

Сопоставление векторкардиографических параметров со структурно-функциональным состоянием правого желудочка у пациентов с легочной гипертензией

Е.В.Блинова¹, Т.А.Сахнова¹, М.А.Саидова¹, А.С.Лоскутова¹, Г.В.Рябыкина¹, О.А.Архипова¹, Т.В.Мартынюк², В.Г.Трунов², Э.А.Айду², И.Е.Чазова¹
¹ФГБУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава России. 121552, Россия, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а;
²ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А.Харкевича РАН. 127051, Россия, Москва, Большой Каретный пер., д. 19, стр. 1

Изменения векторкардиографического желудочкового градиента (VG) у пациентов с легочной артериальной гипертензией (ЛАГ) являются показателем перегрузки правого желудочка (ПЖ) и могут использоваться для оценки ее тяжести. Целью исследования было оценить взаимосвязь векторкардиографических показателей VG и пространственный угол *QRS-T* с эхокардиографическими показателями структурно-функционального состояния ПЖ.

У 30 пациентов с ЛАГ были оценены размеры ПЖ; амплитуда экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE), относительное изменение площади ПЖ (FAC), систолическая скорость ПЖ (TDI-S'); продольная деформация (LS). VG и пространственный угол *QRS-T* рассчитывали с использованием ортогональных отведений, синтезированных из стандартной электрокардиографии.

Пространственная компонента VG-Y имела умеренную отрицательную корреляцию с LS ($r=-0,62$; $p<0,005$); амплитуда VG и компоненты VG-X и VG-Y – положительные корреляции с FAC (r от 0,50 до 0,65; $p<0,005$); амплитуда VG и компонента VG-Y – положительные корреляции с TDI-S' (r 0,58 и 0,53; $p<0,005$), пространственный угол *QRS-T* – отрицательные корреляции с TAPSE ($r=-0,59$; $p<0,005$), FAC ($r=-0,66$; $p<0,005$) и TDI-S' ($r=-0,67$); $p<0,005$.

У лиц с тяжелой ЛАГ VG и пространственный угол *QRS-T* коррелируют не только с размерами ПЖ и давлением в легочной артерии, но и с параметрами систолической функции ПЖ.

Ключевые слова: векторкардиография, желудочковый градиент, эхокардиография, систолическая функция правого желудочка.

✉trukhiniv@mail.ru

Для цитирования: Блинова Е.В., Сахнова Т.А., Саидова М.А. и др. Сопоставление векторкардиографических параметров со структурно-функциональным состоянием правого желудочка у пациентов с легочной гипертензией. Системные гипертензии. 2015; 12 (4): 57–60.

Comparison of vectorcardiographic parameters with structural-functional state of the right ventricle in patients with pulmonary hypertension

E.V.Blinova¹, T.A.Sakhnova¹, M.A.Saidova¹, A.S.Loskutova¹, G.V.Ryabykina¹, O.A.Arkipova¹, T.V.Martynuk², V.G.Trunov², E.A.Aidu², I.E.Chazova¹
¹Russian Cardiological Scientific-Industrial Complex of the Ministry of Health of the Russian Federation. 121552, Russian Federation, Moscow, 3-ia Cherepkovskaia, d. 15a;
²A.A.Kharkevich Institute for Information Transmission Problems of RAS. 127051, Russian Federation, Moscow, Bol'shoi Karetnyi per., d. 19, str. 1

Changes of the vectorcardiographic ventricular gradient (VG) in patients with pulmonary arterial hypertension (PAH) are indicative of right ventricular (RV) overload and may be used to assess its severity. The study aim was to evaluate interrelations between vectorcardiographic VG, spatial *QRS-T* angle and echocardiographic parameters of structural-functional state of the RV.

The following parameters were assessed in 30 PAH patients: RV dimensions; tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE); RV fractional area change (FAC); RV peak systolic annular velocity (TDI-S'), and longitudinal strain (LS). VG and spatial *QRS-T* angle were calculated using the orthogonal leads derived from standard echocardiography.

