

- are related to a lower than normal myocardial thickness but not to an excess in myocardial wall stress // J. Nucl. Med. – 2002. – Vol. 43(4). – P. 451–457.
8. Inoue N., Takahashi N., Ishikawa T. et al. Reverse perfusion-metabolism mismatch predicts good prognosis in patients undergoing cardiac resynchronization therapy: a pilot study // Circ J. – 2007. – Vol. 71(1). – P. 126–131.
  9. Knapp F., Franken P., Kropp J. Cardiac SPECT with iodine-123-labeled fatty acids: evaluation of myocardial viability with BMIPP // J. Nucl. Med. – 1995. – Vol. 36(6). – P. 1022–1030.
  10. Leckerq C., Kass D.A. Retiming the failing heart: principles and current clinical status of cardiac resynchronization // J. Am. Coll. Cardiol. – 2002. – Vol. 16(39) – P. 194–201.
  11. Manolio T., Baughman K., Rodeheffer R. et al. Prevalence and etiology of idiopathic dilated cardiomyopathy (summary of a National Heart, Lung, and Blood Institute workshop) // Am. J. Cardiol. – 1992. – Vol. 69. – P. 1458–1466.
  12. Matsunari I., Fujino S., Taki J. et al. Impaired fatty acid uptake in ischemic but viable myocardium identified by thallium-201 reinjection // Am. Heart J. – 1996. – Vol. 131(3). – P. 458–465.
  13. Taki J.L., Nakajima K., Matsunari I. et al. Assessment of improvement of myocardial fatty acid uptake and function after revascularization using iodine-123-BMIPP // J. Nucl. Med. – 1997. – Vol. 38(10). – P. 1503–1510.
  14. Tamaki N., Morita K., Kuge Y. et al. The role of fatty acids in cardiac imaging // J. Nucl. Med. – 2000. – Vol. 41(9). – P. 1525–1534.
  15. Tian Y., Liu X., Shi R. et al. Radionuclide techniques for evaluating dilated cardiomyopathy and ischemic cardiomyopathy // Chinese Med. J. – 2000. – Vol. 113. – P. 392–395.

Поступила 11.06.2014

#### Сведения об авторах

**Лишманов Юрий Борисович**, докт. мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директо-

ра по научной работе ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН, профессор-консультант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО “Национальный исследовательский Томский политехнический университет”.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: zamdir@cardio-tomsk.ru

**Завадовский Константин Валерьевич**, докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: konstz@cardio-tomsk.ru

**Гуля Марина Олеговна**, аспирант лаборатории радионуклидных методов исследования ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: morja20@yandex.ru

**Минин Станислав Михайлович**, канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: minin@cardio-tomsk.ru

**Лебедев Денис Игоревич**, канд. мед. наук, врач-хирург отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: titze@mail.ru

УДК 616.12-007.61

## ДЕФОРМАЦИЯ В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ И ПО ОКРУЖНОСТИ, РОТАЦИЯ, СКРУЧИВАНИЕ И РАСКРУЧИВАНИЕ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С АСИММЕТРИЧНОЙ ГИПЕРТРОФИЕЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

**Е.Н. Павлюкова, Е.К. Терешенкова, Р.С. Карпов**

ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН, Томск

E-mail: pavluk@cardio-tomsk.ru

## GLOBAL LONGITUDINAL AND CIRCUMFERENTIAL STRAIN, ROTATION, TWIST AND UNTWIST OF THE LEFT VENTRICLE IN PATIENTS WITH ASYMMETRIC LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY

**E.N. Pavlyukova, K.K. Tereshenkova, R.S. Karpov**

Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Cardiology” of Siberian Branch under the Russian Academy of Medical Sciences, Tomsk

Цель: оценить деформацию левого желудочка (ЛЖ) в продольном направлении и по окружности, ротацию, скручивание и раскручивание ЛЖ при асимметричной гипертрофии ЛЖ (ПЛЖ) у пациентов с артериальной гипертензией (АГ) и нормальным уровнем артериального давления (АД), имевших градиент обструкции в выходном трак-

те ЛЖ 50 мм рт. ст. и более. Анализ выполнен у 31 больного с асимметричной ГЛЖ (у 10 пациентов с АГ и у 21 больного без АГ). Критериями включения в исследование служили наличие градиента обструкции в выходном тракте ЛЖ в покое 50 мм рт. ст. и более, толщина межжелудочковой перегородки (МЖП) 13 мм и более, показатель отношения толщины МЖП к толщине задней стенки ЛЖ более 1,3. В качестве показателя систолической функции ЛЖ оценили показатели глобальной деформации и скорость деформации во время систолы в продольном направлении и по окружности, ротацию, скорость ротации, скручивание ЛЖ. Глобальная деформация ЛЖ в продольном направлении ниже у пациентов с асимметричной ГЛЖ, имевших АГ ( $-12,317 \pm 2,175\%$ ), по сравнению с пациентами с нормальным уровнем АД ( $-15,891 \pm 5,145\%$ ,  $p=0,04$ ). Ротация ЛЖ на уровне базальных сегментов выше у пациентов с АГ ( $-11,164 \pm 3,938^\circ$  vs  $-5,915 \pm 3,492^\circ$ ,  $p=0,01$ ). На уровне верхушки и папиллярных мышц ротация ЛЖ не различалась между пациентами обеих групп. Скорость скручивания выше у пациентов с АГ ( $129,302 \pm 24,973^\circ/\text{с}^{-1}$  vs  $76,836 \pm 22,830^\circ/\text{с}^{-1}$ ,  $p=0,008$ ). Таким образом, у больных асимметричной ГЛЖ и АГ глобальная деформация ниже по сравнению с пациентами с нормальным уровнем АД, в то время как ротация на уровне базальных сегментов и скорость скручивания ЛЖ выше у этой категории больных.

