

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-151-156>

УДК 616.12-008.46:613.62

© Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С., 2020

Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С.

Деформация миокарда и параметры диастолической функции левого желудочка у работников с артериальной гипертензией угледобывающих предприятий юга Кузбасса

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», ул. Кутузова, 23, Новокузнецк, Россия, 654041

Введение. Наличие длительно персистирующей артериальной гипертензии может привести к сердечной недостаточности. Изучение ее ранних маркеров, к которым относятся диастолическая дисфункция левого желудочка и снижение продольной деформации миокарда, имеет особую значимость у рабочих, занятых во вредных и опасных условиях труда.

Цель исследования — оценить показатели деформации миокарда и параметры диастолической функции левого желудочка, а также их взаимосвязь с артериальной гипертензией у работников угледобывающей промышленности юга Кузбасса.

Материалы и методы. Обследованы 384 человека (мужчины), из них 266 работников угольных шахт юга Кузбасса (проходчики, горнорабочие очистного забоя, машинисты горных выемочных машин) и 118 человек, не занятых в угольной промышленности, в возрасте от 40 до 55 лет. Артериальная гипертензия выявлялась согласно клиническим рекомендациям по диагностике и лечению артериальной гипертензии 2019 г. Структурно-функциональное состояние сердца изучалось методом эхокардиографии с оценкой продольной деформации левого желудочка методом 2D-стрейна и его диастолической функции с помощью импульсно-волновой и тканевой доплерографии.

Результаты. Установлено преобладание лиц с артериальной гипертензией в группе работников, занятых в угольной промышленности: 43,2% против 26,3% у лиц группы сравнения ($p=0,002$). Продольная деформация миокарда левого желудочка у всех обследуемых оказалась достоверно меньше при наличии повышенного артериального давления: $-21,0 \pm 0,18$ против $-19,2 \pm 0,22$ ($p<0,001$) и $-21,54 \pm 0,22$ против $-19,84 \pm 0,38$ ($p<0,001$) в группе сравнения. Следует также отметить тенденцию к различию в подгруппах обследуемых без артериальной гипертензии в сторону большего снижения продольной деформации миокарда у шахтеров-угольщиков ($-21,54 \pm 0,22$ и $-21,0 \pm 0,18$, $p=0,062$). У шахтеров диастолическая дисфункция левого желудочка встречалась значимо чаще, чем в группе без профессиональных вредностей: 52,5 и 39,3% соответственно, $p=0,021$. Ее наличие в когорте угольщиков с артериальной гипертензией выявлялось значимо чаще (58,9%), чем у лиц с нормальным артериальным давлением (25,9%), $p<0,0001$. В свою очередь, в группе лиц, не занятых в угольной отрасли, диастолическая дисфункция левого желудочка встречалась также чаще при наличии артериальной гипертензии: в 42,6 и 13,9% случаев соответственно ($p<0,001$).

Заключение. Частота артериальной гипертензии среди шахтеров-угольщиков оказалась значимо выше, чем у лиц, не работающих на угледобывающих предприятиях. У всех обследованных с артериальной гипертензией продольная деформация миокарда левого желудочка при сохраненной фракции выброса была ниже, чем у лиц с нормальным артериальным давлением. Диастолическая дисфункция миокарда левого желудочка встречалась значимо чаще среди обследованных с подземными условиями труда, особенно в группе лиц с артериальной гипертензией.

Ключевые слова: артериальная гипертензия; продольная деформация левого желудочка; диастолическая дисфункция миокарда левого желудочка

Для цитирования: Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С. Деформация миокарда и параметры диастолической функции левого желудочка у работников с артериальной гипертензией угледобывающих предприятий юга Кузбасса. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60 (3). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-151-156>

Для корреспонденции: Коротенко Ольга Юрьевна, зав. отделением функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБНУ «НИИ КППГПЗ», канд. мед. наук. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Olga Yu. Korotenko, Egor S. Filimonov

Myocardial deformation and parameters of diastolic function of the left ventricle in workers of coal mining enterprises in the South of Kuzbass with arterial hypertension

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23, Kutuzova Str., Novokuznetsk, Russia, 654041

Introduction. Long-term persistent hypertension can lead to heart failure. The study of its early markers, which include diastolic dysfunction of the left ventricle and reduction of longitudinal myocardial deformation, is of importance for workers engaged in harmful and dangerous working conditions.

The aim of the study is to evaluate the parameters of myocardial deformation and diastolic function of the left ventricle, as well as their interrelation with arterial hypertension in workers of the coal mining industry in the South of Kuzbass.

