

Продольная деформация левого желудочка и состояние коронарного кровотока у пациентов с высоким нормальным артериальным давлением

О. Н. Чевпьянская, М. В. Дударев, А. В. Мельников

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ижевск, Россия

Контактная информация:

Чевпьянская Оксана Николаевна,
ГБОУ ВПО «Ижевская ГМА» Минз-
драва России, ул. Коммунаров, д. 281,
Ижевск, Россия, 426034.
Тел.: +7(3412)52-62-01.
Факс: +7(3412)65-81-67.
E-mail: chevoks@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию
17.01.16 и принята к печати 01.06.16.*

Резюме

Актуальность. Популяционные исследования продемонстрировали наличие прямой взаимосвязи между уровнем артериального давления (АД) и риском сердечно-сосудистых осложнений. Повышение АД (даже в пределах высоких нормальных значений) у молодых сопряжено с ранним вовлечением в процесс органов-мишеней. Вместе с тем начальные структурно-функциональные изменения миокарда при повышении АД изучены недостаточно. Современные возможности ультразвуковой диагностики (появление широкополосных высокочастотных трансторакальных датчиков, внедрение технологии второй тканевой гармоник, развитие методики «speckle tracking» эхокардиографии) позволяют оценить состояние коронарного кровотока и выявить наиболее ранние признаки дисфункции миокарда левого желудочка (ЛЖ). **Цель исследования** — оценить продольную деформацию ЛЖ и состояние кровотока на уровне передней нисходящей артерии (ПНА) и перфорантных артерий (ПА) у молодых пациентов с высоким нормальным АД (ВНАД). **Материалы и методы.** В исследование включено 43 мужчины в возрасте от 18 до 27 лет, в зависимости от уровня офисного АД разделенных на 2 группы: в первую вошли пациенты с ВНАД, во вторую — лица с оптимальными и нормальными значениями АД. Всем проводилось стандартное физикальное обследование; состояние сердца оценивалось по данным трансторакальной эхокардиографии. В импульсном доплеровском режиме осуществлялась регистрация спектров потока в ПНА и в верхушечной ПА. Функциональное состояние миокарда ЛЖ оценивалось методом «speckle tracking» эхокардиографии с анализом глобальной продольной деформации. **Результаты.** Традиционные параметры, характеризующие состояние систолической и диастолической функции ЛЖ у пациентов с ВНАД были сопоставимы с таковыми у здоровых людей. В группе лиц с предгипертензией зафиксировано значимое снижение глобальной продольной сократимости, при этом значения данного показателя обратно коррелировали с уровнем систолического АД. У пациентов с ВНАД зарегистрировано значимое снижение максимальной диастолической скорости кровотока в ПА. **Выводы.** Наиболее ранним доклиническим маркером сократительной дисфункции миокарда у лиц с ВНАД является снижение глобального

продольного стрейна. У пациентов с предгипертензией отмечается снижение максимальной скорости диастолического кровотока в перфорантных артериях.

Ключевые слова: высокое нормальное артериальное давление, глобальная продольная деформация, коронарный кровоток

Для цитирования: Чевпянская О. Н., Дударев М. В., Мельников А. В. Продольная деформация левого желудочка и состояние коронарного кровотока у пациентов с высоким нормальным артериальным давлением. Артериальная гипертензия. 2016;22(3):282–290. doi:10.18705/1607-419X-2016-22-3-282-290.

Strain rate and the coronary blood flow in patients with high normal blood pressure

O. N. Chevplyanskaya, M. V. Dudarev, A. V. Mel'nikov

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia

Corresponding author:

Oksana N. Chevplyanskaya,
Izhevsk State Medical Academy,
281 Kommynarov street, Izhevsk,
426034 Russia.
Phone: +7(3412)52–62–01.
Fax: +7(3412)65–81–67.
E-mail: chevoks@yandex.ru

Received 17 January 2016;
accepted 1 June 2016

Abstract.

Background. The population studies demonstrated the direct relationship between blood pressure (BP) level and risk of cardiovascular complications. The BP elevation (even within high normal values) in the young adults is associated with early involvement of target organs. Moreover, the initial myocardial structural and functional changes associated with BP increase are not studied completely. Modern ultrasound diagnostic opportunities (development of high frequency broadband transthoracic transducer, implementation of Tissue harmonic imaging and development of “speckle tracking” echocardiography method — STE) allow to assess the coronary blood flow status and to reveal the earliest signs of left ventricle (LV) myocardial dysfunction. **The aim of our study** is to assess the LV longitudinal deformation and coronary blood flow at the level of left anterior descending (LAD) artery and perforant arteries (PA) in young patients with high normal BP (HNBP). **Design and methods.** The study involved 43 men aged 18–27 years old, who were divided into 2 groups depending on office BP level. The first group consists of the subjects with HNBP, the second group included persons with optimal and normal BP values. The standard physical examination was performed in all patients. Heart condition was assessed by transthoracic EchoCG data. The registration of blood flow spectrum in LAD and in apical PAs was performed by impulse Doppler regimen. LV functional status was assessed by STE with global longitudinal strain analysis. **Results.** The traditional parameters of systolic and diastolic LV function were comparable in patients with HNBP and in healthy subjects. In patients with prehypertension a significant decrease of global strain rate was registered; they negatively correlate with systolic BP. In patients with HNBP the significant decrease of maximal diastolic blood flow rate in PA was registered. **Conclusions.** The earliest preclinical sign of myocardial contractile dysfunction in the subjects with HNBP is the decrease of global longitudinal strain. In patients with prehypertension the decrease of maximal diastolic blood flow rate in performant arteries is found.

