

Возможности электрокардиографических и дэкартографических параметров в диагностике перегрузки правого желудочка у больных артериальной легочной гипертензией

Т.А.Сахнова^{✉1}, Е.В.Блинова¹, М.А.Саидова¹, Е.С.Юрасова², О.А.Архипова¹, Т.В.Мартынюк¹, В.Г.Трунов³, Э.А.Айду³, И.Е.Чазова¹

¹Институт клинической кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава России. 121552, Россия, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а;

²Институт экспериментальной кардиологии ФГБУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава России. 121552, Россия, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а;

³Институт проблем передачи информации им. А.А.Харкевича РАН. 127051, Россия, Москва, Большой Каретный пер., д. 19, стр. 1

Цель исследования: изучить возможности дэкартографических параметров для выявления и оценки тяжести перегрузки правого желудочка у больных легочной артериальной гипертензией (ЛАГ).

Материал и методы. Дэкартографические параметры длительности активации и ускорения реполяризации изучались у 120 пациентов с ЛАГ и 120 здоровых лиц в сопоставлении с традиционными электрокардиографическими критериями гипертрофии правого желудочка. Умеренное повышение систолического давления в легочной артерии (СДЛА) определялось при СДЛА 30–50 мм рт. ст.; тяжелое – при СДЛА >50 мм рт. ст.

Результаты. Наиболее информативными дэкартографическими показателями при разделении как группы ЛАГ в целом, так и подгруппы с умеренным повышением СДЛА и нормы были компоненты X и Z вектора ускорения реполяризации и индекс длительности активации правого желудочка, а при разделении подгрупп с умеренным и тяжелым повышением СДЛА – компонента Y вектора ускорения реполяризации и индекс длительности активации правого желудочка. По информативности дэкартографические показатели превышали электрокардиографические критерии.

Заключение. У пациентов с ЛАГ дэкартографические параметры могут быть полезными для обнаружения перегрузки правого желудочка и оценки ее тяжести.

Ключевые слова: легочная артериальная гипертензия, перегрузка правого желудочка, электрокардиографические показатели, дэкартографические показатели.

✉tamara-sahnova@mail.ru

Для цитирования: Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Саидова М.А. и др. Возможности электрокардиографических и дэкартографических параметров в диагностике перегрузки правого желудочка у больных артериальной легочной гипертензией. Системные гипертензии. 2015; 12 (2): 62–65.

Possibilities of electrocardiographic and decartographic parameters in the diagnosis of right ventricular overload in patients with pulmonary arterial hypertension

T.A.Sakhnova^{✉1}, E.V.Blinova¹, M.A.Saidova¹, E.S.Yurasova², O.A.Arkipova¹, T.V.Martynyuk¹, V.G.Trunov³, E.A.Aydu³, I.E.Chazova¹

¹A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, Russian Cardiological Scientific-Industrial Complex of the Ministry of Health of the Russian Federation. 121552, Russian Federation, Moscow, ul. 3-ia Cherepkovskaia, 15a

²Institute of Experimental Cardiology, Russian Cardiology Research And Production Complex of the Ministry of Health of the Russian Federation. 121552, Russian Federation, Moscow, ul. 3-ia Cherepkovskaia, 15a;

³A.A. Harkevich Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences. 127051, Russian Federation, Moscow, Bol'shoi Karetnyi per., d. 19, str. 1

Aim: to study the possibilities of electrocardiographic and decartographic parameters to identify and assess the severity of overload of the right ventricle in pulmonary arterial hypertension (PAH) patients.

Material and methods. Decartographic parameters of the activation duration and repolarization acceleration were studied in 120 patients with PAH and 120 healthy individuals compared to traditional ECG criteria of right ventricular hypertrophy. Moderate increase in systolic pulmonary artery pressure (SPAP) was determined as SPAP 30–50 mm Hg; severe as SPAP greater than 50 mm Hg.

Results. The most informative decartographic indicators for the separation of the PAH group as a whole, and the subgroup with moderate increase in SPAP and normal group were the X and Z components of the repolarization acceleration vector and the index of activation duration, and for the separation of subgroups with moderate and severe increase in SPAP – Y component of the repolarization acceleration vector and index of activation duration. Decartographic parameters were more informative as compared with ECG criteria.