Materials and methods. 384 people were examined (men), including 266 workers of coal mines in the South of Kuzbass (drifters, stope miners, operators of rock removing machines) and 118 persons who were not employed in the coal industry, aged from 40 to 55 years. Arterial hypertension was detected according to the clinical recommendations for the diagnosis and treatment of arterial hypertension in 2019. The structural and functional state of the heart was studied by echocardiography

with evaluation of the longitudinal deformation of the left ventricle by 2D-strain method and its diastolic function using pulse-wave and tissue dopplerography.

Results. The prevalence of persons with arterial hypertension in the group of workers employed in the coal industry was established: 43.2% against 26.3% in the comparison group ($p=0.002$). Longitudinal deformation of the left ventricular myocardium in all subjects was significantly less in the presence of high blood pressure: -21.0 ± 0.18 vs. $-19.2\pm 0.22\%$ ($p<0.001$) in the main group and -21.54 ± 0.22 vs. $-19.84\pm 0.38\%$ ($p<0.001$) in the comparison group. It should also be noted that there is a tendency to differ in subgroups of subjects without arterial hypertension towards a greater reduction in longitudinal myocardial deformation in coal miners (-21.54 ± 0.22 and $-21.0\pm 0.18\%$, $p=0.062$). In miners, diastolic left ventricular dysfunction was significantly more common than in the group without occupational hazards: 52.5 and 39.3%, respectively, $p=0.021$. Its presence in the cohort of coal miners with arterial hypertension was detected significantly more often (58.9%) than in individuals with normal blood pressure (25.9%), $p<0.0001$. In turn, in the group of people not employed in the coal industry, diastolic dysfunction of the left ventricle was also more common in the presence of arterial hypertension: in 42.6 and 13.9% of cases, respectively ($p<0.001$).

Conclusions. The incidence of arterial hypertension among coal miners was significantly higher than in people who do not work at coal mining enterprises. In all patients with arterial hypertension, the longitudinal deformation of the left ventricular myocardium with the preserved ejection fraction was lower than in those with normal blood pressure. Diastolic myocardial dysfunction of the left ventricle was significantly more common among those examined with underground working conditions, especially in the group of people with arterial hypertension.

Key words: arterial hypertension; longitudinal deformation of the left ventricle; diastolic dysfunction of the myocardium of the left ventricle.

For citation: Korotenko O.Yu., Filimonov E.S. Myocardial deformation and parameters of diastolic function of the left ventricle in workers of coal mining enterprises in the South of Kuzbass with arterial hypertension. *Med. truda i prom. ecol.* 2020; 60 (3). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-151-156>

For correspondence: Olga Yu. Korotenko, Head of the Department of functional and ultrasound diagnostics of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

ORCID: Korotenko O.Yu. 0000-0001-7158-4988, Filimonov E.S. 0000-0002-2204-1407

Finding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение. Ведущей промышленной отраслью Кузбасса считается добыча полезных ископаемых. Наибольший объем производства угля в России приходится на угледобывающие предприятия области и составляет 56% всего добываемого объема каменных углей страны [1]. Угольная промышленность связана с работой во вредных и опасных условиях труда, причем порядка 80% работников имеют данные санитарно-гигиенические характеристики рабочего места [2]. Следовательно, большая часть персонала угледобывающих предприятий состоит в группе риска разных производственно обусловленных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой системы.

Несмотря на пристальное внимание Министерства здравоохранения России на проблему артериальной гипертензии (АГ), ее распространенность остается на высоком уровне как в Кузбассе, так и в стране в целом. По данным эпидемиологических исследований ЭССЕ-РФ и ЭПОХА-АГ распространенность АГ в России составляет 44,0%, а за период 1998-2017 гг. наблюдается увеличение этого показателя на 7,8%, что является крайне актуальным для профессий с вредными условиями труда [3,4].

В работах последних лет установлено, что наличие длительно персистирующей АГ может привести к сердечной недостаточности [5].

Считается, что систолическая функция миокарда сохранена при нормальных значениях фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), хотя она подвержена вариабельности. Глобальная продольная деформация (GLS) стала лучшим методом для выявления систолической дисфункции ЛЖ по сравнению с ФВ на основе того, что она менее зависима от исследователя и более воспроизводима. Метод 2-мерной деформации легко измеряется и интегрируется в стандартную эхокардиограмму (ЭхоКГ) [6]. Деформация миокарда особенно в продольном направлении меняется при ряде патологических состояний и нередко это происходит до момента наступления нарушений систолической функции ЛЖ и снижения его ФВ [7-9]. Изучение ранних

маркеров дисфункции левого желудочка, к которым относятся диастолическая дисфункция (ДД) и продольная деформация миокарда, особо важно у работающих во вредных и опасных условиях труда.