**Ключевые слова:** асимметричная форма гипертрофии левого желудочка, глобальная деформация левого желудочка, скручивание, раскручивание, ротация.

The aim of the study was to assess left ventricular (LV) global longitudinal Strain/Strain rate, global circumferential Strain/Strain rate, rotation, twist and untwist in patients with asymmetric LV hypertrophy (LVH) who had gradient of obstruction in the LV outflow tract of 50 mm Hg and more. Thirty one patients with asymmetric LVH and gradient obstruction in the LV outflow were included in the study: 11 patients had arterial hypertension (AH) and 21 patients had normal range of blood pressure values. Criteria for inclusion in this study were gradient of obstruction in LV outflow of 50 mm Hg and more, intraventricular septum (IVS) thickness of 13 mm and more, and parameters of IVS/LV posterior wall thickness ratio of 1.3 and more. Parameters of global longitudinal Strain/strain rate, global circumferential Strain/Strain rate, rotation, and LV twist were estimated as indicators of the LV systolic function. Left ventricular global longitudinal Strain was significantly lower in patients with AH in comparison with patients with normal range of blood pressures ( $12,317 \pm 2,175\%$  vs.  $-15,891 \pm 5,145\%$ ,  $p=0,04$ ). Left ventricular rotation at the level of basal segments was significantly increased in AH patients ( $11,164 \pm 3,938^\circ$  vs.  $-5,915 \pm 3,492^\circ$ ,  $p=0,01$ ) compared with patients with normal blood pressure; rotations at the levels of apex and papillary muscles did not differ between patients' groups. Twist rate was higher in AH patients ( $129,302 \pm 24,973^\circ/\text{с}^{-1}$  vs.  $76,836 \pm 22,830^\circ/\text{с}^{-1}$ ,  $p=0,008$ ). In summary, patients with asymmetrical LVH and AH had lower global Strain as compared with patients with normal blood pressure whereas the LV rotation rate and twist at the level basal segments were higher in these patients.

**Key words:** asymmetric left ventricle hypertrophy, global Strain, global Strain rate, rotation, twist, untwist.

## Введение

В настоящее время доказано наличие субклинической систолической дисфункции ЛЖ у больных с АГ и с ГЛЖ и у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП). Показано, что при ГКМП в среднем сегменте межжелудочковой перегородки (МЖП) деформация (Strain) снижена в продольном направлении при использовании технологии тканевого доплеровского изображения миокарда [2]. Доказан вклад АГ в формирование поражения органов-мишеней. В связи с этим возникает вопрос, есть ли различия в контрактильности ЛЖ при асимметричной форме ГЛЖ в зависимости от наличия или отсутствия АГ, поскольку в доступной нам литературе мы не встретили описания контрактильности ЛЖ у больных с ГКМП, имевших сопутствующую АГ.

В настоящее время в позиции контрактильности ЛЖ рассматривают деформацию, ротацию и скручивание ЛЖ. Ранее ротацию и скручивание ЛЖ возможно было оценить с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), сономикрии [5, 11]. Однако сономикрия – это инвазивный метод, позволяющий определить ротацию и скручивание ЛЖ у анестезированных животных. МРТ является дорогостоящим методом, требующим больших временных и финансовых затрат.

Технология “след пятна” (speckle tracking imaging – 2D Strain) позволяет неинвазивно оценить деформацию, ротацию ЛЖ на уровне базальных сегментов, папиллярных мышц, верхушки и скручивание ЛЖ [9, 12]. На сегодня-

ний день остается неясным, есть ли различия в деформационных свойствах ЛЖ, в ротации, скручивании и раскручивании между пациентами с асимметричной ГЛЖ с нормальным уровнем АД и АГ.

Цель исследования: оценить деформацию ЛЖ в продольном направлении и по окружности, ротацию, скручивание и раскручивание ЛЖ при асимметричной ГЛЖ у пациентов с АГ и нормальным уровнем АД.

## Материал и методы

Исследование выполнено у 31 больного с асимметричной ГЛЖ, из них у 10 пациентов наблюдалось АГ, а у 21 лиц уровень АД находился в пределах нормальных значений. Клиническая характеристика пациентов приведена в таблице 1.

По возрасту, индексу массы тела, показателям липидного спектра крови, уровню глюкозы натощак и по нарушению толерантности к углеводам обе группы пациентов статистически значимо не различались. Следует отметить, что у пациентов с АГ показатель  $E_{\text{mitr}}/E_{\text{m}}$ , свидетельствующий о величине конечного диастолического давления (КДД) в ЛЖ, был выше по сравнению с больными, имевшими нормальные значения АД (табл. 2). По толщине МЖП, задней стенки ЛЖ, массе миокарда ЛЖ (ММЛЖ), объему полости ЛЖ в систолу и диастолу, фракции выброса (ФВ) ЛЖ, значениям градиента обструкции в выходном тракте ЛЖ пациенты обеих групп не различались.