Conclusion. In patients with PAH decartographic parameters can be useful for detecting the overload of the right ventricle and the assessment of its severity.

Key words: pulmonary hypertension, right ventricular overload, electrocardiographic parameters, decartographic parameters.

✉tamara-sahnova@mail.ru

For citation: Sakhnova T.A., Blinova E.V., Saidova M.A. et al. Possibilities of electrocardiographic and decartographic parameters in the diagnosis of right ventricular overload in patients with pulmonary arterial hypertension. Systemic Hypertension. 2015; 12 (2): 62–65.

Введение

Выявление хронической перегрузки правого желудочка давлением является сложной диагностической задачей. Известно, что информативность обычной электрокардиографии (ЭКГ) в XII отведениях для выявления гипертрофии правого желудочка (ПЖ) является относительно низкой [1]. В то же время эхокардиографическая диагностика ПЖ также вызывает трудности из-за сложной трехмерной формы правого желудочка и нередкого наличия «плохого ультразвукового окна». В последние годы некоторые экспериментальные и клинические исследования [2, 3] показали, что развитие легочной артериальной гипертензии (ЛАГ) может сопровождаться значительными изменениями электрокардиографического желудочкового градиента – трех-

мерного показателя, который отражает усредненную неоднородность продолжительности потенциала действия в миокарде желудочков. Дэкартографическая карта ускорения реполяризации, или вектор ускорения реполяризации, по электрофизиологическому значению близки к желудочковому градиенту. В наших предыдущих работах также была показана высокая информативность интегральных дэкартографических показателей деполаризации желудочков при диагностике ПЖ [4, 5].

Целью данной работы было изучение возможностей дэкартографических параметров по сравнению с традиционными электрокардиографическими показателями для выявления и оценки тяжести перегрузки правого желудочка у пациентов с ЛАГ.

Материал и методы

Были обследованы 120 больных, у которых присутствие ЛАГ было подтверждено клиническими и инструментальными методами в соответствии с Российскими рекомендациями по диагностике и лечению легочной гипертензии (2013 г.). Среди них у 81 пациента была диагностирована идиопатическая легочная гипертензия; у 10 – ЛАГ вследствие врожденного порока сердца (дефекта межпредсердной перегородки); у 12 – резидуальная ЛАГ после коррекции врожденного порока сердца; у 9 – ЛАГ, ассоциированная с хронической обструктивной болезнью легких; у 5 – хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия и у 3 – ЛАГ, ассоциированная с системной склеродермией; 120 здоровых лиц составили контрольную группу.

Эхокардиографическое исследование проводили на приборе Vivid 7 (GE, США) в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов/Американского общества эхокардиографии (ESC/ASE). Систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) рассчитывалось при доплеровской эхокардиографии (ЭхоКГ), при этом учитывались систолический градиент давления между правым желудочком и правым предсердием и давление в правом предсердии, которое определялось по диаметру

нижней полой вены и степени ее коллабироваия на вдохе. Умеренное повышение СДЛА определялось при СДЛА от 30 до 50 мм рт. ст.; тяжелое – при СДЛА >50 мм рт. ст.

ЭКГ в 12 отведениях и ортогональные электрокардиограммы (система Макфи–Парунгао) регистрировались с помощью цифрового электрокардиографа (АТЕС, Россия). Ортогональные электрокардиограммы обрабатывались с помощью программного обеспечения, разработанного в РКНПК и Институте проблем передачи информации РАН. Мы изучали амплитуду G (в мс) и пространственные компоненты Gx, Gy и Gz вектора ускорения реполяризации (направленного влево, вниз и вперед), а также индекс длительности активации правого желудочка (IRVH). Этот параметр вычислялся как соотношение длительности активации в правом полушарии сферы отображения и общей длительности активации, умноженное на модуль вектора, компоненты которого равны величинам зубцов Sx и Rz ортогональной ЭКГ [5]. На ЭКГ в 12 отведениях оценивались параметры, которые, по данным литературы, являются наиболее информативными при диагностике ГПЖ: положение электрической оси сердца (ось QRS), амплитуда зубца R в отведении V₁, амплитуда зубца S в отведении V₅, соотношение зубцов R и S в отведении V₁, суммарный показатель R_{V1}+S_{V5}.

