

Курлянская Е. К., Островский Ю. П., Трофимова Т. А., Рачок Л. В.,  
Денисевич Т. Л., Семенова Н. В.

## ВОЗМОЖНОСТИ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МИОКАРДА

*ГУ Республиканский научно-практический центр «Кардиология»,  
г. Минск, Беларусь*

Kurlianskaya E.K., Ostrovsky Yu. P., Trophimova T.A., Ratchok L.V.,  
Denisevitch T.L., Semyonova N.V.

## OPTIONS TO INVASIVELY ASSESS MYOCARDIAL DEFORMATION PROPERTIES

*G1 «Republican Scientific and Practical Centre Cardiology»,  
Minsk, Belarus*

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования** – оценить деформационные свойства миокарда ЛЖ у пациентов в разные сроки после трансплантации сердца.

**Материал и методы.** В данном исследовании приняли участие 45 пациентов после ортотопической трансплантации сердца (ОТС) и 25 добровольцев без сердечной патологии. После стандартной трансторакальной эхокардиографии (ЭХОКГ) сердца измеряли деформацию миокарда стенок ЛЖ (global strain) в четырехкамерной (ЛЖ 4GS), трехкамерной (ЛЖ 3GS) и двухкамерной (ЛЖ 2GS) проекциях, рассчитывали средний GS. Исследования проводились в следующих сроках: первое – в течение месяца после ОТС, второе – от 1 месяца до 6 месяцев после ОТС, третье – в сроках от 6 до 12 месяцев после ОТС.

**Результаты.** Изучены деформационные свойства миокарда ЛЖ у пациентов в разные сроки после трансплантации сердца. Через 1 месяц после ОТС на фоне нормальных значений показателей ФВ ЛЖ отмечалось снижение деформационных свойств миокарда с устойчивой тенденцией к их улучшению в течение 6 месяцев после операции. Статистически значимая положительная динамика показателей, характеризующих систолический стрейн миокардиального волокна, наблюдалась к 12 месяцу: абсолютные значения 2GS, 4GS и GS<sub>ср</sub> увеличивались, соответственно, на 19,9%, 20,1%

### SUMMARY

**Objective:** to evaluate myocardial deformation properties of LV in patients at different terms after heart transplantation.

**Material and methods:** this study encompassed 45 individuals who undergone orthotopic heart transplantation (OHT) and 25 volunteers with no heart disorders.

On standard heart transthoracic echocardiography (EchoCG), myocardial LV wall deformation (global strain) in four-chambered (LV4GS), three-chambered (LV3GS) and two-chambered (LV2GS) projections was evaluated, and the mean GS was calculated. The studies were performed at the following terms: first one- in a month after OHT, second- 1-6 months after OHT, and the third- at 6-12 months after OHT.

**Results:** LV myocardial deformation properties in patients at different terms after heart transplantation. In 1 month after the OHT in the presence of normal LV EF estimates, the decreased myocardial deformation properties tended to the improvement at 6 months after the operation was registered. The statistically significant positive value dynamics characterizing the myocardial fiber systolic strain was noted at 12 month: absolute estimates of 2GS, 4GS and GS<sub>ср</sub> increased by 19.9%, 20.1% and 22.4%, accordingly compared to those observed 1 month later after

и 22,4% по сравнению с таковыми через 1 месяц после ОТС. Через 12 месяцев по значениям 4GS и GScp пациенты с трансплантированными сердцами не отличались от здоровых лиц.

**Заключение.** Полученные результаты показали, что исследование деформации миокарда выявляет миокардиальную дисфункцию до наступления изменений, регистрирующихся при стандартной ЭХОКГ, то есть на ранних этапах ее развития.

**Ключевые слова:** деформация миокарда, трансплантация сердца, эхокардиография сердца.

OHT. At 12 months, patients having 4GS and GScp who undergone heart transplantation was not different from the healthy individuals.

**Conclusion.** Our data suggest that the study of myocardial deformation reveals myocardial dysfunction prior to changes registered in standard EchoCG, i.e. at early terms of its development.

