

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

УДК.612.176.2:616.124.7

DOI: 10.20333/2500136-2018-5-25-30

АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ СОСТОЯНИЙ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА ПРИ ИДИОПАТИЧЕСКИХ БЛОКАДАХ НОЖЕК ПУЧКА ГИСА

В. С. Лыткина¹, Д. А. Кужель^{1,2}, Г. В. Матюшин¹¹Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация²Красноярская краевая больница №2, Красноярск 660049, Российская Федерация

Цель исследования. Изучить функциональное состояние левого и правого желудочков у пациентов с полной блокадой правой и левой ножек пучка Гиса при идиопатическом поражении проводящей системы сердца.

Материал и методы. Обследовано 72 пациента с идиопатической блокадой левой (БЛНПГ) и правой (БПРНПГ) ножек пучка Гиса. Всем больным была выполнена рутинная эхокардиография с определением основных показателей гемодинамики, а так же оценены показатели деформационной способности миокарда, скручивания левого желудочка (ЛЖ), а также анатомических и функциональных параметров правого желудочка (ПЖ).

Результаты. В группе идиопатической БЛНПГ по сравнению с группой с БПРНПГ наблюдались меньшие показатели глобальной продольной деформации (соответственно, $-12,7 \pm 5,4$ % и $-19,3 \pm 3,1$ %, $p=0,0001$), циркулярной деформации на базальном ($-7,4 \pm 3,2$ % и $-19,3 \pm 4,5$ %, $p=0,0011$) и апикальном уровнях ($-5,0 \pm 3,0$ % и $-20,2 \pm 6,7$ %, $p=0,0003$), а также результирующего скручивания ЛЖ ($6,7 \pm 3,6^\circ$ и $12,5 \pm 6,9^\circ$, $p=0,0001$). При оценке анатомических и функциональных показателей ПЖ в группе БЛНПГ по сравнению с БПРНПГ наблюдались больший размер выносящего тракта (соответственно, $26,8 \pm 3,7$ мм и $21,9 \pm 2,7$ мм, $p=0,0001$), толщина свободной стенки ПЖ ($6,7 \pm 0,9$ мм и $5,8 \pm 0,7$ мм, $p=0,0013$), меньшие показатели систолического смещения кольца трикуспидального клапана ($22,9 \pm 4,9$ мм и $26,0 \pm 5,6$ мм, $p=0,0214$) и пиковой скорости базального сегмента ПЖ ($12,9 \pm 2,7$ см/сек и $15,0 \pm 4,0$ см/сек, $p=0,0391$).

Заключение. Нарушение внутривентрикулярного проведения по левой ножке пучка Гиса сопровождается снижением деформационных свойств миокарда и параметра скручивания ЛЖ. Результатом нарушенной функции ЛЖ являются изменения в работе ПЖ, связанные с компенсаторным увеличением нагрузки.

Ключевые слова: эхокардиография, деформация миокарда, функция левого желудочка, функция правого желудочка, блокады ножек пучка Гиса, продольный стрейн, циркумференциальный стрейн, торсия.

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

Для цитирования: Лыткина ВС, Кужель ДА, Матюшин ГВ. Анатомо-функциональные связи состояний желудочков сердца при идиопатических блокадах ножек пучка Гиса. *Сибирское медицинское обозрение*. 2018;(5):25-30. DOI: 10.20333/2500136-2018-5-25-30

ANATOMO-FUNCTIONAL CORRELATION OF HEART VENTRICLE CONDITIONS IN IDIOPATHIC BLOCKADE OF LEGS OF A BUNCH OF GIS

V. S. Lytkina¹, D. A. Kuzhel^{1,2}, G. V. Matyushin¹¹Professor V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation²Regional state hospital №2, Krasnoyarsk 660049 Russian Federation

The aim of the research is to study the functional state of the left and right ventricles in patients with complete blockade of the right and left legs of the bunch of Gis with idiopathic lesion of the conduction system of the heart.

Material and methods. 72 patients with idiopathic blockade of the left (LBBB) and right (RBBB) leg of a bunch of Gis were examined. All patients underwent routine echocardiography with determination of basic parameters of hemodynamics, as well as indices of myocardium strain, left ventricular (LV) twist, as well as anatomic and functional parameters of the right ventricle (RV).