Критериями включения в исследование служили наличие градиента обструкции в выходном тракте ЛЖ в покое 50 мм рт. ст. и более, толщина МЖП 13 мм и более и показатель отношения толщины МЖП к толщине задней стенки ЛЖ более 1,3 [4].

Исследования выполнены на ультразвуковых системах VIVID 7 exp. и VIVID 7 Dimension (GE Healthcare) с использованием матричных секторных фазированных

датчиков M3S (1,5–4,0 MHz) и M4S (1,5–4,3 MHz). Во время эхокардиографии (ЭхоКГ) регистрировались электрокардиограмма (ЭКГ) и АД с помощью автоматической системы Bosotron-2 (фирмы “Bosch+Sohn”, Германия).

ЭхоКГ в двухмерном режиме выполнена по стандартной методике из парастернальной (по короткой оси ЛЖ на уровнях базальных сегментов, папиллярных мышц и верхушки) и апикальной позиций (на уровне 4 и 2-й ка-

Таблица 1

**Клиническая характеристика больных с асимметричной ГЛЖ без АГ и в сочетании с АГ**

Показатели	Группы больных	M±SD	Медиана	Нижняя-верхняя квартиль
Возраст	Норм. АД (n=21)	45,142±14,633	48,000	29,000–58,000
	АГ (n=10)	58,500±12,224	58,000	51,000–62,000
	Контроль (n=34)	47,161±10,915	51,000	40,000–55,000
Половое соотношение, мужчины/женщины	Норм. АД (n=21)	11/10		
	АГ (n=10)	0/10		
	Контроль (n=34)	20/14		
Рост	Норм. АД (n=21)	167,150±9,263	169,000	161,000–172,500
	АГ (n=10)	164,333±5,244	164,000	163,000–165,000
	Контроль (n=34)	171,064±9,029	168,000	164,000–176,000
Вес	Норм. АД (n=21)	75,300±13,175	74,500	66,000–86,000
	АГ (n=10)	78,333±16,309	78,000	69,000–88,000
	Контроль (n=34)	81,000±12,974	80,000	70,000–91,000
Площадь поверхности тела	Норм. АД (n=21)	1,836±0,173	1,887	1,662–1,952
	АГ (n=10)	1,843±0,172	1,843	1,776–1,979
	Контроль (n=34)	1,928±0,171	1,922	1,801–2,099
САД 24, среднее	Норм. АД (n=21)	116,125±8,792	114,500	109,500–121,000
	АГ (n=10)	152,666±8,093	151,000	148,000–158,000
	Контроль (n=34)	126,454±9,064	125,000	120,000–133,000
ДАД 24, среднее	Норм. АД (n=21)	70,687±4,962	72,000	66,500–73,500
	АГ (n=10)	81,888±7,304	80,000	72,000–82,000
	Контроль (n=34)	79,090±7,406	79,500	74,000–82,000
Общий холестерин	Норм. АД (n=21)	5,262±1,352	5,380	3,950–6,145
	АГ (n=10)	5,865±2,209	5,005	4,330–7,475
	Контроль (n=34)	5,882±0,971	5,755	5,310–6,350
Триглицериды	Норм. АД (n=21)	1,141±0,285	1,110	1,000–1,310
	АГ (n=10)	1,707±0,929	1,610	1,025–2,200
	Контроль (n=34)	1,767±0,941	1,520	1,100–2,040
ЛПНП	Норм. АД (n=21)	3,830±1,386	4,085	2,500–4,770
	АГ (n=10)	4,277±2,090	3,825	2,645–5,910
	Контроль (n=34)	3,796±1,130	3,975	2,590–4,710
ЛПВП	Норм. АД (n=21)	1,471±0,341	1,605	1,090–1,720
	АГ (n=10)	1,267±0,273	1,235	1,085–1,450
	Контроль (n=34)	1,327±0,469	1,250	1,105–1,315
Глюкоза	Норм. АД (n=21)	5,425±0,515	5,350	5,100–5,850
	АГ (n=10)	5,712±0,697	6,100	5,050–6,250
	Контроль (n=34)	5,918±0,469	5,800	5,500–6,100
НТУ, есть/нет	Норм. АД (n=21)	5/16		
	АГ (n=10)	6/4		
	Контроль (n=34)	10/24		
Мочевая кислота	Норм. АД (n=21)	292,583±64,725	290,500	255,000–322,500
	АГ (n=10)	345,125±78,090	344,500	286,500–401,000
	Контроль (n=34)	322,933±84,677	306,000	268,000–378,000
Индекс массы тела	Норм. АД (n=21)	27,066±4,618	26,300	23,700–29,900
	АГ (n=10)	29,100±6,244	29,400	23,500–32,300
	Контроль (n=34)	27,806±4,478	26,550	24,500–29,900

мер и по длинной оси ЛЖ). Конечный диастолический объем (КДО) и конечный систолический объем (КСО) ЛЖ вычислялись с использованием метода Simpson из апикальной позиции на уровне 4 и 2 камер. ФВ ЛЖ рассчитывали с использованием метода Simpson из апикальной позиции на уровне 4 и 2 камер автоматически с использованием опции "autoEF". Поскольку сегменты с недостаточно четкой границей эндокарда не учитывались, то в это исследование включали больных только с хорошей

визуализацией эндокарда ЛЖ всех сегментов. В качестве показателя глобальной систолической функции ЛЖ оценили показатель глобальной деформации и скорости деформации во время систолы в продольном направлении (Global Longitudinal Strain/Strain Rate) и по окружности (Global Circumferential Strain/Strain Rate) [1]. В режиме кинопетли регистрировали три сердечных цикла, а затем выполняли оценку деформации ЛЖ в продольном направлении в каждом сердечном цикле с использова-