Таблица 1. Клинические характеристики групп

	Норма	Умеренная ЛАГ	Тяжелая ЛАГ
Возраст, лет	33,5±10,5	47,4±14,3*	36,9±12,2#
Мужчины, %	32,5	30	26,8
СДЛА, мм рт. ст.	<30	39,4±6,7	95,2±29,4#
ЧСС, уд/мин	68,8±10,3	70,3±12,5	73,1±13,1*

ЧСС – частота сердечных сокращений; *p<0,05 по сравнению с нормальной группой; #p<0,05 по сравнению с группой с умеренным повышением СДЛА.

Таблица 2. Значения декартографических параметров в изученных группах

	Норма	Умеренная ЛАГ	Тяжелая ЛАГ
G, мс	82,2±22,4	72,7±25,4*	53,6±26,3**
Gx, мс	42,4±13,2	23,2±20,2*	5,7±22,8**
Gy, мс	34,2±12,4	36,2±16,6	9,9±20,2**
Gz, мс	26,6±17,6	-6,1±31,7*	-18,5±26,9**
IRVH, усл. ед.	96±59	292±258*	1061±761**

*p<0,05 по сравнению с нормальной группой; #p<0,05 по сравнению с группой с умеренным повышением СДЛА.

Таблица 3. Площади под ROC-кривыми для наиболее информативных электрокардиографических и декартографических показателей

	ЛАГ – норма	Умеренная ЛАГ – норма	Тяжелая ЛАГ – умеренная ЛАГ
Ось QRS	0,85±0,03	0,66±0,06	0,76±0,05
R _{V1}	0,74±0,03#	0,53±0,06*	0,78±0,04
S _{V5}	0,84±0,03	0,68±0,06	0,80±0,04
R/S _{V1}	0,83±0,03	0,65±0,06	0,73±0,05#
R _{V1} +S _{V5}	0,82±0,03	0,62±0,06	0,82±0,04
Gx	0,87±0,02	0,79±0,04	0,73±0,06
Gy	0,76±0,03#	0,56±0,06	0,87±0,04
Gz	0,90±0,02	0,83±0,05*	0,62±0,06#
IRVH	0,93±0,02*	0,79±0,05	0,88±0,03

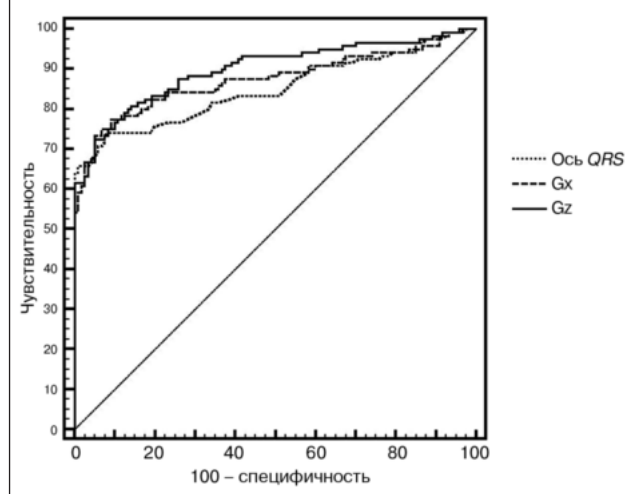
*Достоверно больше (p<0,05) по сравнению с наиболее информативным параметром ЭКГ.

#Достоверно меньше (p<0,05) по сравнению с наиболее информативным параметром ЭКГ; жирным шрифтом выделены наиболее информативные параметры ЭКГ.

