

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ VELOCITY VECTOR IMAGING ДЛЯ ОЦЕНКИ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ И ПАЦИЕНТОВ С ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИЕЙ

УДК 616.124-07+612.12-08

Поступила 3.04.2012 г.



**Е.Б. Шахова**, к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики ФПКВ<sup>1</sup>;  
**М.Л. Будкина**, к.м.н., ассистент кафедры эндокринологии и терапии ФОИС<sup>1</sup>;  
**М.В. Федорова**, к.м.н., врач-кардиолог 3-го кардиохирургического отделения<sup>2</sup>;  
**Б.Е. Шахов**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики ФПКВ, ректор<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005, пл. Минина и Пожарского, 10/1;

<sup>2</sup>Специализированная кардиохирургическая клиническая больница, Н. Новгород, 603136, ул. Ванеева, 209

**Цель исследования** — оценить практические возможности программы Velocity Vector Imaging (VVI) при изучении систолической функции левого желудочка у пациентов с дилатационной кардиомиопатией и у здоровых добровольцев.

**Материалы и методы.** В исследование включены 3 пациента с дилатационной кардиомиопатией и 4 человека без сердечно-сосудистой патологии. Анализ левого желудочка с помощью программы VVI проводили из апикальной четырехкамерной позиции и из парастернальной позиции по короткой оси на уровне папиллярных мышц. Анализировали показатели скорости движения миокарда, деформацию (стрейн), фракцию выброса и объемы левого желудочка.

**Результаты.** Показатели систолической функции левого желудочка при стандартном эхокардиографическом исследовании (методом Симпсона) и с помощью программы VVI имели близкие значения в обеих группах. Показатели продольных и радиальных скоростей движения эндокарда левого желудочка были выше у здоровых обследуемых ( $p < 0,05$ ). У них также выявлена тенденция к уменьшению скоростей от основания левого желудочка к верхушке, тогда как в группе пациентов с дилатационной кардиомиопатией данная тенденция выражена слабее. У пациентов с дилатационной кардиомиопатией наблюдалось относительно равномерное снижение продольных и радиальных скоростей в исследуемых сегментах. По сравнению со здоровыми у пациентов с дилатационной кардиомиопатией показатели продольного стрейна были значительно ниже ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Программа VVI при анализе систолической функции левого желудочка позволяет точно и объективно оценить степень нарушения его сократимости.

**Ключевые слова:** систолическая функция левого желудочка, деформация (стрейн), программа Velocity Vector Imaging.

## English

### The use of Velocity Vector Imaging program to estimate left ventricular systolic function in healthy volunteers and patients with dilated cardiomyopathy

**E.B. Shakhova**, PhD, Associate Professor, the Department of Radiodiagnosis Department, the Faculty of Doctors' Advanced Training<sup>1</sup>;

**M.L. Budkina**, PhD, Tutor, the Department of Endocrinology and Therapy, the Faculty of Overseas Admission<sup>1</sup>;

**M.V. Fedorova**, PhD, Cardiologist, 3<sup>rd</sup> Cardiosurgical Department<sup>2</sup>;

**B.E. Shakhov**, D.Med.Sc., Professor, Head of the Radiodiagnosis Department, the Faculty of Doctors' Advanced Training, Rector<sup>1</sup>

Для контактов: Шахова Екатерина Борисовна, тел. моб. +7 910-796-37-13; e-mail: eshakhova@yandex.ru

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Minin and Pozharsky Square, 10/1, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603005;

<sup>2</sup>Specialized Cardiological Clinical Hospital, Vaneeva St., 209, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603136

**The aim of the investigation** is to estimate the feasibility of Velocity Vector Imaging (VVI) program in studying left ventricular systolic function in patients with dilated cardiomyopathy and healthy volunteers.

**Materials and methods.** The study included 3 patients with dilated cardiomyopathy and 4 patients without cardiovascular pathology. Left ventricle was analyzed using VVI program, from apical four-chamber position and from parasternal position along short axis at the level of papillary muscles. There were analyzed the indices of myocardial motion speed, strain, left ventricular ejection fraction and volume.

**Results.** The indices of left ventricular systolic function in standard echocardiography (using Simpson method) and using VVI program were equal in both groups. Axial and radial velocity of left ventricular endocardium were higher in healthy volunteers ( $p < 0.05$ ). The group of volunteers had the tendency for speed reduction from left ventricular base to apex, while in the group of patients with dilated cardiomyopathy the tendency was less expressed. In patients with dilated cardiomyopathy there was relatively uniform decrease of axial and radial velocities in the studied segments. Compared to healthy volunteers, the patients with dilated cardiomyopathy had lower indices of axial strain ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion.** VVI program in estimating left ventricular systolic function enables to assess accurately and objectively the degree of contractility defect.