Цель исследования — оценить показатели деформации миокарда и параметры диастолической функции левого желудочка, а также их взаимосвязь с артериальной гипертензией у работников угледобывающей промышленности юга Кузбасса.

Материалы и методы. Обследованы 384 человека (мужчины), из них 266 работников угольных шахт юга Кузбасса (проходчики, горнорабочие очистного забоя, машинисты горных выемочных машин) и 118 человек, не занятых в угольной промышленности, в возрасте от 40 до 55 лет (средний возраст основной группы — $46,4\pm 0,38$ года, группы сравнения — $46,8\pm 0,42$ года, $p=0,441$).

Артериальная гипертензия выявлялась согласно клиническим рекомендациям по диагностике и лечению артериальной гипертензии 2019 г.

У всех обследуемых оценивалось структурно-функциональное состояние сердца методом эхокардиографии на системе «Vivid E9» фирмы-производителя General Electric с использованием секторального датчика 2,5 МГц и определением толщины стенок ЛЖ (межжелудочковой перегородки (МЖП) и задней стенки (ЗСЛЖ)), объемных показателей ЛЖ (конечно-диастолического объема (КДО), конечно-систолического объема (КСО) и ударного объема (УО)); оценкой индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ), рассчитанного по формуле R. Devereux, относительной толщины миокарда ЛЖ (ОТМЛЖ) по формуле: $ОТМЛЖ = (МЖП + ЗСЛЖ) / КДР ЛЖ$. ФВ ЛЖ и фракция укорочения (ФУ) оценивалась с помощью формулы Тейхольца [10]. Для оценки GLS использовались ультразвуковые изображения сердца в В-режиме speckle tracking эхокардиографии, которые записывались при частоте смены кадров 60-95 Гц с обязательной регистрацией электрокардиограммы [11]. Ис-

пользовались изображения, полученные в трех апикальных позициях: по длинной оси ЛЖ, четырех- и двухкамерные. Расчет глобальной деформации ЛЖ в продольном направлении производился автоматически или по формуле: $(GLS2C+GLS4C+GLS5C)/3$. За норму принимались значения GLS для ультразвуковой системы General Electric: $-21,3\pm 2,1\%$ [12]. В режиме доплер-эхокардиографии оценивалась диастолическая функция ЛЖ в импульсном режиме в верхушечном 4-камерном сечении при положении контрольного объема на кончиках митральных створок. Определялись скорости трансмитральных потоков в раннюю и позднюю диастолу (Е, А, м/с) и их соотношение (Е/А), время замедления потока Е — DT (мс) — от пика потока до базовой линии. Время изоволюметрического расслабления миокарда ЛЖ (IVRT, мс) измерялось при одновременной регистрации диастолического митрального потока и потока в выходном тракте ЛЖ при положении контрольного объема на уровне фиброзного кольца между створками аортального и митрального клапанов. С помощью импульсно-волнового спектрального режима тканевой доплерографии оценивалось движение митрального кольца в области МЖП и латеральной стенки ЛЖ с расчетом средних величин (Еа — движение миокарда в раннюю диастолу, Аа — в позднюю диастолу, их отношение). Рассчитывалось давление заклинивания легочной артерии путем отношения Е к Еа.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica версии 6.1, нормальность распределения признаков оценивалась по критерию Колмогорова-Смирнова, статистическая значимость параметрических показателей рассчитывались с использованием t-критерия Стьюдента, непараметрических — χ^2 Пирсона, значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Обследование пациентов соответствовало этическим стандартам биоэтического комитета НИИ КПППЗ, разработанным в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003. Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты. Установлено преобладание лиц с АГ в группе работников, занятых в угольной промышленности, — 43,2% против 26,3% у лиц группы сравнения ($p=0,002$). Влияние АГ на состояние миокарда оценивалось с помощью вышеописанных эхокардиографических показателей.

