



DOI: 10.22363/2313-0245-2017-21-2-219-226

ПРЕДИКТОРЫ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ИНФАРКТ МИОКАРДА

Е.С. Жарикова, С.В. Виллевалде, Ж.Д. Кобалава

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Функциональное восстановление или неблагоприятное ремоделирование поврежденных сегментов миокарда имеет разное прогностическое значение у пациентов с инфарктом миокарда (ИМ). Повышенная скорость пульсовой волны (СРПВ), оценка продольной деформации миокарда являются одними из важных факторов риска сердечно-сосудистых событий в различных клинических условиях. Целью исследования была оценка взаимосвязи между СРПВ и изменениями систолической функции левого желудочка у пациентов, перенесших острый ИМ. Установлено, что повышенная СРПВ и сниженная продольная глобальная деформация являются независимыми предикторами неблагоприятного ремоделирования левого желудочка.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, артериальная жесткость, неблагоприятное ремоделирование ЛЖ

Контактное лицо: Кобалава Жанна Давидовна, зав. кафедрой кардиологии и клинической фармакологии ФПК МР РУДН, 8 (499) 134-65-91, e-mail: zkobalava@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Систолическая функция левого желудочка (ЛЖ) является достоверным индикатором внутрибольничного и долгосрочного [1] прогнозов у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда (ИМ). Известно, что после ИМ у пациентов, у которых применялись чревокожные коронарные вмешательства (ЧКВ), поврежденные сегменты миокарда могут либо полностью восстановить свою функцию, либо подвергнуться ремоделированию с различными прогностическими последствиями [2, 3].

Многочисленные исследования показали, что количество пораженного миокарда является одним из наиболее важных предикторов восстановления систолической функции левого желудочка (ЛЖ) [4, 5].

Ранее для оценки систолической функции миокарда ЛЖ использовали изменение фракции выброса ЛЖ (ФВ). Было проведено множество исследований, посвященных ФВ ЛЖ и ее прогностическому значению для клинического исхода у пациентов с сердечной недостаточностью и ИМ [6].

В современной клинической практике применяются различные методы визуализации поврежденных сегментов миокарда, такие как ПЭТ, МРТ, добутаминавая стресс-эхокардиография. Появление метода оценки глобальной продольной деформации миокарда (GLS) с помощью отслеживания движения пятнистых помогает неинвазивно оценить систолическую функцию ЛЖ. Практически полная автоматизация метода позволяет минимизировать внутриисследовательские погрешности [7, 8].

С другой стороны, увеличение скорости распространения пульсовой волны (СРПВ), неинвазивного показателя сосудистой жесткости [9] является предиктором различных сердечно-сосудистых событий [10]. Увеличение артериальной ригидности отрицательно влияет как на строение, так и на функции сердца [9], что приводит к развитию левожелудочковой гипертрофии, мощному независимому маркеру смертности [11], а также ассоциируется с систолической и диастолической функцией ЛЖ, непрерывно связано с левожелудочково-артериальным сопряжением (ЛЖАС) [12].

В настоящее время имеются ограниченные данные о взаимосвязи СРПВ и восстановления систолической функции у пациентов, перенесших инфаркт миокарда.

Целью исследования была оценка взаимосвязи между СРПВ и изменениями систолической функции ЛЖ у пациентов, перенесших острый ИМ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 112 пациентов с первым инфарктом миокарда, поступивших в кардиореанимационное отделение в течение первых 24 часов от начала заболевания. Всем пациентам было проведено чрезкожное коронарное вмешательство (ЧКВ) со стентированием.

Пациенты, включенные в исследование, были разделены на две группы: пациенты с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) и пациенты с инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (ИМбпST). Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Пациенты с ИМпST против ИМбпST были младше, представлены мужчинами, отличались более высоким АД и ЧСС, уровнем ОХ и ЛПНП.