**Key words:** left ventricular systolic function, strain, Velocity Vector Imaging program.

Изучение сократительной функции миокарда с помощью эхокардиографии (эхоКГ) традиционно основывается на визуальной оценке движения стенок сердца. Систолическая функция левого желудочка (ЛЖ), как правило, оценивается по фракции выброса, вычисляемой по объемным показателям полости ЛЖ в систолу и диастолу с использованием модифицированного метода Симпсона или других математических приближений. Оценка сегментарной сократимости сопряжена со значительно большими сложностями. Утолщение стенок и их движение визуально можно оценить с помощью двухмерной эхокардиографии. Однако данный подход имеет ряд ограничений, связанных с опытом исследователя и, в некоторых случаях, с качеством ультразвуковой аппаратуры. Кроме того, визуальная оценка не позволяет выявить незначительные нарушения сократительной функции миокарда [1]. Применение методов тканевой доплер-эхоКГ способствует ранней диагностике минимальных функциональных изменений [1, 2], однако их возможности ограничены зависимостью измерений от угла сканирования. Источником погрешностей также является сложное параллельное и ротационное движение, которое совершает сердце в грудной клетке в течение всего кардиоцикла.

Технология визуализации вектора скорости движения миокарда (Velocity Vector Imaging — VVI) дает возможность получить информацию о направлении и величине вектора скорости движения миокарда на протяжении всего сердечного цикла. Эта методика позволяет оценить деформацию, скорость деформации, систолическую и диастолическую функцию желудочков сердца по длинной и короткой оси без учета угловых ограничений, а также провести анализ диссинхронии миокарда. Такой анализ возможен и в технически сложных случаях [1]. Единственным условием является нахождение всего желудочка или зоны интереса в поле зрения на протяжении всего сердечного цикла. Программа VVI позволяет получить график времени и скорости с информацией о скорости относительно выбранной исследователем точки. Вдоль контура эндокарда рассчитываются показатели деформации —

стрейна — и скорости деформации, значения которых также отображаются на соответствующих графиках. С помощью программы VVI можно получить анализ функции желудочков по длинной и короткой оси.

**Цель исследования** — оценить практические возможности программы Velocity Vector Imaging при изучении систолической функции левого желудочка у пациентов с дилатационной кардиомиопатией и у здоровых добровольцев.

**Материалы и методы.** С помощью традиционной эхокардиографии (методом Симпсона) и программы VVI исследовали систолическую функцию ЛЖ у 3 пациентов с дилатационной кардиомиопатией (ДКМП) и у 4 человек без сердечно-сосудистой патологии (контрольная группа).

Средний возраст обследуемых контрольной группы составил 21–25 лет, средний возраст пациентов с ДКМП находился в пределах от 51 до 69 лет.

ЭхоКГ-исследование выполняли всем обследуемым на ультразвуковой диагностической системе Siemens Acuson X300 (Германия) секторным датчиком с частотой 1–5 МГц в В-, М-, D-режимах и режиме цветного доплеровского картирования. При анализе эхоКГ в покое оценивали конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ, конечно-систолический объем (КСО) и фракцию выброса (ФВ). Объемы полости ЛЖ рассчитывали по формуле «площадь–длина» в модификации Симпсона (1989).

Анализ ЛЖ с помощью метода VVI проводили из апикальной четырехкамерной позиции и из парастеральной позиции по короткой оси на уровне папиллярных мышц [3]. Анализировали показатели скорости движения миокарда, деформацию (стрейн), фракцию выброса и объема ЛЖ.

**Результаты и обсуждение.** Сравнение полученных показателей систолической функции ЛЖ при стандартном эхоКГ-исследовании и с помощью VVI выявило их близкие значения как у здоровых добровольцев, так и у пациентов с ДКМП (табл. 1). Показатели объемов ЛЖ в группе пациентов с ДКМП существенно выше, чем у здоровых добровольцев, а показатели ФВ — значительно ниже ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1

**Сравнение показателей систолической функции левого желудочка с использованием метода Симпсона и VVI**

Показатели	Здоровые добровольцы		Пациенты с ДКМП	
	Симпсон	VVI	Симпсон	VVI
КДО, мл	74,5±36,7	71,3±41,1	251,1±26,0	238,7±25,4
КСО, мл	27,5±12,6	29,6±17,6	194,3±20,5	195,30±27,06
ФВ, %	62,5±3,5	58,50±2,08	22,3±7,5	18,3±8,5

Более объективная количественная оценка сократительной функции миокарда ЛЖ была получена с помощью оценки скорости движения миокарда и его деформации. Скорости движения миокарда при исследовании в верхушечном срезе в норме снижаются от основания к верхушке [1, 4, 5]. Программа VVI позволяет оценить продольные и радиальные скорости из апикальной четырехкамерной позиции. Скоростные показатели здоровых обследуемых сравнивали с показателями пациентов с ДКМП (табл. 2).