Увеличение толщины стенок ЛЖ закономерно связано с наличием повышенного артериального давления (АД) среди обследованных работников. Была выявлена большая толщина МЖП как у шахтеров, страдающих АГ ($1,07\pm 0,02$ и $0,93\pm 0,01$ см ($p < 0,001$)), так и у лиц, не связанных с угольной промышленностью, — $1,08\pm 0,03$ и $0,92\pm 0,01$ см ($p < 0,0001$) соответственно. Однако в процентном соотношении частота выявления утолщения МЖП у лиц, страдающих АГ, в обеих группах статистических различий не имела и составила 77,6% у шахтеров и 85,7% у представителей группы сравнения ($p=0,43$). Параметры ЗСЛЖ имели аналогичную закономерность. В свою очередь, увеличенные значения ОТМЛЖ в обеих группах ассоциировались с наличием АГ, однако среди шахтеров патологический маркер встречался значительно чаще: 74,6% против 48,0%

($p=0,016$). Также у лиц, имеющих АГ, в обеих когортах значения ИММЛЖ были значимо выше, чем у работников с нормальным АД.

Показатели объема ЛЖ с индексацией к ППТ (индексов КДО и КСО (ИКДО, ИКСО)) в изучаемых группах не имели значимых различий.

Средние показатели фракции ФВ ЛЖ значимо различались среди обследованных без АГ, причем ее средние значения оказались ниже у подземных работников, чем у лиц группы сравнения: $65,72\pm 0,45$ и $67,8\pm 0,54\%$ соответственно ($p=0,004$). Значимых различий по этому показателю в этих группах среди лиц, имеющих АГ, не установлено: $65,2\pm 0,5$ и $63,3\pm 0,9\%$ соответственно ($p=0,077$). При сравнении значений ФВ ЛЖ в зависимости от наличия АГ выявлены ее более низкие значения у работников организаций, не связанных с угледобычей: $63,3\pm 0,9$ против $67,8\pm 0,5\%$ ($p < 0,001$), — чего не удалось выявить в основной группе. Показатели ФУ ЛЖ имели схожую закономерность со значениями ФВ ЛЖ в обследованных группах.

Продольная деформация миокарда ЛЖ у всех обследуемых оказалась достоверно меньше при наличии АГ: $-21,0\pm 0,18$ против $-19,2\pm 0,22\%$ ($p < 0,001$) в основной группе и $-21,54\pm 0,22$ против $-19,84\pm 0,38\%$ ($p < 0,001$) в группе сравнения. Следует также отметить тенденцию к различию в подгруппах обследуемых без АГ в сторону большего снижения GLS у шахтеров-угольщиков (группа сравнения — $-21,54\pm 0,22\%$ и шахтеры — $-21,0\pm 0,18\%$, $p=0,062$), что требует дальнейшего изучения. В когорте шахтеров с АГ снижение показателей GLS определялось в 67,2% случаев, что значимо выше, чем у лиц без АГ (33,5%), $p < 0,001$; аналогичная ситуация прослеживалась и среди работников, не связанных с угледобычей: 57,1 и 19,2% соответственно ($p=0,002$), (табл. 1).

Парастернальный размер и объем ЛП, индексированный к ППТ (ИЛП), находились в пределах нормальных значений, но были значимо больше в группах обследуемых с наличием АГ.

Показатели параметров диастолической функции миокарда ЛЖ, рассчитанные на основе трансмитральных потоков (Е, А, Е/А ЛЖ, DT, IVRT), а также с помощью тканевой доплерографии (средних Еа, Аа, Еа/Аа, Е/Еа), изменялись под влиянием АГ в сторону проявлений ДД.

Диастолическая дисфункция была преимущественно представлена нарушением релаксации миокарда ЛЖ (1 тип) — 93,5%, при этом у лиц в группе сравнения ДД ЛЖ 2 типа не встречалась вовсе. У шахтеров-угольщиков ДД ЛЖ встречалась значимо чаще, чем в группе без профессиональных вредностей: 52,5 и 39,3% соответственно ($p=0,021$).

Наличие ДД ЛЖ в когорте угольщиков с АГ выявлялось значимо чаще (58,9%), чем у лиц с нормальным АД (25,9%), $p < 0,0001$; в свою очередь, в группе лиц, не занятых в угольной отрасли, ДД ЛЖ встречалась в 42,6 и 13,9% случаев соответственно ($p < 0,001$). Четко прослеживается тенденция более раннего формирования ДД ЛЖ у работников с АГ, имеющих более тяжелые подземные условия труда: 58,9% против 42,6% соответственно, $p=0,056$ (табл. 2).