Spatial component VG-Y had moderate negative correlation with LS ($r=-0,62$; $p<0,005$); VG magnitude, VG-X and VG-Y had positive correlations with FAC (r from 0.50 to 0.65; $p<0,005$); VG magnitude and VG-Y had positive correlations with TDI-S' (0.58 and 0.53; $p<0,005$); spatial *QRS-T* angle had negative correlation with TAPSE ($r=-0,59$; $p<0,005$), FAC ($r=-0,66$; $p<0,005$) and TDI-S' ($r=-0,67$); $p<0,005$.

In patients with severe PAH, VG and spatial *QRS-T* angle correlate not only with RV dimensions and pulmonary artery pressure, but with parameters of RV systolic function.

Key words: vectorcardiography, ventricular gradient, echocardiography, right ventricular systolic function.

✉trukhiniv@mail.ru

For citation: Blinova E.V., Sakhnova T.A., Saidova M.A. et al. Comparison of vectorcardiographic parameters with structural-functional state of the right ventricle in patients with pulmonary hypertension. Systemic Hypertension. 2015; 12 (4): 57–60.

Введение

Легочная артериальная гипертензия (ЛАГ) – это синдром, характеризующийся прогрессирующим ремоделированием малых легочных артерий и артериол, что приводит к повышению легочного сосудистого сопротивления и в итоге – правожелудочковой сердечной недостаточности. По общепринятому определению ЛАГ диагностируют при среднем давлении в легочной артерии более 25 мм рт. ст., давления заклинивания менее или равном 15 мм рт. ст. и легочном сосудистом сопротивлении более 3 единиц Вуда [1]. Несмотря на существенный прогресс в лечении ЛАГ, достигнутый в последние годы, она остается тяжелым заболеванием с высокой смертностью.

Правожелудочковая недостаточность является основной причиной смерти пациентов с ЛАГ, при этом функция правого желудочка (ПЖ) – один из основных факторов, определяющих функциональный класс и выживаемость больных. Функция ПЖ потенциально может быть

улучшена за счет эффективной терапии. Тем не менее о механизмах правожелудочковой недостаточности при ЛАГ известно довольно мало [2, 3].

Эхокардиография (ЭхоКГ) – наиболее широко применяемый неинвазивный метод для оценки функции ПЖ, является относительно дорогим и трудоемким, требует высокой квалификации специалистов, а также при его использовании сталкиваются с трудностями у пациентов с плохим ультразвуковым окном. Обычные ЭхоКГ-критерии имеют низкую чувствительность и специфичность при диагностике гипертрофии ПЖ [4]. Было показано, что векторкардиографический желудочковый градиент (VG) может быть полезным для обнаружения перегрузки ПЖ и оценки ее тяжести [5, 6]. Было также обнаружено, что VG имеет прогностическое значение в отношении смертности у пациентов с ЛАГ [7]. Тем не менее в доступной литературе нет данных о взаимосвязи между VG и функцией ПЖ.

Целью исследования было оценить взаимосвязь между VG- и ЭхоКГ-параметрами систолической и диастолической функции ПЖ у лиц с ЛАГ.

Материалы и методы

Пациенты

В исследование были включены 30 лиц с ЛАГ, у которых были зарегистрированы цифровые электрокардиограммы (ЭКГ) и проведено комплексное ЭхоКГ-исследование. Критерии включения: наличие ЛАГ, подтвержденное клиническими и инструментальными данными, включая катетеризацию правых отделов сердца (среднее давление в легочной артерии более 25 мм рт. ст., давление заклинивания менее 15 мм рт. ст.); наличие цифровой ЭКГ и комплексного ЭхоКГ-исследования. Критерии исключения: 1) легочная гипертензия при патологии левых отделов сердца (2-я группа – легочная гипертензия по классификации Всемирной организации здравоохранения – ВОЗ); 2) плохое ультразвуковое окно. Идиопатическая ЛАГ была установлена у 25 пациентов. Четверо больных представляли другие подгруппы 1-й группы ЛАГ по классификации ВОЗ: ЛАГ при заболеваниях соединительной ткани (системная склеродермия) была выявлена у 2 пациентов, ЛАГ при врожденном пороке сердца (дефект межпредсердной перегородки) – у 1 больного и ЛАГ при портальной гипертензии – у 1 пациента. У 1 больного была обнаружена хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (4-я группа по классификации ВОЗ). Все пациенты получали терапию в соответствии с международными стандартами.