Таблица 2

**Эхокардиографическая сравнительная характеристика больных с асимметричной ГЛЖ без АГ и в сочетании с АГ**

Показатели	Группы больных	M±SD	Медиана	Нижняя-верхняя квартиль	Минимальные – максимальные значения	Пара, имеющая статисти- чески значимые различия по Mann-Whitney U test (U, Z <sub>adjusted</sub> ; p)	
МЖП, мм	Норм. АД	19,526±8,422	18,000	16,000–24,000	15,000–47,000	U=34,500 Z <sub>adj</sub> =-2,181 p=0,029	
	АГ	20,000±5,451	19,500	16,000–22,000	14,000–31,000		
	Контроль	6,872±1,781	7,000	6,000–7,000	4,000–13,000		
ЗСЛЖ, мм	Норм. АД	11,384±3,757	11,700	9,000–14,000	5,000–18,000		
	АГ	15,875±5,139	15,500	12,500–17,000	10,000–27,000		
	Контроль	7,675±1,272	7,000	7,000–8,600	5,000–11,000		
МЖП/ЗСЛЖ	Норм. АД	1,817±0,741	1,726	1,200–2,285	0,733–3,357		
	АГ	1,330±0,390	1,185	1,133–1,538	0,882–2,000		
	Контроль	0,899±0,196	0,857	0,750–1,000	0,642–1,400		
ММЛЖ, г	Норм. АД	367,475±180,515	315,852	252,223–481,830	162,476–837,193		
	АГ	407,248±134,273	381,082	290,877–503,363	264,887–642,451		
	Контроль	132,219±42,856	129,029	104,261–157,800	39,107–227,517		
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>	Норм. АД	196,147±90,036	166,800	129,132–249,008	96,885–433,554		
	АГ	215,935±66,170	217,454	150,197–270,700	144,117–306,659		
	Контроль	68,260±19,785	68,992	59,568–77,516	20,868–110,391		
ФВ ЛЖ	Норм. АД	71,750±9,430	70,000	64,500–82,500	56,000–85,000		
	АГ	74,125±9,203	77,000	69,500–81,000	56,000–82,000		
	Контроль	69,501±11,099	68,500	63,500–81,180	45,630–87,500		
Объем ЛП, мл	Норм. АД	92,250±50,035	70,500	65,500–119,000	61,000–167,000		
	АГ	80,600±8,414	80,000	74,000–84,000	72,000–93,000		
	Контроль	52,166±21,272	48,000	41,500–55,500	27,000–109,000		
КДО <sub>4с</sub> , мл	Норм. АД	67,441±30,239	59,500	38,150–94,500	28,000–120,000		
	АГ	63,875±24,654	59,000	44,000–83,500	34,000–104,000		
	Контроль	95,448±23,642	94,000	78,000–107,000	61,000–156,000		
КСО <sub>4с</sub> , мл	Норм. АД	24,274±21,929	15,000	10,000–34,000	6,290–82,000		
	АГ	16,125±12,699	12,000	9,500–17,000	6,000–46,000		
	Контроль	29,275±13,133	27,000	21,000–36,000	9,000–58,000		
Emitr	Норм. АД	51,833±13,003	49,000	43,000–67,000	31,000–71,000	U=32,500 Z <sub>adj</sub> =-2,169 p=0,03	
	АГ	75,250±30,480	75,000	51,500–96,000	35,000–122,000		
	Контроль	67,107±15,687	62,500	57,000–73,500	47,000–110,000		
Amitr	Норм. АД	59,166±17,157	59,500	50,000–68,000	29,000–102,000		U=15,5000 Z <sub>adj</sub> =-2,847 p=0,004
	АГ	85,142±19,454	77,000	76,000–91,000	62,000–123,000		
	Контроль	59,214±11,199	57,500	50,000–67,000	41,000–81,000		
Emitr/Amitr	Норм. АД	0,963±0,411	0,923	0,608–1,169	0,484–1,931		
	АГ	0,800±0,242	0,776	0,571–0,947	0,564–1,241		
	Контроль	1,167±0,306	1,227	0,890–1,380	0,629–1,746		
Em	Норм. АД	6,000±2,075	5,000	5,000–7,000	4,000–10,000	U=6,000 Z <sub>adj</sub> =-3,170 p=0,001	
	АГ	5,142±1,864	5,000	3,000–7,000	3,000–7,000		
	Контроль	11,210±3,901	12,000	8,000–13,500	6,000–19,000		
Emitr/Em	Норм. АД	9,117±3,015	8,937	6,900–11,000	4,200–13,800		
	АГ	15,980±5,088	14,750	11,666–17,428	11,142–26,333		
	Контроль	6,404±2,114	5,588	4,769–7,333	4,230–11,000		

нием soft-программы (Echopac PC, версия 113; GE Healthcare). Деформацию ЛЖ по окружности оценивали из парастернальной позиции по короткой оси ЛЖ на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и вер-

хушки. Двухмерные изображения ЛЖ, зарегистрированные из апикальной и парастернальной позиций в серошкальном изображении (при частоте кадров 25 и более в секунду), автоматически “замораживались” в конце сис-

Таблица 3

**Глобальная деформация и скорость деформации ЛЖ в конце систолы в продольном направлении и по окружности у пациентов с асимметричной ГЛЖ без АГ и в сочетании с АГ**