**Key words:** myocardial deformation, heart transplantation, echocardiography of the heart.

## Контактная информация:

<b>Курлянская Елена Константиновна</b>	РНПЦ «Кардиология», кандидат медицинских наук, зав. лаборатории хронической сердечной недостаточности, Тел.: 80296704407
<b>Островский Юрий Петрович</b>	РНПЦ «Кардиология», профессор, член-корреспондент академии НАНРБ, доктор медицинских наук, зав. лаборатории хирургии сердца
<b>Рачок Лариса Владимировна</b>	РНПЦ «Кардиология», кандидат медицинских наук, зав. кардиологическим отделением №3, Тел.: 80296748363
<b>Денисевич Татьяна Леонидовна</b>	РНПЦ «Кардиология», научный сотрудник лаборатории неотложной и интервенционной кардиологии, Тел.: 80296991409
<b>Семенова Наталья Владимировна</b>	РНПЦ «Кардиология», врач отделения ультразвуковой диагностики, Тел.: 80296396031
<b>Ответственный за контакты с редакцией: Трофимова Татьяна Аркадьевна</b>	РНПЦ «Кардиология», аспирант по специальности кардиология, 220051, г. Минск, ул. Рафиева, 93-3-33. 73astra@mail.ru Тел.: 80172018493, 80447373096

Реципиенты после ортотопической трансплантации (ОТС) имеют повышенный риск развития миокардиальной дисфункции, вызванной хронической иммуносупрессивной терапией, клеточным отторжением, васкулопатией аллографта. Поэтому идентификация начальной левожелудочковой дисфункции у таких пациентов имеет важное терапевтическое и прогностическое значение.

Общепринятым методом изучения региональной сократимости является балльная оценка с расчетом индекса нарушения локальной сократимости (ИНЛС) по данным трансторакальной эхокардиографии сердца. В то же время практически все руководства отмечают его главный

недостаток – субъективный характер и большую вариабельность результатов [1-2]. В связи с этим немалый интерес представляют количественные методы изучения сократимости миокарда на основе оценки деформации (Strain) и скорости деформации (Strain Rate) соответствующих сегментов. Деформация – безразмерная величина, которая представляет собой процент изменения размера миокардиального волокна от состояния в покое до состояния после приложения усилия. Скорость утолщения или укорочения миокардиального волокна называется скоростью деформации. Ультразвуковые системы вычисляют эти показатели на основе следующего алгоритма: скорость деформации рассчитывается по данным

цветовой ТДГ, как скорость взаимного смещения двух точек, находящихся на заданном расстоянии (обычно 9-11 мм). Деформация вычисляется как интеграл от скорости деформации по времени. Деформация может быть как положительной (удлинение), так и отрицательной (укорочение). В норме систолическая деформация радиальных волокон миокарда (в проекции по короткой оси) является положительной и отражает степень систолического утолщения стенки ЛЖ. При исследовании продольных волокон миокарда (из апикальных позиций) скорость систолической деформации и сама деформация имеют отрицательные значения, так как продольные волокна в систолу укорачиваются. Продольное сокращение отражает фактически насосную работу ЛЖ в продольной оси. В норме систолический стрейн миокардиального волокна составляет в среднем -20%. Снижение этого норматива является маркером нарушения деформации[3-6].

Цель исследования – оценить деформационные свойства миокарда ЛЖ у пациентов в разные сроки после трансплантации.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данном исследовании приняли участие 45 пациентов после трансплантации сердца в возрасте от 23 до 62 лет ( $40,3 \pm 2,7$ ).

Контрольная группа состояла из 25 добровольцев без сердечной патологии.

После стандартной трансторакальной эхокар-

диографии (ЭХОКГ) сердца измеряли деформацию миокарда стенок ЛЖ (global strain) в четырехкамерной (ЛЖ 4GS), трехкамерной (ЛЖ 3GS) и двухкамерной (ЛЖ 2GS) проекциях, рассчитывали средний GS. Исследования проводились в следующих сроках: первое – в течение месяца после ОТС, второе – от 1 месяца до 6 месяцев после ОТС, третье – в сроках от 6 до 12 месяцев после ОТС.

