скручиванием ЛЖ и систолической скоростью (Sta) трикуспидального кольца (0,265,  $p=0,001$ ), а также апикального вращения ЛЖ (RotAp) с данными показателями (соответственно, 0,685,  $p=0,003$  и 0,268,  $p=0,001$ ).

Размеры и функция ПЖ имеют большое значение в прогностической оценке многих заболеваний, в том числе и сердечной недостаточности (СН), связанной с дисфункцией ЛЖ [6]. Определение тяжести дисфункции ПЖ может быть определяющим аспектом тщательного наблюдения и агрессивной терапии для лиц с СН [5]. Несмотря на это, функция ПЖ только недавно

стала активно изучаться, что во многом было связано с его сложной анатомией и трудностями ультразвуковой визуализации при трансторакальном исследовании [7].

Анатомическое строение ПЖ представлено субэпикардальными волокнами миокарда, которые циркулярно окружают выносящий тракт, затем принимают косое направление в области свободной стенки, в области верхушки делают завиток и, располагаясь субэндокардиально, становятся продольно направленными к основанию ПЖ [8]. Процесс возбуждения и сокращения ПЖ значительно отличается от такового для ЛЖ. Сокращение ПЖ начинается в области приносящего тракта и правой передней папиллярной мышцы и затем распространяется по типу волны перистальтики по направлению к выносящему тракту (воронке), где с небольшой задержкой продолжается даже после закрытия клапана легочной артерии [9]. Механика сокращения ПЖ осуществляется

Таблица 2

**Анатомические, функциональные и деформационные показатели  
правого предсердия и правого желудочка**

Table 2

**Anatomical, functional and deformation parameters of the right atrium and the right ventricle**

| Параметры              | Контроль (n=24) |       |       | Блокада правой ножки пучка Гиса (n=24) |       |       | Уровень значимости |
|------------------------|-----------------|-------|-------|--|-------|-------|--------------------|
|                        | Me              | Q1    | Q2    | Me                                     | Q1    | Q2    |                    |
| RVD1, мм               | 31,0            | 28,0  | 32,0  | 34,0                                   | 32,0  | 36,0  | 0,073              |
| RVD2, мм               | 28,0            | 25,0  | 29,0  | 30,0                                   | 24,0  | 35,0  | 0,403              |
| RVD3, мм               | 58,0            | 51,0  | 65,0  | 65,0                                   | 63,0  | 70,0  | 0,021              |
| RVEDA, см <sup>2</sup> | 11,3            | 10,3  | 14,7  | 15,4                                   | 12,3  | 16,2  | 0,041              |
| RVESA, см <sup>2</sup> | 5,5             | 5,2   | 9,0   | 9,4                                    | 8,4   | 11,3  | 0,041              |
| FAC, %                 | 43,0            | 39,1  | 53,0  | 35,5                                   | 30,0  | 44,0  | 0,13               |
| TAPSE, мм              | 21,0            | 20,0  | 22,0  | 23,0                                   | 21,0  | 26,0  | 0,212              |
| RAVmax, мл             | 40,0            | 25,0  | 55,0  | 38,0                                   | 35,0  | 50,0  | 0,732              |
| $E_{tr}$ , см/сек      | 48,5            | 43,0  | 61,0  | 46,5                                   | 44,0  | 53,0  | 0,985              |
| DTE <sub>tr</sub> , мс | 169,0           | 152,0 | 182,0 | 220,0                                  | 190,0 | 237,0 | 0,009              |
| $A_{tr}$ , см/сек      | 41,0            | 37,0  | 53,0  | 47,5                                   | 45,0  | 63,0  | 0,057              |
| $E_{tr}/A_{tr}$        | 1,16            | 1,0   | 1,36  | 1,0                                    | 0,84  | 1,14  | 0,037              |
| Sta, см/сек            | 12,0            | 10,0  | 15,0  | 14,0                                   | 12,0  | 15,0  | 0,29               |
| Eta, см/сек            | 11,0            | 9,0   | 15,0  | 13,0                                   | 12,0  | 15,0  | 0,658              |
| $E_{tr}/Eta$           | 3,4             | 2,75  | 4,9   | 4,4                                    | 3,5   | 5,1   | 0,17               |
| GlStRV, %              | -30,8           | -37,4 | -22,4 | -21,0                                  | -24,4 | -16,3 | 0,036              |