Эхокардиография

Комплексное ЭхоКГ-исследование, включающее тканевую доплерографию, проводили с применением ультразвукового аппарата экспертного уровня (Vivid 7; GE, США) в положении пациента лежа на левом боку. Все измерения были сделаны в соответствии с действующими рекомендациями Американского общества эхокардиографии [8]. Систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) определялось как сумма трансстрикспидального градиента давления и давления в правом предсердии. Давление в правом предсердии определялось от 5 до 15 мм рт. ст. в зависимости от диаметра нижней полой вены и степени ее коллабирова на вдохе. Толщина передней стенки ПЖ (ТПС ПЖ), переднезадний размер ПЖ (ПЗР ПЖ); средний поперечный размер (СПР) ПЖ, базальный поперечный размер (БПР) ПЖ и продольный размер – ПР (длинник) ПЖ оценивались в парастернальной и апикальной четырехкамерной позициях в В-режиме в конце диастолы. Систолическая функция ПЖ оценивалась путем расчета фракционного изменения площади ПЖ (ФАС), систолической экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE) и скорости систолического пика трикуспидального кольца по данным импульсной тканевой миокардиальной доплерографии (ТМД) в области свободной стенки ПЖ (S). Диастолическая функция ПЖ оценивалась путем расчета пиковой скорости в фазу раннего диастолического наполнения и пиковой скорости в фазу позднего диастолического наполнения и их соотношения (E/A) с помощью импульсной волновой доплерографии, а также скорости пика раннего диастолического наполнения по данным ТМД от трикуспидального кольца в области свободной стенки ПЖ (E'). Глобальная продольная деформация ПЖ (LS) определялась с помощью технологии двумерного стрейна (Speckle Tracking Imaging).

Электрокардиография

Цифровые ЭКГ были зарегистрированы с использованием стандартной конфигурации электродов в 12 отведениях на коммерчески доступном электрокардиографе («Атес Медика», Россия), с частотой дискретизации 500 Гц. Десятисекундные записи усреднялись в один кардиокомплекс. После ручной проверки и при необходимости

исправления начала и конца зубца P, комплекса QRS и волны T была синтезирована векторкардиограмма (ВКГ) путем умножения 8 независимых ЭКГ-отведений I, II и V₁–V₆ на матрицу Kors для преобразования ЭКГ в ВКГ [9]. Полученный ортогональный комплекс обрабатывался с помощью программного обеспечения, разработанного в ФГБУ РКНПК и ФГБУН ИППИ РАН. Были проанализированы следующие параметры: амплитуда максимального пространственного вектора QRS (QRS_{max}), желудочковый градиент (VG) – вектор с компонентами X, Y, и Z (интеграл за период QRST в отведениях X, Y и Z ВКГ); пространственный угол между интегральными векторами QRS и T (угол QRS-T). В соответствии с рекомендациями Американской ассоциации сердца ось X была направлена справа налево, ось Y – в краниокаудальном направлении, а ось Z – в переднезаднем направлении.

Статистический анализ

Данные были проанализированы с помощью статистического программного обеспечения MedCalc, версия 12.7.8 (MedCalc Software BVBA, Остенде, Бельгия). Непрерывные переменные представлены в виде среднего \pm стандартное отклонение (SD), качественные переменные – в процентах. Чтобы определить взаимосвязь между переменными, был проведен корреляционный анализ Пирсона. Были рассмотрены два уровня статистической значимости, т.е. $p < 0,005$ и $p < 0,05$.

Результаты

Характеристики больных на момент обследования представлены в табл. 1.

Данные представлены как среднее значение \pm SD или количество случаев (в процентах). Класс NYHA – функциональный класс по классификации New-York Heart Association.