Results. In idiopathic LBBB group, compared to the group with RBBB, the global longitudinal strain parameters (-12.7 ± 5.4 % and -19.3 ± 3.1 %, $p = 0.0001$), circular strain on the basal (-7.4 ± 3.2 % and -19.3 ± 4.5 %, $p = 0.0011$) and at the apical levels (-5.0 ± 3.0 % and -20.2 ± 6.7 %, $p = 0.0003$), as well as the resulting LV twist ($6.7 \pm 3.6^\circ$ and $12.5 \pm 6.9^\circ$, $p = 0.0001$) are less. When assessing the anatomic and functional parameters of RV in LBBB group, compared to RBBB, there was a larger size of outflow tract (26.8 ± 3.7 mm and 21.9 ± 2.7 mm, $p = 0.0001$, respectively), the thickness of the free RV wall (6.7 ± 0.9 mm and 5.8 ± 0.7 mm, $p = 0.0013$), smaller values of systolic displacement of tricuspid valve ring (22.9 ± 4.9 mm and 26.0 ± 5.6 mm, $p = 0.0214$) and peak basal KM segment velocity (12.9 ± 2.7 cm / sec and 15.0 ± 4.0 cm / sec, $p = 0.0391$).

Conclusion. Violation of intraventricular conduction along the left leg of a bunch of Gis is accompanied by a decrease in myocardium strain properties and LV twist parameter. The result of LV dysfunction is the changes in RV work, connected with the compensatory increase in the load.

Key words: echocardiography, myocardial strain, left ventricular function, right ventricle function, blockade of a leg of bunch of GIs, longitudinal strain, circumferential strain, torsion.

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. Anatomo-functional correlation of heart ventricle conditions in idiopathic blockade of legs of a bunch of GIs. *Siberian Medical Review*.2018;(5):25-30. DOI: 10.20333/2500136-2018-5-25-30

Анатомические исследования Francisco Torrent-Guasp позволили сформулировать теорию «спиральной ленты миокарда желудочков» [1]. Эта гипотеза подразумевает строение миокарда желудочков, которое виртуально может быть представлено как мышечная лента, то есть разворачиваемая веревка, изгибающаяся и завивающаяся в двух спиральных петлях, поэтому анатомическое и функциональное состояние правого и левого желудочков являются тесным образом взаимосвязанными [2]. Известно, что правый желудочек (ПЖ) играет важную роль в состоянии заболеваемости и смертности пациентов, имеющих симптоматику сердечно-сосудистых заболеваний. Так снижение функции ПЖ (деформационных свойств) является независимым предиктором развития тяжелых исходов у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [3, 4]. Снижение деформационной способности ПЖ наблюдается уже при высоких нормальных цифрах АД, что говорит о его высокой чувствительности к изменению системного давления [5]. Однако многое, в частности влияние нарушений внутрижелудочкового проведения, на состояние ПЖ остается неясным.

Целью нашей работы была комплексная оценка функционального состояния желудочков у пациентов с полной блокадой правой и левой ножек пучка.

Материал и методы

В исследование было включено 72 пациента с идиопатическими нарушениями внутрижелудочкового проведения. Всем больным было выполнено стандартное клиническое обследование с объективным осмотром, оценкой анамнеза, ЭКГ и коронаровентрикулографией. Критериями исключения служили: наличие в анамнезе инфаркта миокарда или процедур реваскуляризации, 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 тахикардии, системные заболевания, болезни перикарда, врожденные пороки сердца, легочное сердце [6]. Все лица были разделены на две группы. 1-ю группу составили 14 пациентов

с полной блокадой правой ножки пучка Гиса (БПрНПП) со средней продолжительностью QRS $138,2 \pm 18,5$ мс. 2-ю группу составили 58 пациентов с полной блокадой левой ножки пучка Гиса (БЛНПП), со средней продолжительностью QRS $153,1 \pm 24,5$ мс. Средний возраст пациентов в группе БПрНПП был $61,5 \pm 11,4$ лет, тогда как в группе БЛНПП - $62,9 \pm 7,4$ ($p > 0,05$). Половое распределение было следующим: в группу БПрНПП было включено 6 (42,8 %) мужчин и 8 (57,2 %) женщин, тогда как в группе БЛНПП состояла из 31 (47 %) мужчин и 37 (53 %) женщин. У всех включенных в исследование пациентов, были подписаны информированные согласия на проведение эхокардиографии (ЭхоКГ) и анализ исследования в режиме off-line.