Key words: high normal blood pressure, global longitudinal strain, coronary blood flow

For citation: Chevplyanskaya ON, Dudarev MV, Mel'nikov AV. Strain rate and the coronary blood flow in patients with high normal blood pressure. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2016;22(3):282–290. doi:10.18705/1607-419X-2016-22-3-282-290.

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) остается важнейшей медицинской проблемой для большинства стран мира. По данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ, распространенность АГ в России составляет 33,8% и значительно чаще регистрируется у мужчин — в 41,1% [1]. Кроме того, в нашей стране отмечается ежегодное увеличение числа лиц с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД) [2]. В длительных популяционных исследованиях убедительно продемонстрировано наличие прямой взаимосвязи между уровнем артериального давления (АД) (начиная со 115/75 мм рт. ст.) и риском сердечно-сосудистых заболеваний, а также их осложнений [3]. Результаты крупных клинических исследований последних лет свидетельствуют о положительном влиянии более интенсивного, «жесткого» контроля систолического АД (САД) (целевые значения — менее 120–130 мм рт. ст.) на частоту осложнений АГ [4, 5]. Имеются данные, что предгипертензия в молодом возрасте способствует более раннему поражению органов-мишеней [6]; во многом характер дальнейшего течения АГ определяется развитием структурно-функциональной перестройки сердца и сосудов [7].

Как известно, субклиническим признаком поражения миокарда при АГ является гипертрофия левого желудочка (ЛЖ), подтвержденная данными электрокардиографии или эхокардиографии (ЭхоКГ) [8, 9]. Вместе с тем выявление более ранних начальных структурно-функциональных изменений сердца при повышении АД позволило бы по-новому взглянуть на проблему диспансерного наблюдения за пациентами с ВНАД, а возможно, целесообразности более раннего назначения антигипертензивной терапии. В последние годы значительно возросла роль методов неинвазивной визуализации коронарных артерий. Появление широкополосных высокочастотных трансторакальных ультразвуковых датчиков, внедрение технологии второй тканевой гармоник и эхоконтрастных препаратов позволили получать качественное серошкальное и доплеровское изображение дистальных отделов передней нисходящей и верхушечной артерий [10, 11]. Имеется ряд публикаций о ламинарном кровотоке у здоровых лиц и больных ишемической болезнью сердца, не имеющих значимых коронарных стенозов, в ряде крупных исследований изучены доплерографические особенности турбулентного кровотока при стенозах магистральных коронарных артерий [10]. Вместе с тем стоит отметить, что состояние коронарного кровотока в передней нис-

ходящей артерии (ПНА) и перфорантных артериях (ПА) у лиц с предгипертензией на сегодняшний день изучено недостаточно [11, 12].

Серьезные изменения коснулись и методов неинвазивной количественной оценки сократимости миокарда. Продемонстрирована возможность методики «speckle tracking» ЭхоКГ для оценки состояния миокарда на ранних стадиях АГ [13]. Указанный подход имеет ряд преимуществ: отсутствие зависимости от угла сканирования и высокой частоты кадров, высокая точность и воспроизводимость результатов. Методика «speckle tracking» основана на определении скорости движения миокарда при помощи отслеживания акустических маркеров — спеклов, которые представляют собой фрагмент серошкального ультразвукового изображения миокарда размером от 20 до 40 пикселей, с последующей компьютерной обработкой изображения по специальному алгоритму [14]. На сегодняшний день технология «speckle tracking» ЭхоКГ является хорошей альтернативой инвазивным методам диагностики и позволяет оценить глобальную и региональную функции миокарда.

Цель исследования — оценить продольную деформацию ЛЖ и состояние кровотока на уровне ПНА и ПА у молодых пациентов с ВНАД.

Материалы и методы

В обследование включено 43 мужчины в возрасте от 18 до 27 лет. Все пациенты в зависимости от уровня АД были разделены на 2 группы. В 1-ю группу ($n = 30$) вошли пациенты с ВНАД (АД 130–139/85–89 мм рт. ст.). Во 2-ю группу (группу контроля, $n = 13$) включены лица с оптимальными и нормальными значениями АД. Пациенты включались в исследование после трехкратного офисного измерения АД с интервалом в 2–3 минуты (при анализе учитывалось среднее из трех измерений) в ходе двух визитов. По данным анамнеза оценивалась длительность повышения АД.

Критерии включения в исследование: в 1-ю группу включались пациенты с уровнем систолического АД (САД) 130–139 мм рт. ст., диастолического АД (ДАД) 85–89 мм рт. ст., не получавшие ранее антигипертензивной терапии; во 2-ю группу — лица с уровнем САД ≤ 129 мм рт. ст., ДАД ≤ 84 мм рт. ст.; возраст пациентов сравниваемых групп — 18–27 лет; подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения: АГ, сахарный диабет, патология почек, врожденные и приобретенные пороки сердца, наличие острых заболеваний на момент включения.