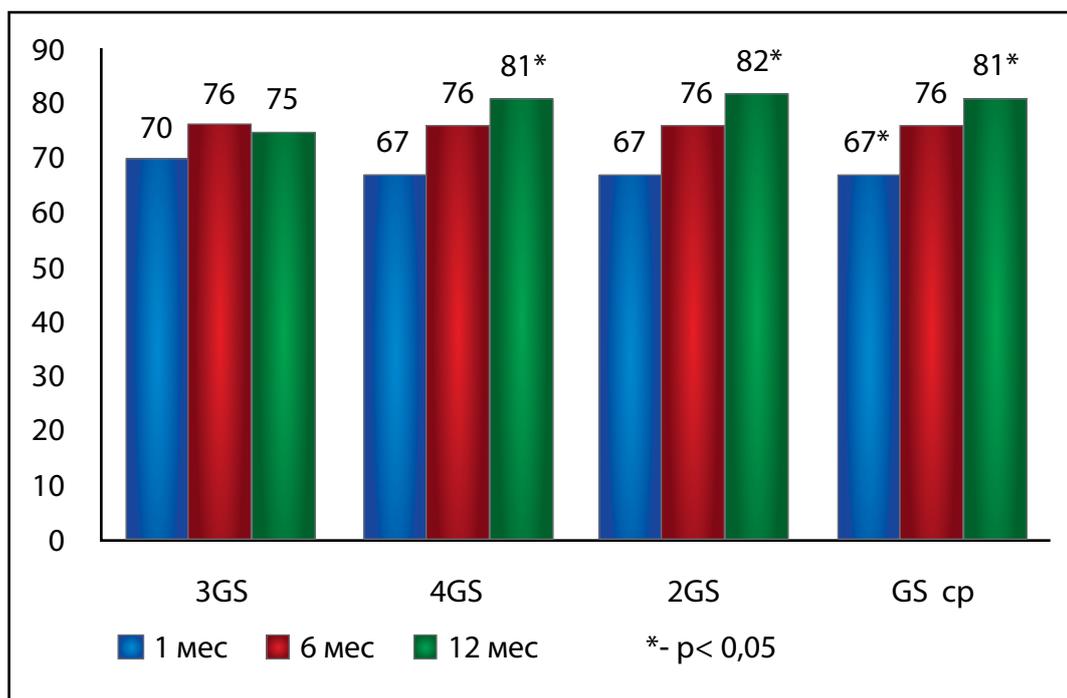
Статистический анализ проводили с использованием пакета компьютерных программ Statistica 6,0. Данные представлены в виде  $M \pm m$  (среднего значения и стандартной ошибки). При оценке динамики показателей различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании в течение 1 месяца после ОТС выявлено изменение деформационных свойств миокарда, о чем свидетельствовало снижение по сравнению с группой здоровых лиц абсолютных значений таких показателей как 2GS, 4GS и GScp. Через 1 месяц после ОТС средние абсолютные величины 2GS, 4GS и GScp были ниже, чем у здоровых лиц, на 33,0% ( $p < 0,05$ ) (рис. 1). В контрольной группе (здоровые добровольцы) значения показателей, характеризующих систолический стрейн миокардиального волокна, составили:  $-19,9 \pm 3,6$  (3GS),  $-21,4 \pm 3,13$  (4GS),  $-22,9 \pm 1,6$  (2GS),  $-21,3 \pm 2,5$  (GScp).

Как видно из рис.1, 2GS оставался ниже значений у здоровых лиц на протяжении 12 месяцев

**Рис. 1 Нормированные по отношению к здоровым лицам показатели деформации миокарда в различные сроки после ОТС**



**Таблица 1. Параметры деформации стенок левого желудочка в зависимости от срока трансплантации**

	<b>3GS</b>	<b>4GS</b>	<b>2GS</b>	<b>GS ср</b>
Группа после ОТС до 1 мес	-13,9±1,0	-14,4±0,9*	-15,1±1,0*	-14,3±0,6*
Группа после ОТС 6 мес	-15,2±1,0	-16,3±1,0	-17,0±0,9*	-16,2±0,7
Группа после ОТС 12 мес	-14,9±1,2	-17,3±0,7	-18,1±0,8*	-17,5±1,2
р 1-6	0,35	0,2	0,2	0,06
р 6-12	0,85	0,4	0,4	0,3
р 1-12	0,51	0,02	0,04	0,01

Примечание: \* – достоверность различий с контрольной группой (p < 0,05)

после ОТС. Однако с увеличением срока наблюдения данный показатель приближался к контрольным величинам. Так, абсолютное значение 2GS было меньше контрольного через 6 месяцев – на 24,0% (p < 0,05), а к 12 месяцу – на 19,0% (p < 0,05). В отличие от 2GS, у показателей 4GS и GS<sub>ср</sub> различия с группой здоровых лиц нивелировались уже к 6 месяцу обследования после ОТС. Средние значения 3GS у пациентов после оперативного вмешательства не отличались от таковых в группе контроля на всех этапах наблюдения.

Известно, что в организме реципиента после включения трансплантата в кровоток его полноценное функционирование начинается спустя некоторое время, необходимое на репарацию повреждений вследствие ишемии/реперфузии, выстраивание регуляторных связей с организмом донора, отсутствующих на первых порах из-за нервно-лимфатической децентрализации, – и все это на фоне постоянного риска кризов отторжения. Поэтому трансплантированные сердца отличаются от нормальных (денервация, время ишемии до трансплантации, иммуносупрессия, диастолическая дисфункция), что отражается на

показателях деформации миокарда ЛЖ [7].

Таблица 1 демонстрирует динамику показателей деформационных свойств миокарда в течение 12 месяцев после ОТС. Несмотря на то, что показатель 2GS на протяжении 12 месяцев не достигал значений контрольной группы, прослеживалась тенденция к его положительной динамике в течение 6 месяцев с достоверным увеличением среднего абсолютного значения к 12 месяцу наблюдения (на 19,9% по сравнению с 1 месяцем, p = 0,04). Аналогично изменялись и показатели 4GS и GS<sub>ср</sub>: отмечено статистически значимое увеличение абсолютных значений к 12 месяцу по сравнению с результатом через 1 месяц после операции (соответственно на 20,1%, p = 0,02 и 22,4%, p = 0,01).