Исследование сердца производилось на ультразвуковом аппарате «Vivid-S5» и «Vivid-S6» (GE Healthcare). С целью изучения вращательного движения ЛЖ выполнялась эхокардиография (ЭхоКГ) в двухмерном режиме по стандартной методике из парастерального доступа короткой оси левого желудочка (ЛЖ) на уровне фиброзного кольца митрального клапана и верхушки с помощью ультразвуковой технологии Speckle Tracking Imaging с использованием soft-программы («Echopac» PC, GE Healthcare). По кривым, полученным на уровне митрального клапана и верхушки, рассчитывалось вращение ЛЖ в конце систолы на базальном и апикальном уровнях, а также результирующее скручивание ЛЖ (Twist) [7].

Помимо вращения определялись стандартные ЭхоКГ показатели. В апикальной позиции на уровне 4-х и 2-х камер определялись конечный диастолический и конечный систолический объемы, рассчитывалась фракция выброса (ФВ) ЛЖ по методике Simpson [8].

Оценка деформации правого желудочка (strain) проводилась по двухмерным изображениям ЛЖ, зарегистрированным из парастерального доступа в позиции короткой оси и апикального доступа позиции 4-х камер.

Исследование строения и функции правого желудочка проводилось на основании клинических рекомендаций [4]. Систолическая функция оценивалась

на основании расчета фракции изменения площади ПЖ, а также по измерению амплитуды движения трикуспидального кольца (TAPSE) и пиковой систолической скорости базального сегмента свободной стенки ПЖ (S'), определяемой с помощью импульсно-волнового тканевого доплера.

Нагрузочная проба на велоэргометре (ВЭМ) проводилась согласно общепринятых рекомендаций и стандартов в режиме ступенчато возрастающей нагрузки с исходной ступенью 25 Вт и приращениями через каждые 3 минуты на 25 Вт [9].

Объективные физиологические показатели, отражающие функциональные возможности человека во время нагрузки, определялись в виде двойного произведения (ДП) и метаболических единиц (МЕ).

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). Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимался равным 0,05. Результаты представлены в виде $M \pm SD$ (где M – среднее арифметическое, SD – среднее квадратичное отклонение), медианы (Me) и нижней и верхней квартилей.

Результаты и обсуждение

Как видно из представленных в таблице 1 данных, наличие левожелудочковой блокады имело большее негативное влияние на анатомические показатели правого желудочка, чем собственная блокада

Таблица 1

Показатели гемодинамики и деформации правого желудочка у пациентов с полной блокадой правой (I группа) и левой (II группа) ножек пучка Гиса

Table 1

Parameters of hemodynamics and right ventricle strain in patients with complete blockade of the right (I group) and the left (II group) leg of bunch of His