Протокол проводимого исследования был одобрен комитетом по биомедицинской этике при Министерстве здравоохранения Российской Федерации Ижевской государственной медицинской академии. Протокол заседания № 404 от 25 февраля 2014 года. Всем пациентам проводилось стандартное физикальное обследование. Состояние сердца оценивали по данным трансторакальной ЭхоКГ на аппарате экспертного класса General Electric Vivid 7 (GE Healthcare, США) с применением импульсно-волнового и цветного доплера. В М-режиме оценивали толщину задней стенки ЛЖ, толщину межжелудочковой перегородки. В ходе исследования определяли массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ) и индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ). За критерий гипертрофии миокарда ЛЖ принимали значение ИММЛЖ $> 115 \text{ г/м}^2$ [8]. Оценивали объемы левого предсердия (ЛП) и правого предсердия (ПП) ($V_{\text{ЛП}}$, $V_{\text{ПП}}$) и их индексированные показатели в пересчете на площадь поверхности тела (ППТ). Для оценки диастолической функции ЛЖ оценивали отношение пиковой скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к пиковой скорости позднего диастолического наполнения ЛЖ (E/A), время замедления раннего диастолического трансмитрального потока (DTE), время изоволюметрического расслабления ЛЖ (IVRT), рассчитывалось отношение E к максимальной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу (E/E'). Всем пациентам проводился расчет давления заклинивания в легочной артерии (ДЗЛА) ($\text{ДЗЛА} = 1,9 + 1,24 \times (E/E')$, где E — максимальная скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ, E' — максимальная скорость раннего диастолического движения фиброзного кольца митрального клапана [15]. Определяли конечный диастолический объем (КДО), конечный систолический объем (КСО), конечный систолический размер (КСР), конечный диастолический размер (КДР) ЛЖ, рассчитывали фракцию выброса (ФВ) ЛЖ по методу Симпсона. Систолическую функцию считали нормальной при ФВ ЛЖ $> 50\%$ [9].

Исследование коронарного кровотока проводилось с использованием второй тканевой гармоники без эхоконтрастного усиления с помощью трансторакального широкополосного секторного матричного датчика с частотой сканирования 1,7–3,4 МГц. Визуализация ПНА осуществлялась в дистальной трети из модифицированной двух- или пятикамерной позиции из апикального доступа дистальнее передней латеральной папиллярной мышцы [16]. В толще передней стенки верхушечного сегмента осуществлялась визуализация ПА, отходящей от дистального отдела субэпикардальной ПНА. В последующем в импульсном доплеровском ре-

жиме осуществлялась регистрация спектров потока в ПНА и в верхушечной ПА с оценкой интеграла скорости (FVI), максимальной (V_{max}) и средней скоростей (V_{mean}) потоков в период диастолы.

Для функциональной характеристики миокарда ЛЖ использовался метод «speckle tracking» ЭхоКГ и оценивалась глобальная продольная деформация (global longitudinal peak strain, GLPS). Исследование выполнено в В-режиме из трех верхушечных позиций (по длинной оси, двухкамерной и четырехкамерной позиций) с частотой кадров 80–90 в 1 секунду. После анализа продольной деформации для всех верхушечных позиций программой автоматически рассчитывалось значение показателей для всех 17 анализируемых сегментов и значения GLPS. В ходе исследования у всех пациентов достигнута оптимальная визуализация ЛЖ. При наличии артефактов или некорректного расчета проводилась дополнительная запись кинопетли.

Статистический анализ полученных данных проводился с помощью пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft, Inc, США). Данные описательной статистики представлены в виде медианы и межквартильного размаха. Качественные признаки представлены в виде абсолютных (n) и относительных (%) частот. Межгрупповое сравнение проводили с использованием U-критерия Манна-Уитни. При сравнении качественных признаков в независимых совокупностях пользовались точным критерием Фишера. Для оценки степени взаимосвязи количественных признаков рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона. Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Средний возраст пациентов 1 группы составил $22,6 \pm 2,4$ года, 2 группы — $24 \pm 2,7$ года ($p = 0,19$). Уровень офисного САД в группе пациентов с ВНАД составил 134 (132; 138) мм рт. ст., ДАД — 81 (80; 87) мм рт. ст.; в группе контроля значения САД и ДАД были существенно ниже — 119 (112; 122) мм рт. ст. и 74 (72; 76) мм рт. ст. соответственно ($p = 0,00001$). Диапазон длительности повышения АД составил от 1 до 7 лет. Между пациентами 1 и 2 групп не выявлено существенных различий по частоте сердечных сокращений: 73,5 (64; 79) и 71,5 (68; 84) ударов в минуту соответственно ($p = 0,98$). Пациенты сравниваемых групп отличались по индексу массы тела (ИМТ): значение показателя у лиц с ВНАД — 25,38 (23,16; 28,44) кг/м^2 , во 2-й группе — 21,65 (18,89; 25) кг/м^2 ($p = 0,034$). Зафиксирована прямая корреляция между значениями САД и ИМТ ($r = 0,54$; $p < 0,05$), а также между длительностью повышения АД и ИМТ ($r = 0,56$; $p < 0,05$).

ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПАЦИЕНТОВ СРАВНИВАЕМЫХ ГРУПП