Обсуждение. Подземный труд шахтера относится к опасным и тяжелым видам профессий, имеющих свои профессиональные вредности [2]. В связи с этим был введен термин «эффект здорового рабочего», который подразумевает более тщательный отбор персонала для подобных условий труда, характеризующихся высокими показателями здоровья [13]. Так, в работах авторов, ранее изучавших

Таблица 1 / Table 1

Геометрические параметры левого желудочка
Geometric parameters of the left ventricle

Показатель	Основная группа		Группа сравнения		p
	без артериальной гипертензии	с артериальной гипертензией	без артериальной гипертензии	с артериальной гипертензией	
МЖП, см	0,93±0,01	1,07±0,02	0,92±0,01	1,08±0,03	$p_1=0,725$
	$p<0,001$		$p<0,001$		$p_2=0,242$
ЗСЛЖ, см	0,88±0,01	1,0±0,01	0,88±0,01	0,99±0,02	$p_1=0,955$
	$p<0,001$		$p<0,001$		$p_2=0,914$
ОТМЛЖ	0,37±0,003	0,41±0,006	0,36±0,004	0,4±0,011	$p_1=0,45$
	$p<0,0001$		$p<0,0004$		$p_2=0,77$
ИКДО, мл	54,77±0,63	53,76±0,84	53,0±0,78	54,0±2,17	$p_1=0,604$
	$p=0,324$		$p=0,458$		$p_2=0,175$
ИММЛЖ, г/м ²	75,98±1,0	88,27±1,62	72,97±1,38	88,63±3,5	$p_1=0,918$
	$p<0,0001$		$p<0,0001$		$p_2=0,075$
ФВ ЛЖ, %	65,7±0,45	65,2±0,51	67,8±0,54	63,3±0,9	$p_1=0,077$
	$p=0,490$		$p<0,0001$		$p_2=0,0045$
ФУ ЛЖ, %	36,63±0,32	36,32±0,48	37,9±0,51	34,64±0,64	$p_1=0,077$
	$p=0,565$		$p<0,0001$		$p_2=0,027$
GLS, %	21,0±0,18	19,2±0,22	21,5±0,22	19,8±0,38	$p_1=0,184$
	$p<0,0001$		$p=0,0002$		$p_2=0,062$

Примечания: p_1 — достоверность различия показателей у обследованных двух групп с наличием артериальной гипертензии; p_2 — достоверность различия показателей у обследованных двух групп без артериальной гипертензии.

Notes: p_1 — reliability of the difference in indicators in the examined two groups with the presence of arterial hypertension; p_2 — reliability of the difference in indicators in the examined two groups without arterial hypertension.

Таблица 2 / Table 2

Показатели диастолической функции миокарда левого желудочка
Indicators of diastolic function of the left ventricular myocardium

Показатель	Основная группа		Группа сравнения		p
	без артериальной гипертензии	с артериальной гипертензией	без артериальной гипертензии	с артериальной гипертензией	
ИЛП, мл/м ²	29,86±0,59	31,58±0,74	29,88±0,65	35,71±1,23	$p_1=0,007$
	$p=0,067$		$p<0,001$		$p_2=0,979$
Е ЛЖ, м/с	0,77±0,01	0,7±0,02	0,76±0,02	0,71±0,02	$p_1=0,899$
	$p=0,003$		$p=0,053$		$p_2=0,892$
А ЛЖ, м/с	0,66±0,01	0,75±0,01	0,68±0,1	0,76±0,03	$p_1=0,65$
	$p<0,0001$		$p=0,0014$		$p_2=0,189$
Е/А ЛЖ	1,2±0,03	0,97±0,03	1,13±0,03	0,95±0,06	$p_1=0,875$
	$p<0,0001$		$p=0,002$		$p_2=0,271$
DT, мс	177,5±2,54	200,32±3,2	176,2±3,09	204,17±6,6	$p_1=0,58$
	$p<0,0001$		$p<0,0001$		$p_2=0,749$
IVRT, мс	81,91±1,0	90,56±1,19	77,67±1,12	92,65±3,07	$p_1=0,451$
	$p<0,0001$		$p<0,0001$		$p_2=0,007$
Еа, м/с	0,114±0,01	0,092±0,01	0,132±0,014	0,098±0,01	$p_1=0,510$
	$p=0,054$		$p=0,161$		$p_2=0,253$
Аа, м/с	0,108±0,01	0,105±0,01	0,17±0,01	0,112±0,01	$p_1=0,433$
	$p=0,814$		$p=0,772$		$p_2=0,549$
Еа/Аа	1,14±0,03	0,89±0,03	1,02±0,03	0,9±0,056	$p_1=0,913$
	$p<0,0001$		$p=0,088$		$p_2=0,01$
Е/Еа	8,04±0,19	8,08±0,26	7,5±0,26	7,34±0,27	$p_1=0,148$
	$p=0,879$		$p=0,736$		$p_2=0,097$

Примечания: p_1 — достоверность различия показателей у обследованных двух групп с наличием артериальной гипертензии; p_2 — достоверность различия показателей у обследованных двух групп без артериальной гипертензии.