| Параметры | I группа (n=14) | | | | II группа (n=58) | | | | Уровень значимости |
|---|-----------------|-------|-----------------|------------------|------------------|-------|-----------------|------------------|--------------------|
| | M ± SD | Me | Нижний квартиль | Верхний квартиль | M ± SD | Me | Нижний квартиль | Верхний квартиль | |
| Возраст, лет | 61,5±11,4 | 64,5 | 54 | 69 | 64±12,7 | 65 | 56 | 70 | 0,3600 |
| Продольный размер ПЖ (мм) | 64,2±10 | 64 | 58 | 68 | 68,9±11,9 | 70 | 61 | 76 | 0,0291 |
| Поперечный размер ПЖ на уровне ТК (мм) | 34,4±4 | 35 | 32 | 37 | 35,5±4,7 | 36 | 32 | 39 | 0,3843 |
| Поперечный размер ПЖ на уровне средней/3 (мм) | 29±3,8 | 29 | 27 | 32 | 30,3±5,2 | 29 | 27 | 34 | 0,3520 |
| Размер ВТ ПЖ (мм) | 21,9±2,7 | 21 | 19 | 24 | 26,8±3,7 | 26 | 25 | 29 | 0,0001 |
| Толщина стенки ПЖ (мм) | 5,8±0,7 | 6 | 5 | 6 | 6,7±0,9 | 7 | 6 | 7 | 0,0013 |
| КДП ПЖ (см ²) | 18,2 ±3,8 | 18 | 16 | 20 | 17,8 ± 4,6 | 17,5 | 13,8 | 20,7 | 0,5511 |
| КСП ПЖ (см ²) | 10,9 ±3,3 | 10,6 | 9,1 | 12 | 9,4± 3 | 8,6 | 7,2 | 11,8 | 0,0198 |
| ФИП ПЖ (%) | 40,4 ±8 | 41 | 35,7 | 45,5 | 56,1 ± 22,5 | 52,2 | 38,1 | 61,2 | 0,0085 |
| GS ПЖ% | -22,2±5,1 | -22,1 | -25,1 | -19,5 | 22,1±5,4 | -22,5 | -25,1 | -19,9 | 0,7000 |
| TAPSE (мм) | 26,0±5,6 | 27 | 21 | 29 | 22,9±4,9 | 23 | 21 | 27 | 0,0214 |
| S' базального сегмента стенки ПЖ (см/сек) | 15,0±4,0 | 15 | 11 | 17 | 12,9±2,7 | 13 | 11 | 15 | 0,0391 |

Примечания: ВТ – выносящий тракт, КДП – конечная диастолическая площадь правого желудочка, КСП – конечная систолическая площадь правого желудочка, ПЖ – правый желудочек, ТК – трикуспидальный клапан, ФИП – фракция изменения площади правого желудочка, GS ПЖ – глобальная продольная деформация свободной стенки правого желудочка, S' – пиковая скорость базального сегмента ПЖ, TAPSE – амплитуда систолического смещения кольца трикуспидального клапана.

Notes: ВТ – outflow tract, КДП – end-diastolic area of the right ventricle, КСП – end-systolic area of the right ventricle, ПЖ – right ventricle, ТК – tricuspid valve, ФИП – fraction of the right ventricle area measurement, GS ПЖ – global longitudinal strain of the free wall of the right ventricle, S' – peak basal segment of RV rate, TAPSE – amplitude of systolic displacement of tricuspid valve ring.

Таблица 2

Основные показатели гемодинамики, деформации левого желудочка и ВЭМ у пациентов с полной блокадой правой (I группа) и левой (II группа) ножек пучка Гиса

Table 2

The main indicators of hemodynamics, left ventricle strains and veloergometry in patients with complete blockade of the right (group I) and the left (II group) leg of bunch of Gis

| Параметры | I группа (n=14) | | | | II группа (n=58) | | | | Уровень значимости |
|--------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------|------------------|------|-----------------|------------------|--------------------|
| | M ± SD | Me | Нижний квартиль | Верхний квартиль | M ± SD | Me | Нижний квартиль | Верхний квартиль | |
| Толерантность к нагрузке (MET) | 5±1,4 | 4,8 | 4,3 | 5,4 | 4,5±1,6 | 4,1 | 3,4 | 5,6 | 0,0251 |
| Прирост САД (мм рт ст) | 53±20 | 56,5 | 40 | 68 | 43±24 | 44 | 22 | 60 | 0,0502 |
| Пиковая нагрузка (Вт) | 92±32,2 | 87,5 | 75 | 100 | 74±29,8 | 75 | 50 | 100 | 0,0342 |
| КДО ЛЖ, мл | 89,5±23 | 87 | 77 | 97 | 139±82 | 117 | 94 | 155 | 0,0012 |
| КСО ЛЖ, мл | 42,4±26,3 | 51 | 33 | 59 | 75±40 | 48 | 30 | 84 | 0,6831 |
| ФВ 4с, % | 61,6±5,4 | 64 | 59 | 65 | 48,8±17,9 | 48 | 40 | 65 | 0,0630 |
| GSMV, % | -19,3 ± 4,5 | -19,1 | -22,3 | -17 | -7,4±3,2 | -7,7 | -8,8 | -5,4 | 0,0011 |
| GSAp, % | -20,2±6,7 | -19 | -24,7 | -16,2 | -5,0±3,0 | -4,7 | -6,3 | -3,1 | 0,0003 |
| GS ЛЖ% | -19,3 ± 3,1 | -19 | -22,1 | -19 | -12,7±5,4 | -14 | -16 | -9 | 0,0001 |
| Twist | 12,5±6,9 | 12,5 | 8 | 17,5 | 6,7±3,6 | 6,6 | 5,2 | 8,1 | 0,0001 |