Значения исследуемых показателей ЭхоКГ представлены в табл. 2.

Все пациенты имели тяжелую ЛАГ (СДЛА > 50 мм рт. ст.). Параметры ЭхоКГ свидетельствовали о гипертрофии и дилатации ПЖ, нарушении систолической и диастолической функции ПЖ. Параметры левого желудочка (ЛЖ) не превышали границы нормы. В табл. 3 приведены значения изучаемых ВКГ-параметров.

Коэффициенты корреляции между ВКГ- и ЭхоКГ-параметрами приведены в табл. 4.

Таким образом, можно сделать вывод, что у пациентов с ЛАГ: 1) VG-X и угол QRS-T коррелируют с СДЛА, размерами ПЖ, параметрами систолической и диастолической функции ПЖ; 2) VG-Y (проекция VG на ось Y) коррелирует с параметрами систолической и диастолической функции ПЖ; 3) QRS_{max} коррелирует с СДЛА и БПР ПЖ.

Обсуждение

С теоретической точки зрения VG – это мера эффектов, производимых локальными вариациями процесса возбуждения и особенно локальными вариациями в длительности возбужденного состояния. Если бы все желудочко-

Таблица 1. Характеристики пациентов на момент обследования

Характеристика	Значение	
Возраст, лет	38,0 \pm 10,9	
Женский пол	26 (87%)	
Класс NYHA	I	3 (10%)
	II	9 (30%)
	III	14 (47%)
	IV	4 (13%)
ЧСС, уд/мин	74,2 \pm 12,5	

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений.

Таблица 2. Значения исследуемых показателей ЭхоКГ

Показатель	Среднее значение \pm SD
СДЛА, мм рт. ст.	98,6 \pm 25,7
ТПС ПЖ, мм	0,801 \pm 0,241
ПЗР ПЖ, мм	3,89 \pm 0,71
СПР, мм	4,37 \pm 0,94
БПР, мм	4,54 \pm 0,68
ПР, мм	7,23 \pm 0,84
TAPSE, см	1,392 \pm 0,330
FAC, %	20,7 \pm 7,2
TDI-S', см/с	7,11 \pm 1,89
TDI-E', см/с	-5,25 \pm 3,14
LS, %	-15,2 \pm 8,9
КДР ЛЖ, мм	4,05 \pm 0,52
ТМЖП, мм	0,91 \pm 0,10
ТЗС ЛЖ, мм	0,85 \pm 0,08
ФВ ЛЖ, %	64,4 \pm 5,5

Примечание. TDI-S' – пиковая систолическая скорость трикуспидального кольца при импульсной тканевой доплерографии (TDI) в области свободной стенки ПЖ; TDI-E' – пиковая скорость в фазу раннего диастолического наполнения, определенная с помощью TDI от трикуспидального кольца в области свободной стенки ПЖ; КДР – конечно-диастолический размер; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЗС – толщина задней стенки; ФВ – фракция выброса.

Таблица 3. Значения изучаемых ВКГ-параметров

Показатель	Среднее значение \pm SD
QRS _{max} , мВ	1,50 \pm 0,62
Амплитуда VG, мВ·мс	35,5 \pm 17,1
VG-X, мВ·мс	10,9 \pm 25,3
VG-Y, мВ·мс	16,2 \pm 16,8
VG-Z, мВ·мс	8,9 \pm 12,9
Угол QRS-T, °	120,4 \pm 46,3

Примечание. VG-Z – проекция VG на ось Z.

Таблица 4. Коэффициенты корреляции между ВКГ- и ЭхоКГ-параметрами

	QRS _{max}	Амплитуда VG	VG-X	VG-Y	Угол QRS-T
СДЛА	0,58*	-0,30	-0,60*	-0,34	0,67*
ТПС	0,25	-0,15	-0,61*	-0,29	0,44**
ПЗР	0,33	-0,43**	-0,50*	-0,42**	0,54*
БПР	0,51*	-0,40**	-0,36	-0,41**	0,57*
СПР	0,42**	-0,62*	-0,56*	-0,59*	0,75*
TAPSE	-0,30	0,48*	0,17	0,32	-0,59*
FAC	-0,13	0,65*	0,50**	0,51*	-0,66*
TDI-S'	-0,28	0,58*	0,32	0,53*	-0,67*
TDI-E'	0,38*	-0,65*	-0,48	-0,56*	0,63*
LS	0,14	-0,47**	-0,40	-0,62*	0,52**

* $p < 0,005$; ** $p < 0,05$.