Параметр	Группа 1 (n = 30)	Группа 2 (n = 13)	p
КДО ЛЖ, мл	113 (112; 125)	97,5 (76; 110)	0,041
КСО ЛЖ, мл	42,6 (39; 50)	32,5 (23; 40)	0,019
ФВ, %	62 (60; 65)	67,5 (63; 71,5)	нз*
КДР ЛЖ, мм	52 (50,8; 55)	47 (45; 50)	нз*
КСР ЛЖ, мм	30,2 (29; 32)	27,5 (25; 31)	нз*
ИММЛЖ, г/м	82,7 (76,5; 95)	79,6 (73,9; 85,3)	нз*
GLPS, %	-19,4 (-20,1; -18,1)	-21,4 (-22,4; -20,9)	0,0077
V ЛП, мл	42 (36; 54)	41 (71; 77,5)	нз*
V ЛП/ППТ, мл/м ²	22,2 (17,7; 25)	22,6 (17,8; 24,3)	нз*
V ПП, мл	33 (28; 40)	37 (25; 38)	нз*
V ПП/ППТ, мл/м ²	16,2 (14,8; 19)	20,6 (14; 21,7)	нз*
СИ, л/мин/м ² *	3,3 (2,9; 3,4)	3,4 (2,5; 3,7)	нз*
УО, мл*	86,6 (81; 92)	74,5 (64,5; 89,5)	нз*
Е/А	1,43 (1,25; 1,8)	1,44 (1,26; 1,7)	нз*
Е/Е'	4,8 (4,4; 5,4)	4,6 (4,1; 5,4)	нз*
ДЗЛА, мм рт. ст.	7,9 (7,3; 8,4)	7,2 (7,0; 8,2)	нз*
DTE мс	155 (140; 177)	166 (133; 177)	нз*
IVRT, мс	52 (48; 55)	50 (42,5; 52)	нз*

Примечание: ПНА — передняя нисходящая артерия; V_{мах} — максимальная скорость кровотока в диастолу в передней нисходящей артерии; V_{mean} — средняя скорость кровотока в диастолу в передней нисходящей артерии; FVI — интеграл скорости кровотока в передней нисходящей артерии; ПА — перфорантная артерия; V_{мах} — максимальная скорость кровотока в диастолу в перфорантных артериях; V_{mean} — средняя скорость кровотока в диастолу в перфорантных артериях; FVI — интеграл скорости кровотока в перфорантных артериях; СИ — сердечный индекс; УО — ударный объем; нз — различия незначимы (p > 0,05).

Параметры ЭхоКГ пациентов сравниваемых групп представлены в таблице 1.

По данным проведенного исследования ни у одного пациента не было зафиксировано признаков гипертрофии ЛЖ. Значения ИММЛЖ в сравниваемых группах не отличались. У обследованных пациентов не зарегистрировано патологических значений ФВ ЛЖ. Вместе с тем у пациентов 1-й группы зафиксированы более высокие значения КСО ЛЖ и КДО ЛЖ. Традиционные доплер-ЭхоКГ показатели, характеризующие диастолическую функцию ЛЖ (отношение Е/А трансмитрального кровотока, Е/Е', IVRT, DTE), в группе пациентов с ВНАД не отличались от соответствующих показателей группы контроля. Показатели ДЗЛА в обеих группах исследования были сопоставимы и в пределах нормы.

Особое внимание в исследовании было уделено выявлению «ранних» ЭхоКГ признаков дисфункции миокарда; у всех пациентов оценивалась GLPS методом «speckle tracking» ЭхоКГ. Согласно полученным нами результатам, в группе лиц с пред-

гипертензией значение GLPS было значимо ниже, чем у здоровых (табл. 1, рис. 1). Отметим, что среди пациентов 1-й группы уменьшение GLPS менее -20% отмечалось в 59,3% случаев; в группе сравнения значимого снижения данного показателя зафиксировано не было (p = 0,018).

Проведенный корреляционный анализ в группе пациентов с ВНАД выявил обратную зависимость значений GLPS с уровнем САД (r = -0,72; p < 0,05), а также — длительностью повышения АД (r = -0,75; p < 0,05). Кроме того, зафиксирована обратная корреляция GLPS с КДО ЛЖ (r = -0,54; p < 0,05), КДР ЛЖ (r = -0,48; p < 0,05) и ИММЛЖ (r = -0,47; p < 0,05).

В сравниваемых группах пациентов оценивалась скорость кровотока в дистальных отделах ПНА и ПА (табл. 2, рис. 2). Как свидетельствуют полученные нами данные, у пациентов с ВНАД максимальная скорость диастолического кровотока в ПА была существенно ниже по сравнению с контролем (p < 0,05). В группах обследования не было зарегистри-

ровано различий в значениях средней, максимальной и интегральной скоростей диастолического потока в дистальном отделе ПНА. Уровни САД и ДАД коррелировали с FVI ПНА ($r = 0,45$; $p < 0,05$ и $r = 0,55$; $p < 0,05$ соответственно).