Показатели	Группы больных	M±SD	Медиана	Нижняя – верхняя квартиль	Минимальные – максимальные значения	Пара, имеющая статистически значимые различия по Mann-Whitney U-test (U, Z <sub>adjusted</sub> , p)	
<b>Глобальная деформация ЛЖ в продольном направлении</b>							
<b>4С</b>							
Global Longitudinal Strain, %	Норм. АД	-15,550±4,084	-15,670	-18,400 – -13,750	-22,700 – -5,810		
	АГ	-12,484±3,621	-12,910	-14,200 – -10,500	-17,160 – -5,400		
	Контроль	-19,042±2,258	-19,000	-20,900 – -17,100	-23,300 – -15,000		
Global Longitudinal Strain Rate, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,841±0,327	-0,860	-1,015 – -0,675	-1,670 – -0,140		
	АГ	-0,691±0,194	-0,700	-0,790 – -0,600	-0,970 – -0,300		
	Контроль	-1,034±0,191	-0,970	-1,180 – -0,870	-1,430 – -0,840		
<b>2С</b>							
Global Longitudinal Strain, %	Норм. АД	-16,153±5,750	-15,900	-19,300 – -13,750	-26,250 – -6,100		
	АГ	-12,331±3,530	-12,910	-15,025 – -10,375	-16,030 – -6,000		
	Контроль	-19,452±4,335	-19,300	-21,100 – -18,000	-29,220 – -142,100		
Global Longitudinal Strain Rate, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,902±0,345	-0,965	-1,140 – -0,660	-1,500 – -0,200		
	АГ	-0,835±0,140	-0,825	-0,890 – -0,720	-1,120 – -0,690		
	Контроль	-1,035±0,286	-1,010	-1,170 – -0,840	-1,920 – -0,690		
<b>5С</b>							
Global Longitudinal Strain, %	Норм. АД	-16,600±7,268	-16,045	-18,690 – -11,720	-33,500 – -6,100	U=29,500 Z <sub>adj</sub> =-2,082 p=0,037	
	АГ	-11,070±2,002	-11,250	-11,950 – -9,845	-14,500 – -7,970		
	Контроль	-18,823±3,627	-18,450	-20,770 – -16,250	-25,500 – -13,590		
Global Longitudinal Strain Rate, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,820±0,301	-0,835	-1,040 – -0,625	-1,310 – -0,270		
	АГ	-0,662±0,120	-0,670	-0,775 – -0,580	-0,790 – -0,460		
	Контроль	-0,983±0,335	-0,945	-1,160 – -0,810	-1,600 – -0,090		
Global Longitudinal Strain AVG, %	Норм. АД	-15,891±5,145	-16,243	-17,603 – -12,870	-15,186 – -6,003		U=31,000 Z <sub>adj</sub> =-1,984 p=0,04 U=75,000 Z <sub>adj</sub> =2,256 p=0,02
	АГ	-12,317±2,175	-12,800	-13,636 – -10,723	-15,583 – -9,216		
	Контроль	-18,282±2,224	-18,133	-20,266 – -16,800	-21,900 – -14,470		
Global Longitudinal Strain Rate AVG, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,843±0,275	-0,936	-1,026 – -0,626	-1,173 – -0,203		
	АГ	-0,735±0,098	-0,770	-0,780 – -0,656	-0,900 – -0,570		
	Контроль	-0,967±0,141	-0,940	-1,060 – -0,853	-1,293 – -0,810		
<b>Глобальная деформация ЛЖ по окружности</b>							
Global Strain Sax MV, %	Норм. АД	-12,825±6,773	-11,250	-15,580 – -10,630	-26,300 – -3,750		
	АГ	-13,800±2,874	-14,690	-16,500 – -10,940	-17,250 – -9,840		
	Контроль	-11,721±4,095	-11,625	-15,000 – -9,000	-17,250 – -0,750		
Global Strain Rate Sax MV, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,918±0,441	-0,910	-1,100 – -0,590	-1,700 – -0,190		
	АГ	-0,737±0,124	-0,720	-0,860 – -0,650	-0,930 – -0,580		
	Контроль	-0,830±0,252	-0,795	-1,030 – -0,600	-1,450 – -0,550		
Global Strain Sax PM, %	Норм. АД	-12,910±3,334	-12,075	-15,190 – -10,465	-18,440 – -7,900		
	АГ	-14,345±4,378	-14,345	-18,015 – -12,810	-21,500 – -7,660		
	Контроль	-13,562±3,376	-12,940	-15,700 – -10,940	-21,700 – -10,310		
Global Strain Rate Sax PM, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,725±0,227	-0,700	-0,830 – -0,590	-1,220 – -0,410		
	АГ	-0,902±0,276	-0,950	-1,125 – -0,775	-1,180 – -0,340		
	Контроль	-0,725±0,185	-0,720	-0,850 – -0,530	-1,100 – -0,520		
Global Strain Sax Apex, %	Норм. АД	-15,585±5,598	-16,300	-19,690 – -14,530	-22,000 – -4,400		
	АГ	-15,697±4,968	-15,310	-18,190 – -11,560	-23,630 – -8,810		
	Контроль	-16,073±5,427	-16,000	-17,900 – -12,970	-29,690 – -7,190		
Global Strain Rate Sax Apex, с <sup>-1</sup>	Норм. АД	-0,604±0,854	-0,810	-1,270 – -0,390	-1,300 – -1,200		
	АГ	-0,924±0,320	-0,870	-1,050 – -0,830	-1,440 – -0,490		
	Контроль	-0,898±0,312	-0,860	-1,050 – -0,790	-1,710 – -0,340		