Анализ продольных и радиальных скоростей движения эндокарда ЛЖ в двух группах показал, что все значения выше у здоровых обследуемых ( $p < 0,05$ ). В этой группе выявлена тенденция к уменьшению скоростей от основания ЛЖ к верхушке, тогда как в группе пациентов с ДКМП данная тенденция выражена слабее. У больных с ДКМП наблюдали относительно равномерное снижение продольных и радиальных скоростей в исследуемых сегментах.

Современное комплексное эхоКГ-исследование с использованием новых технологий включает в себя не только оценку скоростей движения стенок ЛЖ, но и оценку деформации. Ее значения в стандартных сегментах позволяют судить об их сократимости, количественно оценить степень нарушений [4–6]. В норме систолический стрейн миокардиального волокна составляет в среднем около –20%. В сегментах, акинетичных по данным эхоКГ, величина стрейна S достоверно меньше по модулю, чем в гипокинетичных. Критерий  $S < -13\%$ , по данным отечественной и зарубежной литературы, имеет высокую чувствительность (86%) и специфичность (85%) в плане выявления зон нарушения сократимости при ишемии миокарда и остром инфаркте миокарда [1, 6, 7].

Оценка продольного стрейна в группе здоровых добровольцев выявила, что показатели находятся в пределах нормальных значений (в среднем  $-22,30 \pm 2,16\%$ ) (табл. 3). По сравнению со здоровыми в группе пациентов с ДКМП средние значения продольного стрейна были значительно ниже ( $p < 0,05$ ). Наиболее высокий показатель стрейна в группе пациентов с ДКМП наблюдался в базальном переднебоковом сегменте ЛЖ ( $-11,0 \pm 1,6\%$ ), наиболее низкий — в верхушечном переднебоковом сегменте ( $-1,3 \pm 0,6\%$ ).

Средние показатели циркулярного стрейна у здоровых добровольцев в верхушечном переднебоковом и базальном заднеперегородочном сегментах ЛЖ несколько ниже общепринятых нормальных значений

Таблица 2

**Продольные и радиальные скорости сегментов левого желудочка здоровых добровольцев и пациентов с ДКМП, см/с**

Сегменты	Продольные скорости		Радиальные скорости	
	Здоровые добровольцы	Пациенты с ДКМП	Здоровые добровольцы	Пациенты с ДКМП
Базальный переднебоковой	3,406±1,001	1,744±0,788	3,180±0,819	2,019±0,733
Средний переднебоковой	2,523±0,631	1,249±0,922	2,117±0,526	1,335±0,241
Верхушечный переднебоковой	1,854±0,662	1,626±1,347	1,325±0,327	0,254±0,145
Базальный заднеперегородочный	4,558±1,756	2,819±0,360	3,943±0,652	1,369±0,703
Средний заднеперегородочный	2,316±0,602	1,709±0,568	2,269±0,813	0,857±0,694
Апикальный заднеперегородочный	1,788±0,172	0,898±0,479	1,068±0,221	0,480±0,240
Средняя скорость	2,556±0,241	1,713±0,537	2,109±0,480	1,142±0,294

Таблица 3

**Продольный и циркулярный стрейны левого желудочка здоровых добровольцев и пациентов с ДКМП, %**

Сегменты	Продольный стрейн		Циркулярный стрейн	
	Здоровые добровольцы	Пациенты с ДКМП	Здоровые добровольцы	Пациенты с ДКМП
Базальный переднебоковой	-21,0±1,9	-11,0±1,6	-24,0±5,1	-5,0±1,5
Средний переднебоковой	-21,0±3,8	-6,0±1,2	-22,0±5,1	-5,0±2,2
Верхушечный переднебоковой	-21,0±2,0	-1,3±0,6	-15,0±2,0	-5,0±3,3
Базальный заднеперегородочный	-21,0±1,1	-9,0±7,0	-17,0±3,1	-6,0±3,0
Средний заднеперегородочный	-24,0±4,2	-5,0±5,3	-20,0±4,2	-7,0±5,3
Апикальный заднеперегородочный	-22,0±3,6	-4,0±1,4	-24,0±5,0	-3,0±2,3
Среднее значение	-22,30±2,16	-6,05±3,40	-20,3±3,7	-5,2±2,5

(см. табл. 3). Однако исходя из литературных данных [6, 8, 9] можно допустить значения нормальных показателей стрейна в боковой и задней стенках в среднем  $-15 \pm 5\%$ . Показатели циркулярного стрейна у пациентов с ДКМП по сравнению со здоровыми были резко снижены, но в отличие от показателей продольного стрейна выявлено относительно равномерное их снижение.

Таким образом, данные, полученные с помощью метода VVI, объективно свидетельствуют о нарушениях систолической функции ЛЖ у пациентов с ДКМП.