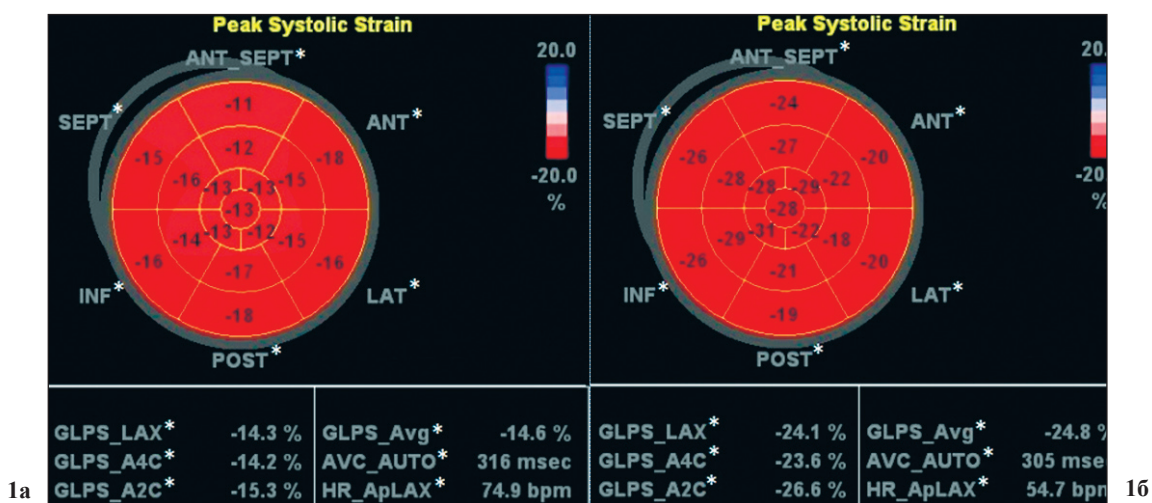
Обсуждение

У пациентов с ВНАД не было зафиксировано признаков гипертрофии ЛЖ, что согласуется с данными исследований, продемонстрировавших, что последняя не является ранним проявлением поражения сердца при повышении АД [17, 18]. Более высокие значения КДО ЛЖ и КСО ЛЖ в 1 группе могут косвенно указывать на преобладание у них гиперкинетического компонента гемодинамики, что согласуется с данными других авторов [18, 19].

Вместе с тем, особенности и природа гемодинамических изменений у данной группы пациентов требует направленного изучения.

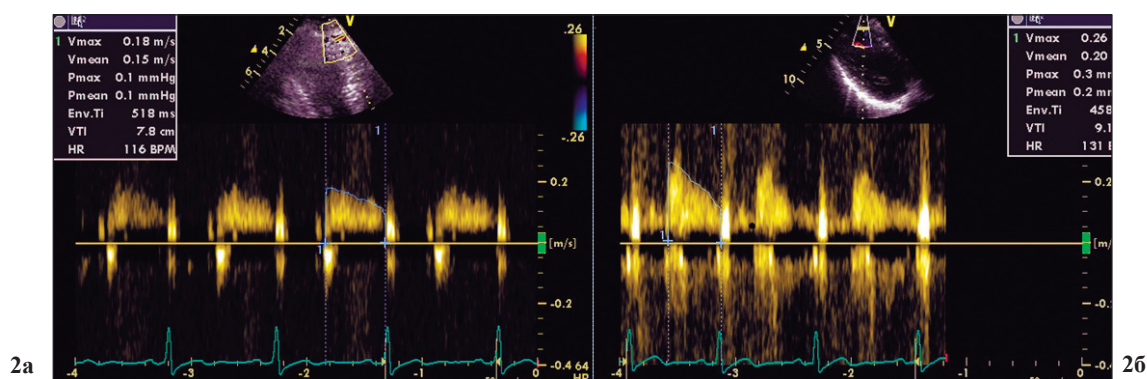
В группе 1 не было выявлено признаков диастолической дисфункции ЛЖ. Стандартная ЭхоКГ позволяет зафиксировать нарушения диастолической функции на развернутой стадии заболевания. При нормальной или незначительно сниженной глобальной сократимости ЛЖ наиболее эффективным методом оценки диастолической дисфункции ЛЖ является оценка соотношения E/E' . Однако в обеих группах исследования параметры E/E' были в пределах нормы. Известно, что при повышении АД в пределах 1-й степени показатели, характеризующие диастолическую функцию ЛЖ, чаще всего имеют нормальные значения, в связи

Рисунок 1. Глобальная продольная деформация в группах сравнения



Примечание: а — группа высокого нормального артериального давления; б — контрольная группа; ANT-SEPT — передне-перегородочная стенка; ANT — передняя стенка; LAT — боковая стенка; POST — задняя стенка; INF — нижняя стенка; SEPT — межперегородочная стенка; GLPS LAX — глобальная продольная деформация в проекции по длинной оси; GLPS A4C — глобальная продольная деформация в четырехкамерной проекции; GLPS A2C — глобальная продольная деформация в двухкамерной проекции; GLPS Avg — глобальная продольная деформация усредненная; AVC AUTO — время от зубца Q до закрытия аортального клапана; HR ApLAX — частота сердечных сокращений в пятикамерной проекции.

Рисунок 2. Максимальная диастолическая скорость кровотока в перфорантных артериях в группах сравнения



Примечание: а — группа высокого нормального артериального давления; б — контрольная группа.

ПАРАМЕТРЫ КОРОНАРНОГО КРОВотоКА у ПАЦИЕНТОВ СРАВНИВАЕМЫХ ГРУПП

Параметр	Группа 1 (n = 30)	Группа 2 (n = 13)	p
ПНА			
$V_{\max}$, см/с*	22 (18; 25)	22 (18; 24,5)	нз*
V_{mean} , см/с*	15 (14; 17)	15 (12; 16,5)	нз*
FVI, см*	6,8 (5,8; 8,6)	6,0 (5,4; 6,5)	нз*
ПА			
$V_{\max}$, см/с*	21 (20; 24)	25 (22,5; 25,5)	0,024
V_{mean} , см/с*	14 (12; 16)	17 (13,5; 18,5)	нз*
FVI, см*	6,5 (5,6; 7,4)	7,1 (5,4; 8,3)	нз*

Примечание: ПНА — передняя нисходящая артерия; $V_{\max}$ — максимальная скорость кровотока в диастолу в передней нисходящей артерии; V_{mean} — средняя скорость кровотока в диастолу в передней нисходящей артерии; FVI — интеграл скорости кровотока в передней нисходящей артерии; ПА — перфорантная артерия; $V_{\max}$ — максимальная скорость кровотока в диастолу в перфорантных артериях; V_{mean} — средняя скорость кровотока в диастолу в перфорантных артериях; FVI — интеграл скорости кровотока в перфорантных артериях; нз — различия незначимы; * — $p < 0,05$.