толы, затем проводилось оконтуривание границ эндокарда, и “автоматически” получали изогнутый М-режим, кривые Strain (%) и/или Strain Rate (с<sup>-1</sup>) от каждого из шести сегментов и кривую глобальной деформации ЛЖ или глобальной скорости деформации ЛЖ в продольном направлении (Global Longitudinal Strain/Strain Rate) или по окружности (Global Circumferential Strain/Strain Rate). По кривым Strain/Strain Rate, полученным из апикальной позиции на уровне 4 и 2-й камер и по длинной оси ЛЖ, рассчитывали среднюю глобальную деформацию в продольном направлении (Global Longitudinal Strain AVG) в период систолы и скорость глобальной деформации в период систолы (Global Longitudinal Strain Rate AVG).

Проверка гипотезы о гауссовском распределении по критериям Колмогорова–Смирнова в форме Лиллиефорса (Lilliefors) и Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk) отвергала эту гипотезу, поэтому был выполнен тест Манна–Уитни (Mann–Whitney U). Оценка корреляционных связей между парами количественных признаков осуществлялась с использованием непараметрического рангового коэффициента Спирмена. Сравнение зависимости количественных показателей оценивали с помощью непараметрического корреляционного анализа Spearman. Результаты представлены в виде M±SD (где M – среднее арифметическое, SD – среднеквадратичное отклонение), медианы нижнего и верхнего квартилей. Во всех процедурах ста-

Таблица 4

**Показатели ротации и скорости ротации, раскручивания левого желудочка на уровне базальных сегментов, папиллярных мышц и верхушки у пациентов с асимметричной ГЛЖ без АГ и в сочетании с АГ**

Показатели	Группы больных	M±SD	Медиана	Нижняя – верхняя квартиль	Минимальные – максимальные значения	Пара, имеющая статистически значимые различия по Mann–Whitney U test (U, Z <sub>adjusted</sub> ; p)
Rotation Sax Apex	Норм. АД	5,654±2,175	5,190	4,480–6,000	3,470–10,250	U=11,000 Z <sub>adj</sub> =2,445 p=0,014 U=0,000001 Z <sub>adj</sub> =3,445 p=0,0005 U=2,000 Z <sub>adj</sub> =-2,642 p=0,008
	АГ	9,091±7,278	8,420	7,220–10,940	0,520–25,770	
	Контроль	5,306±2,584	5,020	3,060–6,020	2,580–11,270	
Rotation Rate Sax Apex	Норм. АД	32,864±11,473	32,030	21,090–42,750	18,750–51,560	
	АГ	50,593±20,832	48,560	37,190–64,530	18,750–84,220	
	Контроль	35,027±14,827	37,470	19,690–48,160	15,940–62,340	
Rotation Sax PM	Норм. АД	1,574±6,314	2,440	-1,280–5,500	-12,860–9,450	
	АГ	-1,045±4,705	-1,775	-5,810–3,865	-5,840–4,920	
	Контроль	0,875±4,506	1,030	-3,440–3,440	-4,140–9,760	
Rotation Rate Sax PM	Норм. АД	1,735±54,166	17,190	-22,970–30,060	-139,340–75,470	
	АГ	-2,530±58,115	-24,610	-43,500–26,255	-52,470–115,940	
	Контроль	7,058±32,129	19,690	-25,180–20,780	-35,000–57,970	
Rotation Sax MV	Норм. АД	-5,915±3,492	-5,000	-8,530– -2,810	-11,810– -2,310	
	АГ	-11,164±3,938	-10,830	-14,950– -8,640	-16,840– -5,130	
	Контроль	-4,807±2,519	-4,805	-6,190– -3,280	-10,310– -0,690	
Rotation Rate Sax MV	Норм. АД	-45,649±13,966	-49,090	-59,380– -32,810	-61,720– -25,000	
	АГ	-80,624±9,144	-80,940	-82,030– -73,280	-97,340– -67,810	
	Контроль	-41,011±14,197	-42,660	-54,630– -35,000	-56,870– -6,340	
Twist	Норм. АД	12,218±5,417	10,880	8,190–13,910	22,060–8,190	
	АГ	18,140±4,931	17,270	13,550–23,140	11,350–24,750	
	Контроль	10,002±2,768	9,330	8,080–11,650	5,770–15,640	
Twist R	Норм. АД	76,836±22,830	78,855	57,030–92,380	48,430–105,470	
	АГ	129,302±24,973	130,590	111,560–145,470	92,030–169,530	
	Контроль	75,234±21,219	76,560	52,500–88,600	45,500–113,750	
Rotation Rate E Sax Apex	Норм. АД	-29,372±22,739	-33,250	-47,680– -7,030	-64,060– -3,090	
	АГ	-50,144±33,326	-45,940	-54,690– -24,060	-105,000– -16,410	
	Контроль	-30,921±15,535	-28,125	-41,995– -17,955	-60,160– -10,940	
Rotation Rate E Sax PM	Норм. АД	4,913±41,374	-4,780	-24,220–33,910	-68,910–66,840	
	АГ	13,911±55,821	46,830	-40,465–53,050	-74,380–66,840	
	Контроль	-2,810±33,373	-20,720	-27,630–31,720	-42,660–46,000	
Rotation Rate E Sax MV	Норм. АД	43,266±19,800	43,750	36,720–54,690	10,160–70,310	
	АГ	48,751±31,993	45,940	24,060–86,410	7,660–92,970	
	Контроль	35,078±18,887	37,100	25,180–42,660	0,590–71,040	
Untwist	Норм. АД	-80,192±38,485	-81,750	-97,680– -43,750	7,390–22,060	
	АГ	-90,878±47,620	-83,130	-132,350– -40,470	-160,780– -31,720	
	Контроль	-66,415±20,318	-74,630	-79,305– -57,190	-95,100– -11,530	

статистического анализа критический уровень значимости р принимался равным 0,05.