По показателям ФВ ЛЖ не наблюдалось статистически значимых различий между группами пациентов, сформированных в разные сроки после ОТС. Не выявлено также достоверных различий с контрольной группой (табл. 2).

В ряде исследований показано, что с увеличением срока после ОТС гемодинамические показатели и сократимость донорского сердца в покое

**Таблица 2. Параметры фракции выброса левого желудочка в зависимости от срока трансплантации**

	<b>ФВ (Teichholz)</b>	<b>ФВ (Simpson)</b>
Контрольная группа	66,4±3,9	63,9±3,0
Группа после ОТС до 1 мес	71,55±3,5	62,8±2,2
Группа после ОТС 6 мес	70,1±2,6	64,8±2,1
Группа после ОТС 12 мес	69,5±1,8	60,1±1,1
р 1-6	0,7	0,7
р 6-12	0,8	0,5
р 1-12	0,6	0,3

после короткого периода гемодинамической нестабильности в посттрансплантационном периоде достигают нормальных или субнормальных значений у большинства больных после трансплантации. Это можно объяснить тем, что с течением времени донорское сердце приспосабливается к новым условиям работы, но сохраняется ряд факторов, влияющих на сокращение миокарда (денервация, иммуносупрессивная терапия) [7]. В большинстве работ диагностика миокардиальной дисфункции основывается на изменении ФВ ЛЖ, тогда как наше исследование показало, что у пациентов после ОТС на фоне нормальных значений показателей ФВ ЛЖ отмечалось достоверно значимое снижение показателей деформации миокарда. Таким образом, исследование деформации миокарда выявляет миокардиальную дисфункцию до наступления изменений, регистрирующихся при стандартной ЭХОКГ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Через 1 месяц после ОТС на фоне нормальных значений показателей ФВ ЛЖ отмечалось снижение деформационных свойств миокарда с устойчивой тенденцией к их улучшению в течение 6 месяцев после операции. Статистически значимая положительная динамика показателей, характеризующих систолический стрейн миокардиального волокна, наблюдалась к 12 месяцу: абсолютные значения 2GS, 4GS и GS<sub>ср</sub> увеличивались, соответственно, на 19,9%, 20,1% и 22,4% по сравнению с таковыми через 1 месяц после ОТС. Через 12 месяцев по значениям 4GS и GS<sub>ср</sub> пациенты с трансплантированными сердцами не отличались от здоровых лиц.

Полученные результаты показали, что исследование деформации миокарда выявляет миокардиальную дисфункцию до наступления изменений, регистрирующихся при стандартной ЭХОКГ, то есть на ранних этапах ее развития. Так как миокардиальная дисфункция у пациентов после трансплантации может развиваться в результате реакции отторжения и/или васкулопатии трансплантата, оценка деформации миокарда левого желудочка служит объективным критерием при диагностике этих осложнений на ранних этапах с последующей их медикаментозной коррекцией.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хадзегова А.Б., Копелева М.В., Ющук Ю.Н., Габитова Р.Г. Современные возможности тканевой доплерографии и области ее применения. *Сердце* 2010; том 9 №4: 251-260.
2. Тишкова Н.В. Возможности применения метода доплеровской визуализации тканей в кардиологии. *Мед. новости* 2008; №7: 68-72.
3. Сыволап В.В., Колесник М.Ю. Оценка продольной и радиальной систолической деформации миокарда левого желудочка при дилатационной кардиомиопатии (клиническое наблюдение). *Внутренняя медицина* 2008; №5: 11-12.
4. Сидоренко И.В., Вайханская Т.Г., Островский Ю.П. и соавт. Неинвазивная диагностика острого клеточного отторжения трансплантированного сердца. *Кардиология* 2011; №8: 59-65.
5. BonniSyeda, PeterHofer, PhilippPichler. Two-dimensional speckle-tracking strain echocardiography in long-term heart transplant patients: a study comparing deformation parameters and ejection fraction derived from echocardiography and multislice computed tomography. *European Journal of Echocardiography* 2011; 12:490-496.
6. Holly Geyer, Giuseppe Caracciolo, Haruhiko Abe, Susan Wilansky. Assessment of Myocardial mechanics Using speckle Tracking Echocardiography: fundamentals and Clinical Applications. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2010; V23. №4.
7. Мусатов М.И., Козлов В.А. Введение в трансплантологию. Новосибирск: НГУ; 2000: 46-47.