вые потенциалы действия имели одинаковую величину и длительность, общая площадь желудочкового комплекса (QRS и T) была бы равна нулю. Тем не менее в норме площадь желудочкового комплекса QRST имеет положитель-

ное значение. Это указывает на то, что в некоторых частях желудочков интенсивность или продолжительность процесса возбуждения должна быть больше, чем в других. VG направлен от областей с большей продолжительностью процесса возбуждения (т.е. потенциала действия) к областям с меньшей продолжительностью процесса возбуждения. Основным источником VG является неоднородная длительность процесса реполяризации, т.е. разница в продолжительности потенциалов действия в разных частях желудочков.

В настоящем исследовании значения VG и его проекций на оси X, Y и Z были очень близки к полученным у пациентов с ЛАГ [5, 6]. Компонента VG-X (проекция VG на ось X) имела статистически значимые, но умеренные корреляции с толщиной стенки ПЖ и СДЛА, что также согласуется с указанными в списке литературы результатами [5, 6]. Компонента VG-X также коррелировала с размерами и параметрами систолической и диастолической функции ПЖ. Компонента VG-Y также имела статистически значимые корреляции с СПР ПЖ и параметрами систолической и диастолической функции ПЖ, в том числе LS. Ранее было показано, что VG-X имеет обратную корреляционную связь с массой ПЖ ($r = -0,323$; $p = 0,048$) [5], тенденцию к обратной корреляционной связи с конечно-диастолическим объемом ПЖ ($r = -0,308$, $p = 0,067$) и обратную корреляционную связь со средним ДЛА ($r = -0,49$); $p < 0,001$ [6]. Очевидно, что есть и другие факторы, влияющие на VG-X и другие компоненты VG. В настоящем исследовании изучалось, имеются ли связи между VG и параметрами систолической и диастолической функции ПЖ. Мы предполагали, что у больных с нарушенной систолической функцией по сравнению с нормальными испытуемыми такие взаимоотношения могут быть более выраженными.

Пространственный угол QRS-T характеризует согласованность или же рассогласованность процессов де- и реполяризации. Одинаковая полярность комплексов QRS и зубцов T в большинстве отведений обычно приводит к относительно малым значениям угла QRS-T, в то время как относительно большие значения угла QRS-T наблюдаются, когда в большинстве отведений комплекс QRS и зубец T имеют противоположную полярность. Неоднократно было показано, что пространственный угол QRS-T имеет большое диагностическое и прогностическое значение.

В нашем исследовании значения пространственного угла QRS-T были умеренно повышены у пациентов с ЛАГ по сравнению с нормальными пределами [10]. Пространственный угол QRS-T также коррелировал не только с СДЛА и размерами ПЖ, но и параметрами систолической и диастолической функции ПЖ.

В последние годы пространственный угол QRS-T привлекает особое внимание, так как было показано, что он имеет важное прогностическое значение в разных популяциях [11]. Необходимо отметить, что в нашем исследовании пространственный угол QRS-T коррелировал с TAPSE и LS, т.е. ЭхоКГ-параметрами, которые, как показано, имеют прогностическое значение у лиц с ЛАГ [2, 12].

По-видимому, VG и угол QRS-T отражают изменения в неоднородности потенциала действия желудочков, связанные с ремоделированием ПЖ у пациентов с ЛАГ. Ограничением нашего исследования было то, что в него были включены только больные с тяжелой ЛАГ. У пациентов с умеренно повышенным СДЛА и у практически здоровых лиц VG и угол QRS-T могут иметь более тесные отношения с какими-либо другими факторами, а не с систолической функцией, поэтому необходимы дальнейшие исследования. С другой стороны, с клинической точки зрения оценка систолической функции ПЖ особенно важна у пациентов с тяжелой ЛАГ.