Notes: p_1 — reliability of the difference in indicators in the examined two groups with the presence of arterial hypertension; p_2 — reliability of the difference in indicators in the examined two groups without arterial hypertension.

АГ у шахтеров Кемеровской области, ее частота составила 28,46%, однако в данном исследовании была получена большая распространенность — 43,2%. Стоит отметить, что в данном исследовании средний возраст работников оказался более высоким [14]. Тем не менее такая разница в выявленной частоте АГ может быть обусловлена изучением схожей проблемы в разных организациях.

В обеих исследуемых группах было выявлено увеличение толщины стенок ЛЖ и индекса ОТМЛЖ при наличии у работников повышенного АД, но данные показатели, как и ИММЛЖ, находились в пределах нормы, что по результатам некоторых исследований не является ранними признаками поражения сердца при АГ [15]. ФВ ЛЖ также была сохранена у всех работников и статистически не различалась, чего нельзя сказать о GLS ЛЖ. GLS является объективным, хорошо воспроизводимым способом оценки систолической функции ЛЖ при сохраненной ФВ, отражающим жизнеспособность миокарда [16]. Кроме достоверного различия GLS в сторону снижения среднего показателя у работников с АГ, выявлено количественное преобладание пациентов со сниженной продольной деформацией ЛЖ в подгруппах с повышенным АД. Это подтверждает, что при АГ нарушения продольной систолической функции ЛЖ возникают еще до развития его гипертрофии, особенно при наличии ДД ЛЖ [17,18]. Снижение GLS ЛЖ в изучаемых группах с наличием АГ может быть обусловлено нарушением субэндокардиальной сократимости и жизнеспособности миокарда, которая часто предшествует явному ухудшению функции ЛЖ [19]. Следует отметить тенденцию к снижению продольной деформации ЛЖ у шахтеров-угольщиков без сопутствующей АГ и более раннее формирование ДД ЛЖ при наличии у них АГ. Это может быть обусловлено воздействием комплекса вредных производственных факторов при работе в подземных условиях. По данным аутопсии даже краткосрочное угольно-пылевое воздействие на организм шахтеров приводит к морфологическим изменениям в сердечной мышце [20]. Поэтому изучение структурно-функциональных изменений сердца у работников угольной промышленности подлежит более углубленному дальнейшему исследованию.

Выводы:

1. Частота артериальной гипертензии среди шахтеров-угольщиков оказалась значимо выше, чем у лиц, не работающих на угледобывающих предприятиях.
2. У всех обследованных с артериальной гипертензией продольная деформация миокарда левого желудочка при сохраненной фракции выброса была ниже, чем у лиц с нормальным артериальным давлением.
3. Диастолическая дисфункция миокарда левого желудочка встречалась значимо чаще среди обследованных с подземными условиями труда, особенно в группе лиц, имеющих артериальную гипертензию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябов В.А., Столбова О.Б. Современный промышленный комплекс Кемеровской области. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле.* 2017; (3): 41-6. DOI: 10.21603/2542-2448-2017-3-41-46.
2. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года. *Уголь.* 2019; (3): 64-79.
3. Гринштейн Ю.И., Петрова М.М., Шабалин В.В., Руф Р.Р., Баланова Ю.А., Евстифеева С.Е. и др. Распространенность

артериальной гипертензии в Красноярском крае по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ. *Артериал. гипертензия.* 2016; 22(6): 551-9. DOI: 10.18705/1607-419X-2016-22-6-551-9.

4. Бадин Ю.В., Фомин И.В., Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Поляков Д.С. и др. ЭПОХА-АГ 1998-2017 гг.: динамика распространенности, информированности об артериальной гипертензии, охвате терапией и эффективного контроля артериального давления в Европейской части РФ. *Кардиология.* 2019; 59(1S): 34-42. DOI: 10.18087/cardio.2445.

5. Климов А.В., Денисов Е.Н., Иванова О.В. Артериальная гипертензия и ее распространенность среди населения. *Молодой ученый.* 2018; (50): 86-90.