Таблица 1

Характеристика пациентов, включенных в исследование (n = 112)

Показатель	Общая группа	ИМпST (n = 64)	ИМбпST (n = 48)
Возраст, лет	61 ± 9,8	54,4 ± 6,6	69,8 ± 5,2***
Мужчины, n (%)	76 (68)	64 (100)	12 (25) ***
Курение, n (%)	39 (35)	27 (42)	12 (25) *
ИМТ, кг/м ²	28 ± 3,3	27,8 ± 3,1	28,2 ± 3,7*
САД/ДАД, мм рт. ст.	131,5 ± 7,6 / 81,5 ± 6,5	132,3 ± 7,9 / 83,2 ± 6,6	129,5 ± 7,1 / 79,3 ± 5,8*
ЧСС, уд/мин	65,8 ± 4,1	67,5 ± 3,9	64,5 ± 3,9***
АГ, n (%)	93 (83)	49 (76,5)	44 (91) **
СД, n (%)	8 (7)	0	8 (16)
СН по Killip, n (%)	1 ст 57 (51) 2 ст 55 (49)	41 (64) 23 (36)	16 (34) * 32 (66) *
Общий холестерин (ОХ), ммоль/л	5,6 ± 0,7	5,4 ± 0,7	5,2 ± 0,5
ХС-ЛПНП, ммоль/л	3,76 ± 0,56	3,7 ± 0,6	3,6 ± 0,5*
Тропонин I, нг/мл	0,7 ± 1,3	0,9 ± 1,7	0,3 ± 0,2
Глюкоза плазмы при поступлении / на 5—7-е сутки госпитализации, ммоль/л	8,4 ± 2,1 / 5,4 ± 0,8	8,5 ± 1,6 / 5,2 ± 0,4	8,3 ± 2,8 / 5,7 ± 1,1**

Примечание: Средние величины здесь и далее представлены в виде: M ± SD.

*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001 — достоверность различий по сравнению с группой пациентов с ИМпST

Критериями исключения были: неудовлетворительная визуализация сердца, повторный ИМ, острая недостаточность ЛЖ III—IV по Т. Killip, гемодинамически значимые пороки сердца, гипертрофия и/или перегрузка правых отделов сердца вследствие хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астмы, хронической посттромбоэмболической легочной гипертензии, постоянная форма фибрилляции предсердий.

Экстренная реперфузионная терапия была проведена у всех пациентов, у 57% — в течение первых 6 часов. Для пациентов, госпитализированных с ИМпST, время «дверь-баллон» составляло менее 60 минут. Полная реваскуляризация отмечалась в 60% случаев. Среди основных факторов риска развития ишемической болезни сердца: мужской пол — 68%, артериальная гипертензия (АГ) — 83%, дислипидемия — 70%, курение — 35%.

ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Всем пациентам проводили эхокардиографическое исследование, включая двухмерный режим отслеживания пятнистых структур (2D speckle tracking режим), в течение первых 48 часов от поступления (Т1), через 1 (Т2) и 6 месяцев (Т3) после ИМ (VIVID-7 (General Electric, США) в парастернальном доступе по короткой оси ЛЖ на уровне митрального клапана и верхушки, а также в апикальном доступе (5-х, 4-х и 2-х камерной позиций). Оценка данных эхокардиографии проводилась согласно рекомендациям по оценке камер сердца Американской и Европейской ассоциаций эхокардиографии [13]. Конечный диастолический объем (КДО), конечный систолический объем (КСО) и ФВ ЛЖ определяли по методу Симпсона. Ударный объем (УО), сердечный выброс индексировали относительно площади поверхности тела. Оптимальным значением глобальной продольной деформации миокарда считалось значение $GLS > 20\%$ [13].

Анализ пульсовой волны выполняли методом аппланационной тонометрии лучевой артерии с использованием прибора Sphygmocor (AtCor, Австралия). Скорость распространения пульсовой волны в аорте (СРПВ) измеряли с использованием того же прибора путем последовательной регистрации пульсовой волны на сонной и бедренной артериях.

Все пациенты, включенные в исследование, получали медикаментозную терапию, рекомендованную для лечения ИМ [14, 15].

Неблагоприятным поздним ремоделированием ЛЖ принято считать увеличение КДО и/или КСО на 20% и более в течение первых 6 месяцев после ИМ [16].

Согласно наличию неблагоприятного ремоделирования пациенты были разделены на 2 группы: пациенты с неблагоприятным ремоделированием ЛЖ (ЛЖНР+) и пациенты без неблагоприятного ремоделирования (ЛЖНР–).