с чем их использование становится недостаточно информативным [20]. ФВ — традиционный показатель систолической функции ЛЖ, как правило, остается сохранной у подавляющего большинства больных АГ [21]. Согласно результатам нашего исследования, у пациентов с ВНАД ФВ также остается сохранной, хотя и несколько ниже, чем у здоровых. Кроме того, отметим, что ФВ в большей степени характеризует не собственно сократимость (контрактильность) ЛЖ, а изменение его объема в зависимости от фазы сердечного цикла.

Современные методы ультразвуковой диагностики позволяют зарегистрировать более ранние признаки поражения сердца при повышении АД. Весьма перспективным в этом отношении представляется метод «speckle tracking» ЭхоКГ, позволяющий объективно, а главное — количественно представить глобальную и регионарную функцию миокарда на основе оценки деформации [22]. Наиболее чувствительным параметром, характеризующим систолическую функцию, является GLPS: у 60% больных АГ регистрируется снижение GLPS еще до развития признаков гипертрофии ЛЖ [23], что может свидетельствовать о субэндокардиальной дисфункции вследствие фиброза и микрососудистых нарушений [14]. В норме GLPS составляет в среднем –20% [24]. По данным метаанализа, нормальные значения GLPS варьируют в широком диапазоне от –15,9 до –22,1%, составляя в среднем –19,7% [25]. Однако стоит отметить, что средний возраст пациентов, включенных в метаанализ, составил 47 ± 11 лет. В ряде исследований было продемонстрировано снижение значений продольной деформации с возрастом [26, 27]. Кроме того, в ряде

исследований, представленных в метаанализе, в группу здоровых вошли пациенты с ВНАД, у которых могли быть доклинические признаки дисфункции миокарда. Согласно данным ряда авторов, снижение GLPS коррелирует с уровнем САД [25]. По нашему мнению, снижение GLPS ЛЖ у пациентов с ВНАД является наиболее ранним маркером механической дисфункции ЛЖ, появляющимся до развития диастолической дисфункции и формирования гипертрофии ЛЖ.

Современные ультразвуковые технологии достаточно информативны и в отношении визуализации ПНА и ПА. Проведенные ранее исследования продемонстрировали, что параметры коронарного кровотока по данным трансторакальной ЭхоКГ коррелируют с таковыми при проведении внутрисосудистой ультразвуковой диагностики [28]. Оценка состояния коронарного кровотока при АГ имеет важное клиническое и прогностическое значение [29]. Многие аспекты коронарной гемодинамики у пациентов с повышенным АД изучены недостаточно. По данным ряда исследователей, у больных с длительным анамнезом АГ и сформировавшейся гипертрофической кардиомиопатией линейная скорость диастолического кровотока в ПНА и верхушечных ПА значимо выше таковой у практически здоровых лиц [10, 11, 29]. По нашим данным, у пациентов с ВНАД, напротив, зафиксировано снижение максимальной диастолической скорости кровотока в ПА. По-видимому, данный феномен обусловлен изменениями механизмов регуляции коронарной гемодинамики, что, возможно, связано с недостаточностью компенсаторных механизмов (вазодилатация), а также, возможно, с начальными признаками

ремоделирования сосудистой стенки на ранних этапах формирования АГ. Повышение АД приводит к нарушению гемодинамики, в том числе к напряжению сдвига на эндотелий, его функциональному и структурному повреждению [30]. Напряжение сдвига является физиологическим стимулятором для высвобождения вазодилатирующих факторов, прежде всего оксида азота и простациклина [31, 32]. В свою очередь активация синтеза оксида азота и простациклинов приводит к поток-зависимой вазодилатации (расширению ПА в ответ на рост кровотока) [31]. Вместе с тем данные предположения требуют дальнейших исследований.

Выводы

1. Наиболее ранним доклиническим маркером сократительной дисфункции миокарда у лиц с ВНАД является снижение глобальной продольной деформации.

2. У пациентов с предгипертензией отмечается снижение максимальной скорости диастолического кровотока в перфорантных артериях.