Примечание:  $A_{tr}$  – максимальная скорость диастолического транстрикуспидального потока в систолу правого предсердия, DTE<sub>tr</sub> – время замедления раннего диастолического транстрикуспидального потока, Eta – скорость смещения трикуспидального кольца в раннюю диастолу, оцененная импульсно-волновым тканевым доплером,  $E_{tr}$  – максимальная скорость раннего диастолического транстрикуспидального потока,  $E_{tr}/A_{tr}$  – отношение ранней скорости диастолического транстрикуспидального потока к скорости потока в систолу предсердий,  $E_{tr}/Eta$  – отношение максимальной скорости раннего диастолического транстрикуспидального потока к скорости смещения трикуспидального кольца в раннюю диастолу, оцененной импульсно-волновым тканевым доплером, FAC – фракция изменения площади ПЖ в апикальном доступе, позиции 4-х камер, GlStRV – глобальная продольная деформация правого желудочка в в апикальном доступе, позиции 4-х камер, RAVmax – максимальный диастолический объем правого предсердия в апикальном доступе, позиции 4-х камер, RVD1 – поперечный размер ПЖ на уровне трикуспидального кольца в апикальном доступе, позиции 4-х камер, RVD2 – поперечный размер ПЖ на уровне медиальных отделов ПЖ в апикальном доступе, позиции 4-х камер, RVD3 – продольный размер ПЖ в апикальном доступе, позиции 4-х камер, RVEDA – конечная диастолическая площадь ПЖ в апикальном доступе, позиции 4-х камер, RVESA – конечная систолическая площадь ПЖ в апикальном доступе, позиции 4-х камер, Sta – систолическая скорость смещения трикуспидального кольца оцененная импульсно-волновым тканевым доплером, TAPSE – систолическое смещение трикуспидального кольца в в апикальном доступе, позиции 4-х камер.

Note:  $A_{tr}$  – maximum rate of diastolic transtricuspidal flow to the right atrial systole, DTE<sub>tr</sub> – early diastolic transtricuspidal inhibition time, Eta – speed of transtricuspidal ring shift to early diastole, estimated by impulse-wave tissue doppler,  $E_{tr}$  – maximum rate of early diastolic transtricuspidal flow,  $E_{tr}/A_{tr}$  – ratio of the early rate of diastolic transtricuspidal flow to the flow rate in atrial systole,  $E_{tr}/Eta$  – ratio of maximal speed of the early diastolic transtricuspidal flow to the speed of the transtricuspidal ring shift to the early diastole evaluated by the impulse-wave tissue doppler, FAC – fraction of the RV area change in apical access, 4 chambers position, GlStRV – global longitudinal deformation of the right ventricle in the apical access, 4 chambers position, RAVmax – maximum diastolic volume of the right atrium in the apical access, 4 chambers position, RVD1 – lateral dimension of RV at the level of transtricuspidal ring in the apical access, 4 chambers position, the RVD2 – lateral dimension of RV at the level of the medial parts of the RV in the apical access, 4 chambers position, RVD3 – the longitudinal dimension of RV in the apical access, 4 chambers position, RVEDA – terminal diastolic area of the prostate in the apical access, 4 chambers position, RVESA – end RV systolic area in the apical access, 4 chambers position, Sta – systolic speed of transtricuspidal ring shift estimated by impulse-wave tissue doppler, TAPSE – the systolic transtricuspidal ring shift in the apical access, 4 chambers position.

посредством движения внутрь свободной стенки и движение основания к верхушке за счет сокращения продольных волокон. В нормальном состоянии наибольший вклад в ударный объем вносит продольное сокращение, также необходимо отметить процесс скручивания ПЖ, который обеспечивают косые волокна, считающийся важным механизмом эффективной работы этой камеры сердца [10].

Одной из особенностей сократительной физиологии ПЖ является относительно низкое, по сравнению с ЛЖ, сопротивление сосудистой сети. Принимая во внимание постоянство ударного объема для обоих желудочков, низкое давление в левых отделах и венозной сети малого круга может облегчать движение крови через малый круг циркуляции так, что функция ПЖ частично может рассматриваться как своеобразный трубопровод потока из полых вен в левые отделы. Вклад нормально работающего ЛЖ в работу ПЖ может достигать до 30 % от объема его сердечного выброса, что является подтверждением концепции «взаимной зависимости желудочков», то есть их работы не как отдельных функциональных единиц, а как единого органа, обеспечивающего нормальную функцию сердечно-сосудистой системы [11, 12].