Существует еще один аспект проблемы. Международная рабочая группа по ЭКГ-диагностике гипертрофии ЛЖ [13, 14] рекомендует сосредоточить усилия на механиз-

мах изменения ЭКГ при гипертрофии желудочков, которые потенциально могут дать дополнительную информацию о патогенезе заболевания. Что касается гипертрофии ЛЖ, то новая концептуальная модель ЭКГ-диагностики уже обсуждалась в деталях [15], в том числе электрофизиологические аспекты электрического ремоделирования [16] и результаты моделирования [17]. Гипертрофия ПЖ представляет собой интересный объект для изучения механизмов изменений ЭКГ, так как диапазон нагрузки на ПЖ значительно шире, чем при гипертрофии ЛЖ. Тем не менее материалов, касающихся изменений ЭКГ при гипертрофии ПЖ по сравнению с гипертрофией ЛЖ, меньше. Было показано, что балльная шкала Батлера–Леггетта коррелирует с массой и индексом массы ПЖ у пациентов с ЛАГ [18], но она имела ограниченное значение для вы-

явления объемной перегрузки ПЖ у взрослых с дефектом межпредсердной перегородки [19]. Уточнение механизмов ремоделирования ПЖ у больных с систолической дисфункцией ПЖ может дать дополнительную информацию о патогенезе заболевания.

Выводы

У пациентов с тяжелой ЛАГ было продемонстрировано наличие статистически значимых корреляций ВКГ-параметров (VG, пространственный угол *QRS-T*) и ЭхоКГ-параметров систолической и диастолической функции ПЖ. Возможное применение этих ВКГ-параметров как косвенного показателя функции ПЖ у лиц с ЛАГ, а также механизмы их взаимосвязей и функции ПЖ требуют дальнейшего исследования.