6. Krishnasamy R., Hawley C.M., Stanton T., Pascoe E.M., Campbell K.L., Rossi M. et al. Left ventricular global longitudinal strain is associated with cardiovascular risk factors and arterial stiffness in chronic kidney disease. *BMC Nephrol.* 2015; 16: 106. DOI: 10.1186/s12882-015-0098-1.

7. Choi J.O., Cho S.W., Song Y.B., Cho S.J., Song B.G., Lee S.C. et al. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr.* 2009; 10(5): 695-701. DOI: 10.1093/ejehocardi/jep041.

8. Carasso S., Yang H., Woo A., Vannan M.A., Jamorski M., Wigle E.D. et al. Systolic myocardial mechanics in hypertrophic cardiomyopathy: novel concepts and implications for clinical status. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008; 21(6): 675-83. DOI: 10.1016/j.echo.2007.10.021.

9. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L. 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): 1-39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003.

10. Рыбакова М.К., Митьков В.В., Балдин Д.Г. *Эхокардиография от М.К. Рыбаковой.* М.: Видар-М; 2016.

11. Mor-Avi V., Lang R.M., Badano L.P., Belohlavek M., Cardim N.M., Derumeaux G. et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2011; 12(3): 167-205. DOI: 10.1093/ejehocardi/jer021.

12. Takigiku K., Takeuchi M., Izumi C., Yuda S., Sakata K., Ohte N. et al. Normal range of left ventricular 2-dimensional strain: Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle (JUSTICE) study. *Circ J.* 2012; 76(11): 2623-32.

13. Максимов С.А. Эффект здорового рабочего в эпидемиологических исследованиях. *Мед. в Кузбассе.* 2015; 14(2): 10-6.

14. Чигисова А.Н., Огарков М.Ю., Максимов С.А. Социально-гигиеническая оценка риска артериальной гипертензии у работников угледобывающих предприятий. *Анализ риска здоровью.* 2017; (3): 76-82. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.09.

15. Щенятская И.В., Дробота Н.В., Камышанский О.А., Золотарева Н.Ю., Игнатова С.Т. Частота выявления нормального и повышенного уровня АД у лиц молодого возраста, динамическое наблюдение за модифицируемыми факторами риска ССЗ. В кн.: *Современные проблемы и нерешенные вопросы сердечно-сосудистой патологии: материалы IX съезда кардиологов юга России.* Кисловодск; 2010: 169-70.

16. Kalam K., Otahal P., Marwick T.H. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart.* 2014; 100(21): 1673-80. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-305538.