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием пакета прикладных статистических программ Statistica 8.0 с применением стандартных алгоритмов вариационной статистики в зависимости от характера распределения данных. Для выявления многомерных зависимостей между различными признаками использовались процедуры многофакторного регрессионного анализа. Различия средних величин и корреляционные связи считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У всех пациентов в начале исследования ФВ ЛЖ была $> 40\%$ ($48,2 \pm 4,7\%$), GLS ниже нормального значения ($14,6 \pm 2,1\%$), а СРПВ > 10 м/с ($11,2 \pm 1,8$ м/с). Через 4 недели после проведенного ЧКВ неблагоприятное ремоделирование встречалось у 12 (10%) пациентов. Характеристика пациентов представлена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика пациентов через 4 недели исследования

Показатель	ЛЖНР– (n = 100)		ЛЖНР+ (n = 12)	
	T1	T2	T1	T2
Возраст	61,4 ± 10,1		61 ± 9,8	
САД, мм рт. ст.	127,2 ± 8,03	126,6 ± 9,4**	131,1 ± 3,7	127,5 ± 7,6**
ДАД, мм рт. ст.	80,5 ± 6,2	81,6 ± 6,9**	90,5 ± 2,7	81,49 ± 6***
ЧСС, уд/мин.	67,8 ± 5,9	65,9 ± 4,4	68,8 ± 6,7	65,1 ± 4,1
ФВЛЖ, %	48,9 ± 4,4	50,5 ± 4,2**	43,2 ± 4,6	47,1 ± 4,07**
GLS, %	14,8 ± 2,1	17,9 ± 3,4*	13,3 ± 1,8	13,6 ± 1,4
КДО, мл	109,6 ± 14,2	119,6 ± 12,4**	115 ± 15	125,8 ± 21,5***
КСО, мл	53,7 ± 7,3	61,4 ± 11,8***	58,4 ± 8,4	65,6 ± 16,3***
УО, мл	56,9 ± 11,2	58,2 ± 12,05***	57,7 ± 10,8	60,2 ± 12,8*
ИММЛЖ, кг/м ²	103,7 ± 16,4	109,7 ± 19,6*	110,1 ± 19,8	113,1 ± 17,6*
СРПВ, м/с	11,1 ± 1,9	9,5 ± 2,3**	12,3 ± 0,2	11,6 ± 0,4**

Примечание: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001 — достоверность различий по сравнению с исходными данными, p < 0,05 — достоверность различий по исходным и достигнутым параметрам между ЛЖНР+ и ЛЖНР–.

Пациенты с ЛЖНР+ против ЛЖНР– отличались более высоким уровнем АД, имели более высокие значения КДО, КСО, УО, ИММЛЖ, но более низкую ФВЛЖ. Также в группе пациентов с ЛЖНР+ отмечается исходно более низкая ФВЛЖ, низкий уровень GLS, но более высокий уровень СРПВ.

В течение 6-месячного периода наблюдения не зарегистрировано случаев рецидива ИМ, летальных исходов, в 25% случаев ФК ХСН > I, ФК стенокардии > I в 14%.

Неблагоприятное ремоделирование встречалось у 81 (72%) пациента. Динамика показателей систолической функции ЛЖ и СРПВ представлена в табл. 3.

Таблица 3

Динамика показателей систолической функции ЛЖ и СРПВ через 6 месяцев исследования

Показатель	ЛЖНР– (n = 31)		ЛЖНР+ (n = 81)	
	T1	T3	T1	T3
ФВЛЖ, %	48,7 ± 3,1	50,3 ± 3,1**	47,4 ± 4,9	48,6 ± 3,8
GLS, %	15,3 ± 1,8	21,5 ± 1,3**	14,4 ± 2,1	16,7 ± 1,9**
СРПВ, м/с	10,7 ± 2,3	8,6 ± 2,1**	11,4 ± 1,6	8,8 ± 2,1**

Примечание: *p < 0,05, **p < 0,01, — достоверность различий по сравнению с исходными данными, p < 0,05 — достоверность различий по исходным и достигнутым параметрам между ЛЖНР+ и ЛЖНР–.

Пациенты с ЛЖНР+ против ЛЖНР– отличались исходно более высокими показателями СРПВ, но более низкими значениями ФВЛЖ и GLS. При сравнении

динамики показателей, оценивающих систолическую функцию ЛЖ, обращает на себя внимание повышение ФВЛЖ в обеих группах пациентов через 6 месяцев исследования, при недостижении оптимальных значений продольной деформации ЛЖ у пациентов из группы ЛЖНР+.