Литература/References

- Galiè N, Hoepfer MM, Humbert M et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J* 2009; 30: 2493–537.
- Vonk Noordegraaf A, Galiè N. The role of the right ventricle in pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir Rev* 2011; 20 (122): 243–53.
- Badano LP, Ginchina C, Easaw J et al. Right ventricle in pulmonary arterial hypertension: haemodynamics, structural changes, imaging, and proposal of a study protocol aimed to assess remodelling and treatment effects. *Eur J Echocardiogr* 2010; 11 (1): 27–37.
- Macfarlane PW, Okin PM, Lawrie TDV, Milliken JA. Enlargement and Hypertrophy. In: P.W.Macfarlane, A.Van Oosterom, O.Pahlm, P.Kligfield, M.Janse, J.Camm, editors. *Comprehensive electrocardiology*. London: Springer Verlag; 2011; p. 607–44.
- Henkens IR, Mouchaers KT, Vonk-Noordegraaf A et al. Improved ECG detection of presence and severity of right ventricular pressure load validated with cardiac magnetic resonance imaging. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2008; 294 (5): H2150–H2157.
- Kamphuis VP, Haeck ML, Wagner GS et al. Electrocardiographic detection of right ventricular pressure overload in patients with suspected pulmonary hypertension. *J Electrocardiol* 2014; 47 (2): 175–82.
- Scherptong RW, Henkens IR, Kapel GF et al. Diagnosis and mortality prediction in pulmonary hypertension: the value of the electrocardiogram-derived ventricular gradient. *J Electrocardiol* 2012; 45(3): 312–8.
- Rudski LG, Lai WW, Afzal J et al. 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. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23 (7): 685–713.
- Kors JA, Van Herpen G, Sittig AC, Van Bommel JH. Reconstruction of the Frank vectorcardiogram from standard electrocardiographic leads: diagnostic comparison of different methods. *Eur Heart J* 1990; 11: 1083–92.
- Scherptong RW, Henkens IR, Man SC et al. Normal limits of the spatial QRS-T angle and ventricular gradient in 12-lead electrocardiograms of young adults: dependence on sex and heart rate. *J Electrocardiol* 2008; 41 (6): 648–55.
- Vouglari C, Pagoni S, Tesfaye S, Tentolouris N. The spatial QRS-T angle: implications in clinical practice. *Curr Cardiol Rev* 2013; 9 (3): 197–210.
- Man S, Rahmattulla C, Maan AC et al. Role of the vectorcardiogram-derived spatial QRS-T angle in diagnosing left ventricular hypertrophy. *J Electrocardiol* 2012; 45 (2): 154–60.
- Bacharova L, Estes H, Bang L et al. The first statement of the Working Group on Electrocardiographic Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy. *J Electrocardiol* 2010; 43 (3): 197–9.
- Bacharova L, Estes EH, Bang LE et al. Second statement of the working group on electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. *J Electrocardiol* 2011; 44 (5): 568–70.
- Jr. Estes EH. ECG manifestations of left ventricular electrical remodelling. *J Electrocardiol* 2012; 45 (6): 612–6.
- Hill JA. Hypertrophic reprogramming of the left ventricle: translation to the ECG. *J Electrocardiol* 2012; 45 (6): 624–9.
- Bacharova L. Left ventricular hypertrophy: disagreements between increased left ventricular mass and ECG-LVH criteria: the effect of impaired electrical properties of myocardium. *J Electrocardiol* 2014; 47 (5): 625–9.
- Blyth KG, Kinsella J, Hakacova N et al. Quantitative estimation of right ventricular hypertrophy using ECG criteria in patients with pulmonary hypertension: A comparison with cardiac MRI. *Pulm Circ* 2011; 1 (4): 470–4.
- Siddiqui AM, Samad Z, Hakacova N et al. The utility of modified Butler-Leggett criteria for right ventricular hypertrophy in detection of clinically significant shunt ratio in ostium secundum-type atrial septal defect in adults. *J Electrocardiol* 2010; 43 (2): 161–6.
- Motoji Y, Tanaka H, Fukuda Y et al. Efficacy of right ventricular free-wall longitudinal speckle-tracking strain for predicting long-term outcome in patients with pulmonary hypertension. *Circ J* 2013; 77 (3): 756–63.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Блинова Елена Валентиновна – канд. мед. наук, науч. сотр. отд. новых методов диагностики ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК
Сажнова Тамара Анатольевна – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. новых методов диагностики ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК. E-mail: tamara-sahnova@mail.ru
Саидова Марина Абдулатиповна – д-р мед. наук, рук. лаб. ультразвуковых методов исследования ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК
Лоскутова Анна Сергеевна – аспирант отдела новых методов исследования ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК
Рябыкина Галина Владимировна – д-р мед. наук, проф., вед. науч. сотр. отд. новых методов диагностики ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК
Архипова Ольга Александровна – канд. мед. наук, мл. науч. сотр. лаб. легочной гипертензии отд. гипертонии ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК
Мартынюк Тамара Витальевна – д-р мед. наук, рук. лаб. легочной гипертензии отд. гипертонии ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК. E-mail: trukhiniv@mail.ru
Трунов Владимир Григорьевич – канд. тех. наук, ст. науч. сотр. лаб. обработки биоэлектрической информации ИППИ им. А.А.Харкевича
Айду Эдуард Альфредович – канд. тех. наук, ст. науч. сотр. лаб. обработки биоэлектрической информации ИППИ им. А.А.Харкевича
Чазова Ирина Евгеньевна – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, проф., дир. ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК

Уважаемые читатели!

В журнале «Системные гипертензии» №3, т. 12, 2015 г., в статье «Патогенетическая терапия хронической сердечной недостаточности: позиция торасемида» (автор – профессор Н.Б.Перепеч) была допущена ошибка – неверно указано место работы автора.

Верное место работы: Научно-клинический и образовательный центр «Кардиология» Института высоких медицинских технологий медицинского факультета ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет».

Редакция журнала «Системные гипертензии» приносит автору свои искренние извинения.