### Результаты и обсуждение

Глобальная деформация ЛЖ в продольном направлении (Global Longitudinal Strain AVG) была статистически значимо ниже у пациентов с асимметричной ГЛЖ, имевших АГ, по сравнению с пациентами с нормальным уровнем АД. Снижение глобальной деформации по длинной оси ЛЖ было обусловлено снижением деформации в базальном ( $-3,581 \pm 4,844\%$  vs  $-9,621 \pm 7,290\%$ ) и среднем сегментах МЖП ( $-9,257 \pm 3,096\%$  vs  $-14,920 \pm 7,953\%$ ) у пациентов с АГ. Деформация и скорость глобальной деформации на уровне 2 и 4 камер статистически значимо не различались между пациентами обеих групп (табл. 3).

Ротация и скорость ротации ЛЖ на уровне базальных сегментов была статистически значимо ниже у пациентов с нормальным уровнем АД. Ротация и скорость ротации на уровне верхушки и папиллярных мышц статистически значимо не различались между пациентами обеих групп (табл. 4). Как видно из данной таблицы, значения скручивания ЛЖ не различались между пациентами обеих групп, в то время как скорость скручивания была выше у больных с АГ. Соответственно, и раскручивание статистически значимо не различалось между пациентами обеих групп.

Полученные нами данные свидетельствуют об отсутствии различий в деформации ЛЖ между пациентами с ГКМП, имевшими АГ и без нее, за исключением ротации на уровне базальных сегментов, которая была выше у пациентов с АГ. По сути, в данной статье проведен сравнительный анализ показателей контрактильности ЛЖ у больных ГКМП (то есть у лиц, имевших нормальные значения АД) в зависимости от наличия или отсутствия АГ. Следует отметить, что градиент обструкции в выходном тракте ЛЖ не коррелировал с показателями механики ЛЖ. По показателям стандартной ЭхоКГ обе группы пациентов не различались, за исключением показателя КДД в ЛЖ, который был значимо выше у больных с АГ. Тем не менее, у пациентов обеих групп мы не получили связей между величиной  $E_{mitr}/E_m$  с показателями деформации по окружности на уровне базальных сегментов. Нами выявлена корреляционная связь между  $E_m$  и ротацией на уровне папиллярных мышц, скоростью ротации в систолу и раннюю диастолу на уровне папиллярных мышц, а также скоростью ротации в раннюю диастолу на уровне митрального клапана.

В настоящее время дифференцировать такие состояния, как идиопатическая ГКМП, гипертензивная ГКМП либо артериальная гипертензия в сочетании с ГЛЖ затруднительно. Само определение идиопатической ГКМП подразумевает отсутствие сердечно-сосудистых заболеваний, которые могут привести к развитию ГЛЖ [3, 6]. Некоторые авторы считают, что ГКМП – это самостоятельное заболевание, при котором возможно сочетание ГКМП и высоких цифр АД. В свою очередь, АГ может служить ко-фактором, не являясь при этом непосредственной причиной развития ГКМП [7]. Однако, с другой сто-

роны, выделяют ряд критериев, которые позволяют без применения эндомикардиальной биопсии различить, является ли ГКМП самостоятельной нозологией, либо гипертрофия миокарда обусловлена стабильной гипертензией [3, 10].

По данным Т. Nagakura и соавт., при сравнении деформации между пациентами с ГКМП и АГ с ГЛЖ было выявлено, что радиальная деформация в среднем и апикальном сегментах по короткой оси ЛЖ была значительно снижена у пациентов с ГКМП, в отличие от больных с АГ и ГЛЖ, в то время как и деформация по окружности на уровне верхушки также была ниже у данной группы пациентов [8].

Ряд авторов использовали 2D Strain ЭхоКГ для оценки деформационных свойств миокарда в продольном, поперечном и радиальном направлениях у пациентов также с необструктивной формой ГКМП и у здоровых индивидуумов. По мнению авторов, у пациентов с ГКМП наблюдалось снижение в продольном и радиальном направлениях [13, 14], в то время как данные относительно деформации по окружности были противоречивы. По данным одних авторов [14], Strain по окружности был выше, по сравнению с группой контроля, а по мнению других [13], он был снижен.

Таким образом, у больных асимметричной ГЛЖ и АГ глобальная деформация ниже, чем у пациентов с нормальным уровнем АД. Ротация и скручивание ЛЖ статистически значимо не различаются между пациентами с асимметричной формой ГЛЖ в сочетании с АГ и без АГ.