**Заключение.** Программа Velocity Vector Imaging позволяет провести оценку объемов левого желудочка в систолу и диастолу, глобальной фракции выброса. Полученные значения близки данным стандартного эхокардиографического исследования (методом Симпсона) как в группе здоровых добровольцев, так и у пациентов с дилатационной кардиомиопатией.

С помощью VVI можно оценить продольные и радиальные скорости движения эндокарда из апикальной позиции. Скорости движения эндокарда в группе здоровых обследуемых выше, чем в группе пациентов с кардиомиопатией. Этот метод позволяет дать объективную количественную оценку сегментарной сократимости левого желудочка с помощью показателя деформации (стрейна). При исследовании продольного и циркулярного стрейна в группе здоровых добровольцев показатели соответствовали нормальным значениям, а у пациентов с кардиомиопатией были резко снижены. Полученные данные подтверждают, что практическая значимость программы VVI в оценке систолической функции левого желудочка достаточно велика и дает возможность получить более точные и объективные показатели.

#### Литература

1. Васюк Ю.А. Функциональная диагностика в кардиологии: клиническая интерпретация. М: Практическая медицина; 2009; 312 с.
2. Никитин Н.П., Клиланд Д.Д. Применение тканевой миокардиальной доплер-эхокардиографии в кардиологии. *Кардиология* 2002; 3: 66–79.
3. Vannan M.A., Pedrizzetti G., Li P. et al. Effect of cardiac resynchronization therapy on longitudinal and circumferential left ventricular mechanics by velocity vector imaging: description and initial clinical

application of a novel method using high — frame rate B-mode echocardiographic images. *Ecocardiography* 2005; 10: 826–830.

4. Сыволап В.В., Колесник М.Ю. Оценка продольной и радиальной систолической деформации миокарда левого желудочка при дилатационной кардиомиопатии. *Внутренняя медицина* 2008; 5–6(11–12): 20–24.
5. Voight J.U., Flachskampf F.A. Strain and strain rate. New and clinically relevant echo parameters of regional myocardial function. *Z Kardiol* 2004; 93: 249–258.
6. Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф. Тканевое доплеровское исследование миокарда. М: Реал Тайм; 2006; 176 с.
7. Garot J., Derumeaux G.A., Monin J.L. et al. Quantitative systolic and diastolic transmural velocity gradients assessed by M-mode colour Doppler tissue imaging as reliable indicators of regional left ventricular function after myocardial infarction. *Eur Heart J* 1999 Apr; 20(8): 593–603.
8. Алехин М.Н. Тканевой доплер в клинической эхокардиографии. М; 2005; 120 с.
9. Kowalski M., Kukulski T., Jamal F. et al. Can natural strain and strain rate quantify regional myocardial deformation? A study in healthy subjects. *Ultrasound Med Biol* 2001; 27: 1087–1097.

#### References

1. Vasyuk Yu.A. *Funktsional'naya diagnostika v kardiologii: klinicheskaya interpretatsiya* [Functional Diagnosis in Cardiology: clinical interpretation]. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2009; 312 p.
2. Nikitin N.P., Kliland D.D. *Kardiologiya — Cardiology* 2002; 3: 66–79.
3. Vannan M.A., Pedrizzetti G., Li P. et al. Effect of cardiac resynchronization therapy on longitudinal and circumferential left ventricular mechanics by velocity vector imaging: description and initial clinical application of a novel method using high-frame rate B-mode echocardiographic images. *Ecocardiography* 2005; 10: 826–830.
4. Syvolap V.V., Kolesnik M.Yu. *Vnutrennyaya meditsina — Internal Medicine* 2008; 5–6(11–12): 20–24.
5. Voight J.U., Flachskampf F.A. Strain and strain rate. New and clinically relevant echo parameters of regional myocardial function. *Z Kardiol* 2004; 93: 249–258.
6. Tkachenko S.B., Beresten' N.F. *Tkanevoe doplerovskoe issledovanie miokarda* [Tissue Doppler myocardial study]. Moscow: Real Taym; 2006; 176 p.
7. Garot J., Derumeaux G.A., Monin J.L. et al. Quantitative systolic and diastolic transmural velocity gradients assessed by M-mode colour Doppler tissue imaging as reliable indicators of regional left ventricular function after myocardial infarction. *Eur Heart J* 1999 Apr; 20(8): 593–603.
8. Alekhin M.N. *Tkanevoy doppler v klinicheskoy ekhokardiografii* [Tissue Doppler in clinical echocardiography]. Moscow; 2005; 120 p.
9. Kowalski M., Kukulski T., Jamal F. et al. Can natural strain and strain rate quantify regional myocardial deformation? A study in healthy subjects. *Ultrasound Med Biol* 2001; 27: 1087–1097.