Примечания: КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка, КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, САД – систолическое АД, MET – потребление кислорода в метаболических единицах, GS ЛЖ – глобальная продольная деформация левого желудочка, GSAp – циркулярная деформация левого желудочка на уровне верхушки, GSMV – циркулярная деформация на уровне базальных отделов, Twist – результирующее скручивание левого желудочка.

Notes: КДО ЛЖ – end-diastolic volume of the left ventricular, КСО ЛЖ – end-systolic volume of the left ventricular, ФВ ЛЖ – left ventricular ejection fraction, САД – systolic blood pressure, MET – oxygen consumption in metabolic units, GS ЛЖ – global longitudinal strain of the left ventricle, GSAp – circular strain of the left ventricle at the level of the apex, GSMV – circular strain at basal level, Twist – resultant twist of the left ventricle.

проведения. Изменения касались как увеличения анатомических размеров ПЖ (продольный размер, размер выносящего тракта, толщина стенки ПЖ), так и ухудшения его функции (амплитуда движения фиброзного кольца – TAPSE, пиковая систолическая скорость базального сегмента свободной стенки) в группе БЛНПП. Несколько неожиданным и противоречащим выявленным изменениям фактом, в группе БЛНПП явились большие показатели фракции изменения площади ПЖ, по сравнению с группой БПрНПП. С другой стороны, также необходимо отметить отсутствие значимых изменений в глобальной продольной деформации в изучаемых группах.

Влияние БЛНПП ожидаемо негативным образом сказывалось на функции ЛЖ. В группе II наблюдались меньшие показатели глобальной продольной

деформации, циркулярной деформации на уровне базальных отделов и верхушки, также имелась тенденция к меньшим показателям ФВ ЛЖ, которая, впрочем, не достигла степени достоверности. Конечным итогом выявленных нарушений, явились меньшая толерантность к физической нагрузке, выраженная в меньшем потреблении кислорода (MET) и пиковой нагрузки в Ваттах.

Современные диагностические инструменты позволяют оценить функцию миокарда сердца, учитывая его сложную трехмерную структуру. Это открывает перспективы к пониманию базовых глобальных механизмов функционирования сердца и как следствие – раннему выявлению различных маркеров дисфункции миокарда [10, 11].

Несмотря на идиопатический характер поражения проводящей системы, пациенты с БЛНПП имели

худшие показатели функционирования ЛЖ. Принципиальным моментом в этом в негативном влиянии, на наш взгляд явились снижение деформационных свойств и систолического скручивания ЛЖ, играющего решающую роль в обеспечении адекватной его сократимости [12, 13, 14]. Известно, что БЛНПП приводит как внутрижелудочковой, так и межжелудочковой диссинхронии. Асинхронные сокращения ведут к снижению эффективности выброса и большему остаточному конечному-диастолическому объему, что в свою очередь ведет к повышению после нагрузки на ПЖ, вызывая декомпенсацию его функции. Как результат нарушений гемодинамики ЛЖ, связанных с левожелудочковой блокадой явились изменения в анатомии и функции ПЖ, что выразилось в увеличении линейных размеров и систолической функции. Отсутствие же изменений в глобальной деформации ПЖ между изучаемыми группами вероятно связано с техническими трудностями получения качественного изображения свободной стенки ПЖ и возможными, связанными с этим, артефактами при обработке данных в программе “Echopac”, тогда как показатели TAPSE и оценки систолической скорости базального сегмента свободной стенки ПЖ, достаточно легко выполнимы.

Противоречивое увеличение фракции изменения площади ПЖ в группе БЛНПП, возможно связано с увеличением гипертрофии свободной стенки и изменением характера сокращения ПЖ за счет нарастания поперечного движения его свободной стенки, тогда как при БПрНПП сократимость обеспечивалась за счет продольного движения.