17. Хадзегова А.Б., Юшук Е.Н., Габитова Р.Г., Синицына И.А., Иванова С.В., Васюк Ю.А. Оценка систолической функции левого желудочка с помощью ультразвуковой технологии 2D-стрейн у больных с артериальной гипертензией. *Рос. кардиол. ж.* 2016; 21(12): 7-11. DOI: 10.15829/1560-4071-2016-12-7-11.
 18. Vinereanu D., Nicolaidis E., Tweddel A.C., Fraser A.G. "Pure" diastolic dysfunction is associated with long-axis systolic dysfunction. Implications for the diagnosis and classification of heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2005; 7(5): 820-8.
 19. Хадзегова А.Б., Юшук Е.Н., Синицына 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.
 20. Бондарев О.И., Таксанов П.В., Сурков А.М., Каширин Б.Г., Рыкова О.В. Судебно-медицинская экспертиза поражений сердечной мышцы у шахтеров Кузбасса по результатам аутопсий. *Вестник судебной медицины.* 2013; 2(1): 17-20.
- REFERENCES
1. Ryabov V.A., Stolbova O.B. The modern industrial complex of the Kemerovo region. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologicheskie, tekhnicheskie nauki i nauki o Zemle.* 2017; (3): 41-6. DOI: 10.21603/2542-2448-2017-3-41-46 (in Russian)
 2. Tarzanov I.G. Russia's coal industry performance for January — December, 2018. *Ugol.* 2019; (3): 64-79 (in Russian).
 3. Grinshtein Y.I., Petrova M.M., Shabalin V.V., Ruf R.R., Balanova Y.A., Evstifeeva S.E. et al. The prevalence of arterial hypertension in Krasnoyarsky territory: the data from the epidemiology study ESSE-RF. *Arterial'naya gipertenziya.* 2016; 22(6): 551-9. DOI:10.18705/1607-419X-2016-22-6-551-9. (in Russian)
 4. Badin Yu.V., Fomin I.V., Belenkov Yu.N., Mareev V.Yu., Ageev F.T., Polyakov D.S. et al. EPOCH-AH 1998-2017. Dynamics of prevalence, awareness of arterial hypertension, treatment coverage, and effective control of blood pressure in the European part of the Russian Federation. *Kardiologiya.* 2019; 59(1S): 34-42. DOI: org/10.18087/cardio.2445 (in Russian).
 5. Klimov A.V., Denisov E.N., Ivanova O.V. Hypertension and its prevalence in the population. *Molodoy uchenyy.* 2018; (50): 86-90 (in Russian).
 6. Krishnasamy R., Hawley C.M., Stanton T., Pascoe E.M., Campbell K.L., Rossi M. et al. Left ventricular global longitudinal strain is associated with cardiovascular risk factors and arterial stiffness in chronic kidney disease. *BMC Nephrol.* 2015; 16: 106. DOI: 10.1186/s12882-015-0098-1.
 7. Choi J.O., Cho S.W., Song Y.B., Cho S.J., Song B.G., Lee S.C. et al. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr.* 2009; 10(5): 695-701. DOI: 10.1093/ejehocardiography/jep041.
 8. Carasso S., Yang H., Woo A., Vannan M.A., Jamorski M., Wigle E.D. et al. Systolic myocardial mechanics in hypertrophic cardiomyopathy: novel concepts and implications for clinical status. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008; 21(6): 675-83. DOI: 10.1016/j.echo.2007.10.021.
 9. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afila J., Armstrong A., Ernande L. 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): 1-39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
 10. Rybakova M.K., Mit'kov V.V., Baldin D.G. *Echocardiography by M.K. Rybakova. M.: Vidar-M; 2016. (in Russian)*
 11. Mor-Avi V., Lang R.M., Badano L.P., Belohlavek M., Cardim N.M., Derumeaux G. et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2011; 12(3): 167-205. DOI: 10.1093/ejehocardiography/erj021.
 12. Takigiku K., Takeuchi M., Izumi C., Yuda S., Sakata K., Ohte N. et al. Normal range of left ventricular 2-dimensional strain: Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle (JUS-TICE) study. *Circ J.* 2012; 76(11): 2623-32.
 13. Maksimov S.A. Healthy worker effect in epidemiological researches. *Meditsina v Kuzbasse.* 2015; 14(2): 10-6 (in Russian).
 14. Chigisova A.N., Ogarkov M.Yu., Maksimov S.A. Risk of arterial hypertension in workers employed at coal-mining enterprises: social and hygienic assessment. *Analiz riska zdorov'yu.* 2017; (3): 76-82. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.09 (in Russian)
 15. Shchenyatskaya I.V., Droboty N.V., Kamyshanskiy O.A., Zolotareva N.YU., Ignatova S.T. The frequency of detection of normal and elevated levels of blood pressure in young people, dynamic monitoring of modifiable CVD risk factors. In: *Current problems and unresolved issues of cardiovascular pathology: materials of the IX Congress of Cardiology of the South of Russia.* Kislovodsk; 2010: 169-70 (in Russian).
 16. Kalam K., Otahal P., Marwick T.H. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart.* 2014; 100(21): 1673-80. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-305538.
 17. Khadzegova A.B., Yushuk E.N., Gabitova R.G., Sinitsina I.A., Ivanova S.V., Vasyuk Yu.A. Assessment of the left ventricle systolic function with ultrasound 2D-strain technology in arterial hypertension. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal.* 2016; 21(12): 7-11 (in Russian).
 18. Vinereanu D., Nicolaidis E., Tweddel A.C., Fraser A.G. "Pure" diastolic dysfunction is associated with long-axis systolic dysfunction. Implications for the diagnosis and classification of heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2005; 7(5): 820-8.
 19. Hadzegova A.B., Jushhuk E.N., Sinitsina I.A., Shupenina E. Ju., Huchinaeva A.M., Nadina E.V. New features in the assessment of the functional state of the heart in hypertension. *Sono Ace Ultrasound.* 2012; 24: 46-51 (in Russian).
 20. Bondarev O.I., Taksanov P.A., Surkov A.M., Kashirin B.G., Rykova O.V. Forensic-medical examination of the heart muscle injuries on the results of autopsies in the Kuzbass coal miners. *Vestnik sudebnoy meditsiny.* 2013; 2(1): 17-20 (in Russian).

Дата поступления / Received: 26.12.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 17.02.2020

Дата публикации / Published: 03.2020