Эхокардиография, как наиболее доступная технология, остается одним из ведущих методов изучения состояния ПЖ. Оценка систолической функции ПЖ включает привычно используемые методики, такие как фракция изменения площади ПЖ (FAC), экскурсия трикуспидального кольца в М-режиме (TAPSE), систолическая скорость трикуспидального кольца в режиме импульсно-волнового тканевого Допплера (Sta) и новые технологии, основанные на оценке деформации стенки ПЖ (GlStRV). Наибольшее внимание в последние годы приковано именно к методике двумерной деформации ПЖ (2D-STI), показавшей высокую точность в оценке сократительной способности ПЖ по сравнению с рутинно используемыми технологиями и позволяющей делать прогностическую оценку при СН [13, 14]. Наконец, показатели деформации ПЖ могут использоваться для мониторинга его функции при назначении лекарственных препаратов, например, силденафила [15]. Нормальные параметры деформации ПЖ лежат в диапазоне -21- 32% [16].

В представленном исследовании были получены различия в показателях, характеризующих анатомическое строение (RVD3, RVEDA и RVESA) и деформацию стенки ПЖ (GlStRV), что, несмотря на нормальные в основном цифры, может указывать на процесс легкого ремоделирования ПЖ, связанного с аномальным ходом возбуждения и сокращения, присущего нарушениям внутривентрикулярного проведения. Можно предположить, что особенности физиологии цирку-

ляции малого круга кровообращения, связанного с низким сосудистым сопротивлением, и нормальная работа ЛЖ, отчасти «компенсирующего» возможные нарушения сокращения ПЖ, препятствуют дальнейшему прогрессированию дисфункции этой камеры, как это может наблюдаться для ЛЖ при блокаде левой ножки пучка Гиса. Косвенным подтверждением «компенсирующей» роли ЛЖ может быть меньший КСО и тенденция к большей ФВ в группе БПрНПП. Другим подтверждением «взаимной зависимости желудочков» может быть наличие корреляционных связей такого важного элемента эффективной функции ЛЖ как апикальное вращение и скручивание ЛЖ с показателями сократительной способности ПЖ, таким как амплитуда смещения трикуспидального кольца (TAPSE) и его систолическая скорость, оцененная тканевым Допплером (Sta).

Можно предположить, хотя это утверждение требует подтверждения в ходе дальнейших исследований, что аномальное и пролонгированное возбуждение ПЖ, сопровождающее БПрНПП, помимо процессов легкого ремоделирования также связано и с некоторой тенденцией к ухудшению диастолической функции по варианту замедленного расслабления. В пользу этого свидетельствуют уменьшение отношения  $E_{tr}/A_{tr}$ , а также увеличение времени замедления пика  $E_{tr}$  (DTE<sub>tr</sub>).

### Закключение

Таким образом, БПрНПП может оказывать влияние на анатомическое строение и функцию ПЖ. Несмотря на преобладающую роль параметров деформации в определении функции ПЖ [6], традиционные методы оценки, такие как экскурсия трикуспидального кольца (TAPSE) и его систолическая скорость в импульсно-волновом тканевом Допплере (Sta), сохраняют свое значение. Показатели деформации ПЖ, определенные для БПрНПП, могут использоваться как референтные для оценки его состояния в случае развития сердечно-сосудистых заболеваний, а также при мониторинге его функции при назначении лекарственной терапии.

### Литература / References

1. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, Solomon SD, Louie EK, Schiller NB. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2010; (23): 685-713. DOI: 10.1016/j.echo.2010.05.010

2. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JG, Coats AJ, Falk V, González-Juanatey JR, Harjola VP, Jankowska EA, Jessup M, Linde C, Nihoyannopoulos P, Parissis JT, Pieske B, Riley JP, Rosano GM, Ruilope LM, Ruschitzka F, Rutten FH, van der Meer P. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Journal of Heart Failure*. 2016;18(8):891-975. DOI: 10.1002/ejhf.592

3. Павлюкова ЕН, Кужель ДА, Матюшин ГВ, Лыткина ВС. Блокада левой ножки пучка Гиса и скручивание левого желудочка при низкой фракции выброса. *Клиническая медицина*. 2015;93(11):15-21. [Pavlyukova EN, Kuzhel DA, Matyushin GV, Lytkina VS. Left His Bundle Branch Block Associated With Left Ventricular Torsion And Reduced Ejection Fraction. *Clinical Medicine*. 2015; 93 (11): 15-21. (in Russian)]

4. Donal E, Roulaud M, Raud-Raynier P, De Bisschop C, Leclercq C, Derumeaux G, Daubert JC, Mabo P, Denjean A. Echocardiographic right ventricular strain analysis in chronic heart failure. *European Journal of Echocardiography*. 2007; (8):449-456.