Заключение

Таким образом, БЛНПП в большей степени негативно влияет на функцию правого желудочка по сравнению с идиопатической БПрНПП. Возможной причиной этого является связанное с БЛНПП ухудшение функции ЛЖ, в особенности нарушение его скручивания. В условиях недостаточно эффективной работы ЛЖ, изменяются показатели ПЖ, характеризующие его анатомию и функцию, что вероятно является следствием напряжения его компенсаторных возможностей.

Литература / References

1. Torrent-Guasp F, Ballester M, Buckberg GD. Spatial orientation of the ventricular muscle band: physiologic contribution and surgical implications. *Journal of the Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2001; (122): 389-92. DOI: 10.1067/mtc.2001.113745
2. Jurcut R, Giusca S, La Gerche A, Vasile S, Ghingina S, Voigt J-U. The echocardiographic assessment of the right ventricle: what to do in 2010? *European Journal of Echocardiography*. 2010; (11): 81–96. DOI: 10.1093/ejehocard/jep234
3. Guendouz S, Rappeneau S, Nahum J, Dubois-Randé J-L, Gueret P, Monin J-L, Lim P, Adnot S, Hittinger L, Damy T. Prognostic Significance and Normal Values of 2D Strain to Assess Right Ventricular Systolic Function in Chronic Heart Failure. *Circulation*. 2012; 76 (1): 127-136.
4. 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
5. Pedrinelli R, Canale ML, Giannini C, Talini E, Dell’Omo G, Di Bello V. Abnormal right ventricular mechanics in early systemic hypertension: a two-dimensional strain imaging study. *European Journal of Echocardiography*. 2010; (11): 738–742. DOI: 10.1093/ejehocard/jeq059
6. Briceno N, Schuster A, Lumley M, Perera D. Ischaemic cardiomyopathy: pathophysiology, assessment and the role of revascularization. *Heart*. 2016; (102): 397-406. DOI: 10.1136/heartjnl-2015-308037
7. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, Lysseggen E, Amundsen BH, Smith HJ, Rosen BD, Lima JA, Torp H, Ihlen H, Smiseth OA. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation: speckle tracking echocardiography. *Circulation*. 2005; (112): 3149–56. DOI: 10.1161/CirculationAHA.104.531558
8. Lang R, Badano L, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf F, Foster E, Goldstein S, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard M, Rietzschel E, Rudski L, Spencer K, Tsang W, Voigt J. Recommendations for Cardiac Chamber quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2015; (28): 1-39. DOI: 10.5603/CJ.2013.0073
9. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, Kasprzac J, Lancellotti P, Poldermans D, Voigt J-V, Zamorano JL. Stress Echocardiography Expert Consensus Statement—Executive Summary European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). *European Heart Journal*. 2009; 30 (3): 278-289. DOI: 10.1093/eurheartj/ehn492

10. 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)]

11. Partridge JB, Smerup MH, Petersen SE. Linking left ventricular function and mural architecture: what does the clinician need to know? *Heart*. 2014; (100): 1289-1298. DOI: 10.1136/heartjnl-2013-304571

12. Павлюкова ЕН, Кужель ДА, Матюшин ГВ, Савченко ЕА, Филиппова СА. Ротация, скручивание и раскручивание левого желудочка: физиологическая роль и значение в клинической практике. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2015; 11(1): 68-78. [Pavlyukova EN, Kuzhel DA, Matyushin GV, Savchenko EA, Fillipova SA. Rotation, twist and untwist of left ventricle: physiological and clinical value. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2015; 11 (1): 68-78. (In Russian)]

13. Karaahmet T, Gürel E, Tigen K, Guler A, Dunder C, Fotbolcu H, Basaran Y. The effect of myocardial fibrosis on left ventricular torsion and twist in patients

with non-ischemic dilated cardiomyopathy. *Cardiology Journal*. 2013; 20 (3): 276-86. DOI: 10.5603 /CJ.2013.0073

14. Beladan CC, Calin A, Rosca M, Gingham C, Popescu BA. Left ventricular twist dynamics: principles and applications. *Heart*. 2014; (100): 731-740. DOI: 10.1136/heartjnl-2012-302064

Сведения об авторах

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

Dmity 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; 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 11.09.2018 г.

Received 30 July 2017

Accepted for publication 11 September 2018