Таблица 4. Пороговые значения, чувствительность и специфичность наиболее информативных электрокардиографических и дэкартографических показателей

		Ось QRS	S _{V5}	R _{V1} +S _{V5}	Gx	Gy	Gz	IRVH
ЛАГ – норма	Порог	>90°			<23 мс		>-2 мс	>203 усл. ед.
	Чувствительность	67			73		73	82*
	Специфичность	95			95		95	95
Умеренная ЛАГ – норма	Порог		>0,6 мВ		<23 мс		>-2 мс	>203 усл. ед.
	Чувствительность		20		50*		60*	53*
	Специфичность		95		95		95	95
Тяжелая ЛАГ – умеренная ЛАГ	Порог			>1,7 мВ		<12 мс		>627 усл. ед.
	Чувствительность			51		58		69*
	Специфичность			93		93		93

* Достоверно больше ($p < 0,05$) по сравнению с наиболее информативным параметром ЭКГ.

ROC-кривые для показателей оси QRS, Gx и Gz при разделении группы ЛАГ в целом и нормы.

Статистический анализ проводился с использованием программы Medcalc Version 12.7.8.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium). Результаты представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение. Для оценки различий двух независимых переменных использовался непарный t-тест. Для описания и сравнения информативности электрокардиографических параметров использовали характеристические кривые (ROC-кривые). Для сравнения чувствительности показателей при одинаковых уровнях специфичности использовали метод χ^2 . Различия считались значимыми при $p < 0,05$. Чувствительность и специфичность критериев вычисляли по формулам:

$$\text{чувствительность} = \frac{\text{ИП}}{\text{ИП} + \text{ЛО}} \times 100\%,$$

$$\text{специфичность} = \frac{\text{ИО}}{\text{ИО} + \text{ЛП}} \times 100\%,$$

где ИП – истинно положительные результаты; ЛО – ложноотрицательные результаты; ИО – истинно отрицательные результаты; ЛП – ложноположительные результаты.

Результаты

Среди обследованных пациентов с ЛАГ 30 имели умеренное повышение СДЛА и 90 – тяжелое. Клинические характеристики групп представлены в табл. 1. Значения дэкартографических параметров в изученных группах представлены в табл. 2. У пациентов с умеренным повышением СДЛА значения G, Gx и Gz были меньше по сравнению с группой нормы, а у пациентов с тяжелым повышением СДЛА значения G, Gx и Gy были меньше по сравнению с группой с умеренным повышением СДЛА.

В табл. 3 приведены площади под ROC-кривыми для наиболее информативных показателей при разделении группы ЛАГ в целом и нормы; подгруппы с умеренным повышением СДЛА и нормы, а также подгруппы с умеренным и тяжелым повышением СДЛА. Данные представлены как среднее значение $\pm$ стандартная ошибка среднего. Информативность дэкартографических показателей (за исключением показателя G) превышала информативность ЭКГ-критериев или не уступала ей.

Как традиционные электрокардиографические, так и дэкартографические показатели были менее информативны при разделении подгруппы с умеренным повышением СДЛА и нормы.

Наиболее информативными электрокардиографическими показателями были: при разделении группы ЛАГ в целом и нормы – ось QRS; при разделении подгруппы с умеренным повышением СДЛА и нормы – амплитуда зубца S_{V5}; при разделении подгрупп с умеренным и тяжелым повышением СДЛА – суммарный показатель R_{V1}+S_{V5}. Наиболее информативными дэкартографическими показателями при разделении как группы ЛАГ в целом, так и подгруппы с умеренным повышением СДЛА и нормы были Gx, Gz и IRVH, а при разделении подгрупп с умеренным и тяжелым повышением СДЛА – Gy и IRVH.

В табл. 4 представлены пороговые значения, чувствительность и специфичность наиболее информативных электрокардиографических и дэкартографических показателей.

На рисунке представлены ROC-кривые, построенные для показателей оси QRS, Gx и Gz при разделении группы ЛАГ в целом и нормы. Несмотря на то что различия площадей под ROC-кривыми не достигали статистически значимого уровня, видно, что в большом диапазоне значений показатели Gx и Gz при одинаковых уровнях специфичности по чувствительности превышали показатель оси QRS.