### Литература

1. Алехин М.Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение // Видар. – М., 2012. – 88 с.
2. Павлюкова Е.Н., Карпов Р.С. Продольная систолическая функция левого желудочка у больных идиопатической гипертрофической кардиомиопатией (по результатам тканевого доплеровского изображения миокарда) // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2006. – № 3. – С. 28–34.
3. ACCF/AHA Guideline for the Diagnosis and Treatment of Hypertrophic Cardiomyopathy // JACC. – 2011. – Vol. 58, No. 25. – P. e212–e260.
4. A report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines // Eur. Heart J. – 2003. – Vol. 24. – P. 1965–1991.
5. Buchalter M.B., Weiss J.L., Rogers W.J. et al. Noninvasive quantification of left ventricular rotation deformation in normal human using magnetic resonance imaging myocardial tagging // Circulation. – 1990. – Vol. 81. – P. 1236–1244.
6. Greaves S.C., Roche A.H., Neutze J.M. et al. Inheritance of hypertrophic cardiomyopathy: a cross sectional and M-mode echocardiographic study of 50 families // Br. Heart J. – 1987. – Vol. 58. – P. 259–266.
7. Karam R., Lever H.M., Healy B.P. Hypertensive hypertrophic cardiomyopathy or hypertrophic cardiomyopathy with hypertension? A Study of 78 Patients // JACC. – 1989. – Vol. 13, No. 3. – P. 580–584.
8. Nagakura T., Takeuchi M., Yoshitani H. et al. Hypertrophic cardiomyopathy is associated with more severe left ventricular dyssynchrony than is hypertensive left ventricular hypertrophy // Echocardiography. – 2007. – Vol. 24. – P. 677–684.

9. Notomi Y., Lysyansky P., Setser R.M. et al. Measurement of ventricular torsion by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 45. – P. 2034–2041.
10. Papadopoulos D.P., Papademetriou V. Hypertrophic and hypertensive hypertrophic cardiomyopathy – a true association? // Angiology. – 2010. – Vol. 61, issue 1. – P. 92–99.
11. Sandstede J.J., Johnson T., Harre K. et al. Cardiac systolic rotation and contraction before and after valve replacement for aortic stenosis: a myocardial tagging study using MR Imaging // Am. J. Roentgenol. – 2002. – Vol. 178. – P. 953–958.
12. Sengupta P.P., Tajik A.J., Chandrasekaran K. et al. Twist mechanics of the left ventricle. principles and application // J. Am. Coll. Cardiol. Img. – 2008. – Vol. 1, No. 3. – P. 366–376.
13. Serri K., Reant P., Lafitte M. et al. Global and regional myocardial function quantification by two-dimensional strain: application in hypertrophic cardiomyopathy // J. Am. Coll. Cardiol. – 2006. – Vol. 47. – P. 1175–1181.
14. Soullier C., Obert P., Doucende G. et al. Exercise response in hypertrophic cardiomyopathy: blunted left ventricular deformational and twisting reserve with altered systolic-diastolic coupling // Circ. Cardiovasc. Imaging. – 2012. – Vol. 5, No. 3. – P. 324–332.

Поступила 19.06.2014

## Сведения об авторах

**Павлюкова Елена Николаевна**, докт. мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: pavluk@cardio-tomsk.ru

**Терешенкова Екатерина Константиновна**, очный аспирант отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: tek@cardio-tomsk.ru

**Карпов Ростислав Сергеевич**, докт. мед. наук, академик РАН, директор ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН, руководитель отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: karpov@cardio-tomsk.ru

УДК 616.122

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ С ПАРАМАГНИТНЫМ КонтРАСТИРОВАНИЕМ В ПРОСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ СУБЭНДОКАРДИАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ, ЛЕЧЕННЫХ МЕТОДОМ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ ПОЧЕЧНЫХ АРТЕРИЙ

**О.В. Мочула, Е.С. Ситкова, В.Ф. Мордовин, А.А. Богунецкий, П.И. Лукьяненко, В.Ю. Усов**

ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН, Томск

E-mail: mochula.olga@gmail.com

## CONTRAST-ENHANCED MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE FOLLOW-UP OF SUBENDOCARDIAL MYOCARDIAL DAMAGE IN PATIENTS WITH DRUG-RESISTANT ARTERIAL HYPERTENSION TREATED USING RADIOFREQUENCY ABLATION OF RENAL ARTERIES

**O.V. Mochula, E.S. Sitkova, V.F. Mordovin, A.A. Bogunetsky, P.I. Lukyanenok, W.Yu. Ussov**

Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Cardiology” of Siberian Branch under the Russian Academy of Medical Sciences, Tomsk

Цель исследования: адаптировать и оптимизировать методику контрастированной магнитно-резонансной томографии (МРТ) для оценки нетрансмурального повреждения миокарда у пациентов с медикаментозно-резистентной артериальной гипертонией (АГ) в динамике лечения методом радиочастотной абляции почечных артерий (РЧА ПА). ЭКГ-синхронизированная МРТ сердца выполнялась 10 пациентам с медикаментозно-резистентной АГ и выраженной гипертрофией левого желудочка (ЛЖ) исходно и через 6 мес. после РЧА ПА. В ходе МР-исследования оценивались: индекс усиления (ИУ) интенсивности сигнала, объем включения контрастного препарата, масса миокарда левого желудочка (ММ ЛЖ). Показано, что контрастированная МРТ – эффективный метод выявления и контроля некоронарогенного нетрансмурального повреждения миокарда при ГЛЖ у пациентов с медикаментозно-резистентной АГ. По данным МРТ с применением парамагнитного контрастирования, РЧА ПА приво-