При проведении корреляционного анализа обнаружены обратные связи между повышенной СРПВ и Δ GLS ($r = -0,31$, $p < 0,05$), а также между GLS и неблагоприятным ремоделированием ЛЖ через 6 месяцев ($r = -0,75$, $p < 0,05$).

При проведении многофакторного регрессионного анализа установлены независимые предикторы неблагоприятного ремоделирования ЛЖ у пациентов, перенесших ИМ: исходная ФВ $< 50\%$ (ОШ 47,4, 95% ДИ 46,5—48,4), исходная СРПВ $> 10,5$ (ОШ 11,7, 95% ДИ 11,3—12,1), исходная GLS $< 15\%$ (ОШ 11,7, 95% ДИ 11,3—12,1).

ОБСУЖДЕНИЕ

В многочисленных исследованиях была продемонстрирована значимость эхокардиографических исследований, особенно с применением современных методик определения деформации, при оценке функционального состояния миокарда [17].

Результаты нашего исследования подтверждают важность определения GLS наряду со стандартными параметрами систолической функции ЛЖ у пациентов, перенесших ИМ и леченных с помощью ЧКВ.

Изменение параметров GLS показало более раннюю динамику как восстановления после ИМ, так и раннее выявление группы риска пациентов, тогда как стандартные показатели (КДО, ФВ ЛЖ), напротив, показали более позднюю динамику.

Таким образом, можно говорить о том, что исходно низкое значение GLS и недостижение оптимального уровня уже через 4 недели является значимым независимым предиктором развития неблагоприятного ремоделирования ЛЖ [17].

Willum-Hansen et al. исследовали артериальную жесткость в общей популяции и выдвинули связь между жесткостью аорты и сердечно-сосудистыми событиями и смертностью [18]. Аортальная жесткость оказывает неблагоприятное влияние на целостность артериальной стенки, коронарную перфузию и функцию левого желудочка у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Таким образом, сниженная артериальная эластичность увеличивают нагрузку на ЛЖ и потребность миокарда в кислороде, тем самым ухудшая работу ЛЖ и коронарного кровотока [19, 20].

Таким образом, определяя исходное значение СРПВ у пациентов, перенесших ИМ, мы еще на госпитальном этапе можем выявить группу пациентов, у которых более высокий риск развития неблагоприятного ремоделирования ЛЖ и которые нуждаются в более тщательном наблюдении и подборе терапии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спустя 6 месяцев наблюдений неблагоприятное ремоделирование ЛЖ встречалось у 72% пациентов и у них чаще наблюдалось снижение продольной глобальной деформации ЛЖ. Исходно более высокий уровень СРПВ связан с менее эффективным восстановлением систолической функции ЛЖ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Haim M., Battler A., Behar S. et al. Acute coronary syndromes complicated by symptomatic and asymptomatic heart failure: does current treatment comply with guidelines? // *Am Heart J.* 2004. 147: 859—864.
- [2] Solomon S.D., Glynn R.J., Greavers S., et al. Recovery of ventricular function after myocardial infarction in the reperfusion era: the healing and early after load reducing therapy study // *Ann Intern Med.* 2001;134:451—8.
- [3] Sciagra R., Sestini S., Bolognese L., Cerisano G., Buonamici P., Pupi A. Comparison of dobutamine echocardiography and 99-mTc-sestamibi tomography for prediction of left ventricular ejection fraction outcome after acute myocardial infarction treated with successful primary coronary angioplasty // *J Nucl Med.* 2002;43:8—14.
- [4] Picano E., Sicari R., Landi P., et al. Prognostic value of myocardial viability in medically treated patients with global left ventricular dysfunction early after an acute uncomplicated myocardial infarction: a dobutamine stress echocardiography study // *Circulation* 1998;98:1078—84.
- [5] Swinburn J.M.A., Lahiri A., Senior R. Intravenous myocardial contrast echocardiography predicts recovery of dyssynergic myocardium early after acute myocardial infarction // *J Am Coll Cardiol* 2001;38:19—25.
- [6] Cameli M., Mondillo S., Solari M. et al. Echocardiographic assessment of left ventricular systolic function: from ejection fraction to torsion // *Heart Fail Rev.* 2016. (21):77—94.
- [7] Belghitia H., Brette S., Lafitte S., et al. Automated function imaging: a new operator-independent strain method for assessing left ventricular function // *Arch Cardiovasc Dis.* 2008;101:163—9.
- [8] Amundsen B.H., Helle-Valle T., Edvardsen T., et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle-tracking echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging // *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:789—93.
- [9] Laurent S., Cockcroft J., Van Bortel L., Boutouyrie P. et al. European network for non-invasive investigation of large arteries: expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications // *Eur Heart J.* 2006. 27(21):2588—2605.
- [10] Vlachopoulos C., Aznaouridis K., Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis // *J Am Coll Cardiol* 2010. 55(13): 1318—1327.
- [11] Ben-Shlomo Y., Spears M., Boustred C. et al., Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant meta-analysis of prospective observational data from 17,635 subjects // *J Am Coll Cardiol.* 2014. 63(7):636—646.
- [12] Milewska A., Minczykowski A., Krauze T. et al. Prognosis after acute coronary syndrome in relation with ventricular-arterial coupling and left ventricular strain // *International Journal of Cardiology.* 2016. 220:343—348.
- [13] Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *J Am Soc Echocardiogr.* 2015. 28:1—39.
- [14] Ph. Gabriel Steg, Stefan K. James, Dan Atar et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC) // *Eur Heart J.* 2012. 33 (20): 2569—2619.
- [15] Marco Roffi, Carlo Patrono, Jean-Philippe Collet et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC) // *Eur Heart J.* 2016. 37 (3): 267—315.
- [16] Hyun-Min Na, Goo-Yeong Cho, Joo Myung Lee, Echocardiographic Predictors for Left Ventricular Remodeling after Acute ST Elevation Myocardial Infarction with Low Risk Group: Speckle Tracking Analysis // *J Cardiovasc Ultrasound.* 2016. 24(2): 128—134.