5. Vizzard E, Bonadei I, Sciatti E, Pezzali N, Farina D, D'Aloia A, Metra M. Quantitative Analysis of Right Ventricular (RV) Function With Echocardiography in Chronic Heart Failure With No or Mild RV Dysfunction. Comparison With Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2015; (34):247-255.

6. Portnoy SG, Rudski LG. Echocardiographic evaluation of the right ventricle: a 2014 perspective. *Current Cardiology Reports*. 2015;17(4):21. DOI: 10.1007/s11886-015-0578-8

7. Longobardo L, Suma V, Jain R, Carerj S, Zito C, Zwicke DL, Khandheria BK. Role of Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography Strain in the Assessment of Right Ventricular Systolic Function and Comparison with Conventional Parameters. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2017;S0894-7317(17):30475-3. DOI: 10.1016/j.echo.2017.06.016

8. Vitarelli A, Terzano C. Do we have two hearts? New insights in right ventricular function supported by myocardial imaging echocardiography. *Heart Failure Reviews*. 2010;(15):39-61.

9. Naito H, Arisawa J, Harada K, Yamagami H, Kozuka T, Tamura S. Assessment of right ventricular regional contraction and comparison with the left ventricle in normal humans: a cine magnetic resonance study with presaturation myocardial tagging. *British Heart Journal*. 1995;74(2):186-91.

10. Damiano RJ Jr, LaFollette P Jr, Cox JL, Lowe JE, Santamore WP. Significant left ventricular contribu-

tion to right ventricular systolic function. *The American Journal of Physiology*. 1991;261(5 part 2):H1514-H1524.

11. Redington AN, Gray HH, Hodson ME, Rigby ML, Oldershaw PJ. Characterisation of the normal right ventricular pressure-volume relation by biplane angiography and simultaneous micromanometer pressure measurements. *British Heart Journal*. 1988;59(1):23-30.

12. Hoffman D, Sisto D, Frater RW, Nikolic SD. Left-to-right ventricular interaction with a noncontracting right ventricle. *The Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery*. 1994;107(6):1496-502.

13. Hutrya M, Skála T, Horák D, Köcher M, Tüdös Z, Zapletalová J, Přeček J, Louis A, Smékal A, Táborský M. Echocardiographic assessment of global longitudinal right ventricular function in patients with an acute inferior ST elevation myocardial infarction and proximal right coronary artery occlusion. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2015;31(3):497-507. DOI: 10.1007/s10554-014-0573-y

14. Vizzard E, D'Aloia A, Caretta G. Long-term prognostic value of longitudinal strain of right ventricle in patients with moderate heart failure. *Hellenic Journal of Cardiology*. 2014;(55):150-155.

15. Kjaergaard J. Assessment of right ventricular systolic function by tissue Doppler echocardiography. *Danish Medical Journal*. 2012;59(3):B4409.

16. Tadic M. Multimodality Evaluation of the Right Ventricle: An Updated Review. *Clinical Cardiology*. 2015;38(12):770-6. DOI: 10.1002/clc.22443.

### Сведения об авторах

Лыткина Виктория Сергеевна, аспирант, врач кардиолог, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1; тел.: 8 (391)2050395; e-mail: forthejob@inbox.ru

Кужель Дмитрий Анатольевич, к.м.н., доцент, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1; заведующий отделением функциональной диагностики Красноярская краевая больница №2; адрес: 660049, г. Красноярск, ул. Карла Маркса, д. 43, тел. 8(391)2026772; e-mail: dakushel@yandex.ru

Матюшин Геннадий Васильевич, д.м.н., профессор, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1; тел. 8 (391) 2201550; e-mail: matyushin1@yandex.ru

### Author information

Victoria S. Lytkina, post-graduate student, cardiologist, Professor V. F. Voyno-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7 (391)2050395; e-mail: forthejob@inbox.ru

Dmitry A. Kuzhel, Cand.Med.Sci., Associate Professor, Professor V. F. Voyno-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; the Head of Functional Diagnostics Department, Regional State Hospital №2, Address: 43, Karl Marx Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660049; Phone: 8(391)2026772, e-mail: dakushel@yandex.ru.

Gennady V. Matyushin, Dr.Med.Sci., Professor, Professor V. F. Voyno-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: 8(391)2201550; e-mail: matyushin1@yandex.ru

Поступила 03.07.2017 г.  
Принята к печати 05.04.2018 г.

Received 03 July 2018  
Accepted 05 April 2018