Обсуждение

Данные нашего исследования согласуются с данными работы I.Henkens и соавт. (2008 г.) [2], что компонента X электрокардиографического желудочкового градиента позволяет выявлять хроническое увеличение нагрузок давлением на правый желудочек, а также может быть использована для разграничения умеренной и тяжелой перегрузки правого желудочка давлением. У пациентов, включенных в наше исследование, компонента X вектора ускорения реполяризации также постепенно уменьшалась с увеличением СДЛА. Однако, кроме того, в нашей работе установлено, что компонента Y вектора ускорения реполяризации, оставаясь неизменной у пациентов с умеренным повышением СДЛА, значительно изменяется у больных с тяжелым повышением СДЛА.

Компонента Z вектора ускорения реполяризации при умеренной ЛАГ была ниже по сравнению с нормальной группой, но с дальнейшим увеличением СДЛА не имела резких изменений. В данной работе также была подтверждена высокая информативность декартографического показателя, характеризующего деполяризацию желудочков – IRVN.

В заявлении Международной рабочей группы по ЭКГ-диагностике гипертрофии левого желудочка [4, 5] предлагается сосредоточить усилия на выяснении механизмов изменений ЭКГ при гипертрофии желудочков, что потенциально может дать дополнительную информацию о патогенезе заболевания. С этой точки зрения декартографические показатели – вектор ускорения реполяризации и IRVN – представляют особый интерес, поскольку теоретически должны отражать изменение электрофизиологических свойств миокарда, а именно неоднородность продолжительности потенциала действия и скорость проведения в миокарде желудочков.

ГПЖ является интересным объектом для исследования, поскольку диапазон изменения нагрузки на правый желудочек при ЛАГ гораздо более широкий, чем при гипертрофии левого желудочка у больных артериальной гипертонией. Дальнейшее исследование механизмов изменений ЭКГ при ГПЖ может способствовать не только разработке новых ЭКГ-критериев для улучшения выявления перегрузки правого желудочка давлением, но и более точной оценки состояния сердца у пациентов с ЛАГ.

Литература/References

1. Hancock EW, Deal BJ, Mirvis DM et al. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part V: electrocardiogram changes associated with cardiac chamber hypertrophy: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society: endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *Circulation* 2009; 119 (10): e251–61.
2. 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): H2150–7.
3. Henkens IR, Mouchaers KT, Vliegen HW et al. Early changes in rat hearts with developing pulmonary arterial hypertension can be detected with three-dimensional electrocardiography. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2007; 293: H1300–7.
4. Titomir LI, Trunov VG, Aidu EA et al. Recognition of right ventricular hypertrophy using the DECARTO images of the cardioelectric characteristics. *Measurement Science Rev* 2007; 7 (2) 2: 16–9.
5. Titomir LI, Trunov VG, Aidu EA et al. New approaches to the diagnosis of left and right ventricular hypertrophy by means of dipolar electrocardiography. *Anadolu Kardiyol Derg* 2007; 7 (Suppl. 1): 29–31.
6. Bacharova L, Estes H, Bang L, Mateasik A. The first statement of the Working Group on Electrocardiographic Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy. *J Electrocardiol* 2010; 43 (3): 197–9.
7. 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.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сахнова 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

Блинова Елена Валентиновна – канд. мед. наук, науч. сотр. отд. новых методов диагностики ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК

Сайдова Марина Абдулатиповна – д-р мед. наук, рук. лаб. ультразвуковых методов исследования ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК

Юрасова Елена Сергеевна – канд. мед. наук, рук. лаб. телемедицины отд. новых медицинских информационных технологий ИЭК ФГБУ РКНПК

Архипова Ольга Александровна – канд. мед. наук, мл. науч. сотр. лаб. легочной гипертензии отд. гипертензии ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК

Мартынюк Тамара Витальевна – д-р мед. наук, рук. лаб. легочной гипертензии отд. гипертензии ИКК им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК

Трунов Владимир Григорьевич – канд. тех. наук, ст. науч. сотр. лаб. обработки биозлектрической информации ИППИ им. А.А.Харкевича

Аиду Эдуард Альфредович – канд. тех. наук, ст. науч. сотр. лаб. обработки биозлектрической 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