- [17] Antonello D'Andrea, Rosangela Cocchia, Pio Caso et al. Global longitudinal speckle-tracking strain is predictive of left ventricular remodeling after coronary angioplasty in patients with recent non-ST elevation myocardial infarction // *Int J Cardiol*. 2011. 153(2):185—91.
- [18] Willum-Hansen T., Staessen J.A., Torp-Pedersen C., Rasmussen S., Thijs L., Ibsen H., Jeppesen J. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population // *Circulation*. 2006. 113: 664—7080.
- [19] Sairaku A., Eno S., Hondo T., Teragawa H., Nakano Y., Matsuda K., Kisaka T., Kihara Y. Head-to-head comparison of the cardio-ankle vascular index between patients with acute coronary syndrome and stable angina pectoris // *Hypertens Res*. 2010. 33: 1162—6.
- [20] Selwaness M., van den Bouwhuijsen Q., Mattace-Raso F.U., Verwoert G.C., Hofman A., Franco O.H., Witteman J.C., van der Lugt A., Vernooij M.W., Wentzel J.J. Arterial stiffness is associated with carotid intraplaque hemorrhage in the general population: the Rotterdam study // *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014. 34: 927—32.

DOI: 10.22363/2313-0245-2017-21-2-219-226

PREDICTORS OF ADVERSE LEFT VENTRICULAR REMODELING IN PATIENTS AFTER MYOCARDIAL INFARCTION

E.S. Zharikova, S.V. Villevalde, Z.D. Kobalava

RUDN University, Moscow, Russia

Summary. Functional recovery or irreversible negative remodeling of injured myocardial segments has different prognostic implication in patients with myocardial infarction (MI) undergoing coronary percutaneous intervention (PCI). Increased pulse wave velocity (PWV), a non-invasive index of arterial stiffness, is one of the important risk factors of cardiovascular events in different clinical conditions. The aim of the study was to assess the relationship between PWV and changes of left ventricular (LV) systolic function in patients with acute MI. Adverse cardiac remodeling was revealed in 72% of patients and they more often had non-recovery of left ventricular longitudinal function. Higher baseline PWV is associated with less effective recovery of LV function.