Конфликт интересов. / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Муромцева Г. А., Концевая А. В., Константинов В. В., Артамонова Г. В., Гагагонова Т. М., Дупляков Д. В. и др. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012–2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ. Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2014;4:4–14. [Muromtseva GA, Kontsevaya AV, Konstantinov VV, Artamonova GV, Gatagonova TM, Duplyakov DV et al. The prevalence of non-infection diseases risk factors in Russian population in 2012–2013 years. The results of ECVD-RF. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2014;4:4–14. In Russian].
2. Фомин И. В., Бадин Ю. В., Поляков Д. С., Беленков Ю. Н., Мареев В. Ю., Агеев Ф. Т. и др. Предгипертензия: как часто встречается данное состояние сердечно-сосудистой системы у граждан европейской части России (данные исследования ЭПОХА-АГ, 2002–2007 гг.). Современные технологии в медицине. 2013;5(2):38–46. [Fomin IV, Badin YV, Polyakov DS, Belenkov JuN, Mareev VJu, Ageev FT et al. Prehypertension: how often this cardiovascular condition occurs in citizens of European Russia (EPOCH-AN, 2002–2007). *Sovremennye Tekhnologii v Meditsine = Modern Technologies in Medicine*. 2013;5(2):38–46. In Russian].
3. Чазова И. Е., Ощепкова Е. В. Результаты реализации программы по борьбе с артериальной гипертензией в России в 2002–2012 годах. Тер. арх. 2013;85(1):4–10. [Chazova IE, Oshchepkova EV. Results of implementation of a hypertension control program in Russia in 2002–2012. *Ter Arkh*. 2013;85(1):4–10. In Russian].
4. Jackson T, Jeff D, Paul K, Joni K, Kaycee M, Michael V et al. A randomized trial of intensive versus standard blood-pressure control. *N Engl J Med*. 2015;373(22):2103–2116.
5. Lv J, Neal B, Ehteshami P, Ninomiya T, Woodward M, Rodgers A et al. Effects of intensive blood pressure lowering on cardiovascular and renal outcomes: a systematic review and meta-analysis. *PLOS Medicine*. 2012;9(8): e1001293.
6. Ефремушкин Г. Г., Филиппова Т. В., Харлова А. Г., Дехарь В. В. Морфофункциональное состояние сердца и магистральных артерий у лиц молодого возраста с нестабильным артериальным давлением. Российский кардиологический журнал. 2013;3 (101):12–17. [Efremushkin GG, Filippova TV, Kharlova AG, Dehar' VV. Morphological and functional status of heart and large arteries in young individuals with unstable blood pressure. *Rossiiskij Kardiologicheskij Zhurnal = Russian Cardiology Journal*. 2013;3(101):12–17. In Russian].
7. Хадзегова А. Б., Ющук Е. Н., Вахромеева М. Н., Крикунов П. В., Иванова С. В., Садулаева И. А. Функциональная диагностика в кардиологии: клиническая интерпретация: учебное пособие. Под ред. Ю. А. Васюка. М.: Практическая медицина, 2009. 312 с. [Hadzegova AB, Jushhuk EN, Vahromeeva MN, Krikunov PV, Ivanova SV, Sadulaeva IA. Functional diagnostics in cardiology: clinical interpretation: tutorial. Ed. by JuA Vasjuk. Moscow: Prakticheskaja medicina, 2009. 312 p. In Russian].
8. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Böhm M et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens*. 2013;31(7):1281–1357.
9. Чазова И. Е., Ощепкова Е. В., Жернакова Ю. В. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Клинические рекомендации. Кардиологический вестник. 2015;1:3–30. [Chazova IE, Oshchepkova EV, Zhernakova YuV. Diagnostics and treatment of arterial hypertension. Clinical guidelines. *Kardiologicheskij Vestnik = Cardiology Bulletin*. 2015;1:3–30. In Russian].
10. Бощенко А. А., Врублевский А. В., Карпов Р. С. Трансторакальное ультразвуковое исследование магистральных коронарных артерий: методические аспекты, возможности, ограничения. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2008;6:60–75. [Boshchenko AA, Vrublevsky AV, Karpov RS. Transthoracic echocardiography in the assessment of main coronary arteries: methodological aspects, potentials, and limitations. *Ultrazvukovaya i Funktsionalnaya Diagnostika = Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2008;6:60–75. In Russian].
11. Boshchenko AA, Vrublevsky AV, Karpov RS. Transthoracic echocardiography in the detection of chronic total coronary artery occlusion. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10(1):62–68.
12. Okayama H, Nishimura K, Saito M, Inoue K, Hiasa G, Sumimoto T et al. Significance of the distal to proximal coronary flow velocity ratio by transthoracic Doppler echocardiography for diagnosis of proximal left coronary artery stenosis. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2008;21(6):756–760. DOI: 10.1016/j.echo.2007.08.052
13. Sitia S, Tomasoni L, Turiel M. Speckle tracking echocardiography: a new approach to myocardial function. *World J Cardiol*. 2010;2(1):1–5.
14. Алехин М. Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар-М, 2012. 88 с. [Alekhin MN. Ultrasonic methods of assessment of myocardial deformation and their clinical significance. Moscow: Vidar-M, 2012. 88 p. In Russian].
15. Алехин М. Н. Тканевой доплер в клинической эхокардиографии. М.: Инсвязьиздат, 2005. 112 с. [Alekhin MN. Tissue Doppler imaging in clinical echocardiography. Moscow: Insvyaz'izdat, 2005. 112 p. In Russian].
16. Бощенко А. А., Врублевский А. В., Карпов Р. С. Трансторакальное ультразвуковое исследование магистральных

коронарных артерий. Томск: STT, 2015. 240 с. [Boshhenko AA, Vrublevskiy AV, Karpov RS. Transthoracic ultrasonic study of the main coronary arteries. Tomsk: STT, 2015. 240 p. In Russian].

17. Julien J, Tronche C, Souchet T. Left ventricle hypertrophy in hypertensive patients. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 2004;97(3):221–227.

18. Щенятская И. В. Клинико-патогенетические особенности предгипертензии и артериальной гипертензии у лиц молодого возраста. Автореф. дис. канд. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2011. 25 с. [Schenyatskaya IV. Clinical and pathogenetic features of prehypertension and hypertension in young age. PhD thesis. Rostov-na-Donu, 2011. 25 p. In Russian].

19. Блинова А. Ф. Функциональное состояние миокарда левого желудочка и его геометрическая модель у подростков с артериальной гипертензией. Автореф. дис. канд. мед. наук. Архангельск, 2006. 22 с. [Blinova AF. The functional state of the left ventricle and its geometric model in adolescents with arterial hypertension. PhD thesis. Arhangel'sk, 2006. 22 p. In Russian].

20. Короткий Н. А. Оптимизация ранней диагностики диастолической дисфункции левого желудочка у больных артериальной гипертензией. Автореф. дис. канд. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2012. 23 с. [Korotkiy NA. Optimization of early diagnosis of diastolic dysfunction of the left ventricle in patients with arterial hypertension. PhD thesis. Rostov-na-Donu, 2012. 23 p. In Russian].