Key words: myocardial infarction, arterial stiffness, adverse LV remodeling

REFERENCES

- [1] Haim M., Battler A., Behar S. et al. Acute coronary syndromes complicated by symptomatic and asymptomatic heart failure: does current treatment comply with guidelines? *Am Heart J*. 2004. 147: 859—864.
- [2] Solomon S. D., Glynn R. J., Greavers S., et al. Recovery of ventricular function after myocardial infarction in the reperfusion era: the healing and early after load reducing therapy study. *Ann Intern Med*. 2001;134:451—8.
- [3] Sciaga R., Sestini S., Bolognese L., Cerisano G., Buonamici P. & Pupi A. Comparison of dobutamine echocardiography and 99-mTc-sestamibi tomography for prediction of left ventricular ejection fraction outcome after acute myocardial infarction treated with successful primary coronary angioplasty. *J Nucl Med*. 2002;43:8—14.
- [4] Picano E., Sicari R., Landi P., et al. Prognostic value of myocardial viability in medically treated patients with global left ventricular dysfunction early after an acute uncomplicated myocardial infarction: a dobutamine stress echocardiography study. *Circulation* 1998;98:1078—84.
- [5] Swinburn J. M. A., Lahiri A. & Senior R. Intravenous myocardial contrast echocardiography predicts recovery of dyssynergic myocardium early after acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:19—25.

- [6] Matteo Cameli, Sergio Mondillo, Marco Solari et al. Echocardiographic assessment of left ventricular systolic function: from ejection fraction to torsion. *Heart Fail Rev*. 2016. (21):77—94.
- [7] Belghithia H., Brette S., Lafitte S., et al. Automated function imaging: a new operator-independent strain method for assessing left ventricular function. *Arch Cardiovasc Dis*. 2008;101:163—9.
- [8] Amundsen B. H., Helle-Valle T., Edvardsen T., et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle-tracking echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:789—93.
- [9] Laurent S., Cockcroft J., Van Bortel L., Boutouyrie P. et al., European network for non-invasive investigation of large arteries: expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J*. 2006. 27(21):2588—2605.
- [10] Vlachopoulos C., Aznaouridis K. & Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2010. 55(13): 1318—1327.
- [11] Ben-Shlomo Y., Spears M., Boustred C. et al. Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant meta-analysis of prospective observational data from 17,635 subjects. *J Am Coll Cardiol*. 2014. 63(7):636—646.
- [12] Milewska A., Minczykowski A., Krauze T. et al. Prognosis after acute coronary syndrome in relation with ventricular-arterial coupling and left ventricular strain. *International Journal of Cardiology*. 2016. 220:343—348.
- [13] Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015. 28:1—39.
- [14] Ph. Gabriel Steg, Stefan K. James, Dan Atar et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2012. 33 (20): 2569—2619.
- [15] Marco Roffi, Carlo Patrono, Jean-Philippe Collet et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2016. 37 (3): 267—315.
- [16] Hyun-Min Na, Goo-Yeong Cho & Joo Myung Lee. Echocardiographic Predictors for Left Ventricular Remodeling after Acute ST Elevation Myocardial Infarction with Low Risk Group: Speckle Tracking Analysis. *J Cardiovasc Ultrasound*. 2016. 24(2): 128—134.
- [17] Antonello D'Andrea, Rosangela Cocchia, Pio Caso et al. Global longitudinal speckle-tracking strain is predictive of left ventricular remodeling after coronary angioplasty in patients with recent non-st elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol*. 2011. 153(2):185—91.
- [18] Willum-Hansen T., Staessen J. A., Torp-Pedersen C., Rasmussen S., Thijs L., Ibsen H. & Jepsen J. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population. *Circulation*. 2006. 113: 664—7080.
- [19] Sairaku A., Eno S., Hondo T., Teragawa H., Nakano Y., Matsuda K., Kisaka T. & Kihara Y. Head-to-head comparison of the cardio-ankle vascular index between patients with acute coronary syndrome and stable angina pectoris. *Hypertens Res*. 2010. 33: 1162—6.
- [20] Selwaness M., van den Bouwhuisen Q., Mattace-Raso F. U., Verwoert G. C., Hofman A., Franco O. H., Witteman J. C., van der Lugt A., Vernooij M. W. & Wentzel J. J. Arterial stiffness is associated with carotid intraplaque hemorrhage in the general population: the Rotterdam study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014. 34: 927—32.