21. Дзяк Г. В., Колесник М. Ю. Особенности деформации и ротации миокарда у мужчин с артериальной гипертензией и разной степенью гипертрофии левого желудочка. *Кардиология* 2014;54(6):9–14. [Dzyak GV, Kolesnyk MY. Myocardial deformation and rotation in hypertensive men with different degrees of left ventricular hypertrophy. *Kardiologiya.* 2014;54(6):9–14. In Russian].

22. Geyer H, Caracciolo G, Wilansky S, Wilansky S, Carerj S, Gentile F et al. Assessment of myocardial mechanics using speckle tracking echocardiography fundamentals and clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(7):734.

23. Хадзегова А. Б., Юшук Е. Н., Сеницына И. А., Шупенина Е. Ю., Хучинаева А. М., Надина Е. В. Новые возможности оценки функционального состояния сердца при артериальной гипертензии. *Sono Ace Ultrasound.* 2012;24:46–51. [Hadzegova AB, Jushhuk EN, Sinicya IA, Shupenina EYu, Huchinaeva AM, Nadina EV. New features in the assessment of the functional state of the heart in hypertension. *Sono Ace Ultrasound.* 2012;24:46–51. In Russian].

24. Курлянская Е. К., Островский Ю. П., Трофимова Т. А., Рачок Л. В., Денисевич Т. Л., Семенова Н. В. Возможности неинвазивной оценки деформационных свойств миокарда. *Евразийский кардиологический журнал.* 2011;6:61–65. [Kuryanskaya EK, Ostrovsky YuP, Trofimova TA, Ratchok LV, Denisevitch TL, Semyonova NV. Options to invasive assessment of myocardial deformation properties. *Eur Heart J.* 2011;6:61–65. In Russian].

25. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popovic ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(2):185–191.

26. Dalen H, Thorstensen A, Aase SA, Ingul CB, Torp H, Vatten LJ et al. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(2):176–183.

27. Sun JP, Lee AP, Wu C, Lam YY, Hung MJ, Chen L et al. Quantification of left ventricular regional myocardial function using two-dimensional speckle tracking echocardiography in healthy volunteers: a multicenter study. *Int J Cardiol.* 2013;167(2):495–501.

28. Атьков О. Ю., Балахонова Т. В., Горохова С. Г., Саидова М. А. Ультразвуковое исследование сердца и сосудов. Под ред. О. Ю. Атькова. Москва: Эксмо, 2015. 454 с. [At'kov OYu, Balakhonova TV, Gorokhova SG, Saidova MA. Ultrasound examination of the heart and blood vessels. Ed. by OYu At'kov. Moscow: Jeksmo, 2015. 454 p. In Russian].

29. Аксенова А. А. Коронарный кровоток и деформация левого желудочка у больных с артериальной гипертензией и гипертрофической кардиомиопатией. Автореф. дис. канд. мед. наук: 14.01.05. Томск, 2015. 19 с. [Aksenova AA. Coronary blood flow and left ventricular deformation in patients with arterial hypertension and hypertrophic cardiomyopathy. PhD thesis. 14.01.05. Tomsk, 2015. 19 p. In Russian].

30. Майер С. С. Эндотелиальная дисфункция у больных пожилого возраста с артериальной гипертензией. Дисс. канд. мед. наук: 14.01.30. Курск, 2014. 100 с. [Mauer SS. Endothelial dysfunction in elderly patients with hypertension. PhD thesis. 14.01.30. Kursk, 2014. 100 p. In Russian].

31. Козловский В. И. Механизмы регуляции коронарного кровотока, опосредованной эндотелиальными сосудорасширяющими факторами. Монография. В. И. Козловский. Гродно: ГрГМУ, 2011. 216 с. [Kozlovskiy VI. Mechanisms of regulation of coronary blood flow mediated endothelial vasodilator factors. Monograph. VI Kozlovskiy. Grodno: GrGMU, 2011. 216 p. In Russian].

32. Манухина Е. Б., Дауни Х. Ф., Маллет Р. Т., Малышев И. Ю. Защитные и повреждающие эффекты периодической гипоксии: роль оксида азота. *Вестник РАМН.* 2007;2:25–33. [Manukhina EB, Dauni HF, Mallet RT, Malyshev IYu. Protective and damaging effects of the periodic hypoxia: role of nitric oxide. *Annals of RAMS.* 2007;2:25–33. In Russian].

Информация об авторах

Чевплянская Оксана Николаевна — аспирант кафедры поликлинической терапии с курсами клинической фармакологии и профилактической медицины ФПК и ПП ГБОУ ВПО «Ижевская ГМА» Минздрава России;

Дударев Михаил Валерьевич — заведующий кафедрой поликлинической терапии с курсами клинической фармакологии и профилактической медицины ФПК и ПП ГБОУ ВПО «Ижевская ГМА» Минздрава России;

Мельников Анатолий Васильевич — ассистент кафедры поликлинической терапии с курсами клинической фармакологии и профилактической медицины ФПК и ПП ГБОУ ВПО «Ижевская ГМА» Минздрава России.

Author information

Oksana N. Chevplyanskaya, MD, Postgraduate Student, Outpatient Therapy Department, Izhevsk State Medical Academy;

Mikhail V. Dudarev, MD, Chief, Department of the Outpatient Therapy Department, Izhevsk State Medical Academy;

Anatoliy V. Mel'nikov, MD, Assistant, Outpatient Therapy Department, Izhevsk State Medical Academy.