



Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С., Панев Н.И.

Факторы риска структурно-функциональных изменений сердца у работников угольной промышленности

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

Введение. Условия труда на рабочих местах предприятий угольной промышленности характеризуются наличием вредных факторов, превышающих предельно допустимые уровни. В их число входят угольно-породная пыль, шум, вибрация, резкие перепады температур. Неблагоприятные условия труда увеличивают риск развития не только профессиональных, но и производственно обусловленных заболеваний.

Цель исследования — изучить влияние производственных и общепринятых факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на структурно-функциональные изменения сердца у работников угольной промышленности.

Материалы и методы. В исследование включены 130 работников угольных шахт юга Кузбасса и 78 работников угольных разрезов, в возрастном диапазоне от 40 до 55 лет. Критерием исключения из исследования являлось наличие любой соматической патологии, которая могла привести к структурно-функциональным изменениям сердца. Всем обследуемым проводилась эхокардиография с определением структурно-функциональных показателей сердца.

Результаты. У работников подземной добычи угля выявлены более низкие показатели фракции выброса и продольной деформации левого желудочка в сравнении с работниками угольных разрезов, при этом снижение последней было установлено у 19,3% шахтеров против 7,6% работников разрезов ($p = 0,025$). Ассоциативной связи снижения продольной деформации левого желудочка с общепринятыми факторами риска у работников угольных шахт не выявлено в отличие от работников угольных разрезов. Выявлены начальные проявления диастолической дисфункции правого желудочка в группе работников подземной добычи угля, что при корреляционном анализе имело взаимосвязь с показателями функции внешнего дыхания.

Заключение. Снижение глобальной продольной деформации миокарда левого желудочка у шахтеров не ассоциируется с изученными общепринятыми факторами сердечно-сосудистого риска, а связано с влиянием комплекса неблагоприятных производственных факторов. Снижение показателей функции внешнего дыхания оказывает влияние на начальные проявления диастолической дисфункции правого желудочка у работников подземной добычи угля.

Ключевые слова: факторы риска; угольная промышленность; структурно-функциональные изменения сердца

Для цитирования: Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С., Панев Н.И. Факторы риска структурно-функциональных изменений сердца у работников угольной промышленности. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (7): 688–692. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-688-692>

Для корреспонденции: Коротенко Ольга Юрьевна, канд. мед. наук, зав. отд. функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБНУ «НИИ КПППЗ», 654041, Новокузнецк. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Коротенко О.Ю. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Филимонов Е.С. — сбор и обработка материала, статистическая обработка; Панев Н.И. — написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Заключение комитета по биомедицинской этике НИИ КПППЗ: исследование выполнено неинвазивными методами и соответствует этическим стандартам биоэтического комитета НИИ КПППЗ, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г. Все пациенты перед проводимым обследованием подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Поступила 19.03.2021 / Принята к печати 18.05.2021 / Опубликована 2021

Olga Yu. Korotenko, Egor S. Filimonov, Nikolay I. Panev

Risk factors for structural and functional changes of the heart in coal industry workers

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation

Introduction. Working conditions at workplaces of coal industry enterprises are characterized by harmful factors exceeding the maximum permissible levels. These include coal-rock dust, noise, vibration, sudden temperature changes, etc. Conversely, unfavourable working conditions increase the risk of developing not only occupational but also work-related diseases.

The objective of the study was to study the influence of industrial and common risk factors for cardiovascular diseases on structural and functional changes in the heart in coal industry workers.

Material and methods. The study included 130 workers in coal mines in the South of Kuzbass and 78 workers in open coal pits, ranging from 40 to 55 years. The exclusion criteria from the study were the presence of any somatic pathology that could lead to structural and functional changes in the heart. In addition, all subjects underwent echocardiography to determine the structural and functional indices of the heart.

Results. Lower values of ejection fraction and longitudinal deformation of the left ventricle were found among the workers in underground coal mining. At the same time, a decrease in the latter was revealed in 19.3% of the miners versus 7.6% of the workers in open coal pits ($p=0.025$). There was no association between reduced left ventricular longitudinal deformation and common risk factors in coal mine workers, in contrast, to open coal pit workers. The initial manifestations of diastolic dysfunction of the right ventricle in the group of workers of underground coal mining were revealed, which in the correlation analysis had a relationship with the indices of external respiration function.

Conclusion. The decrease in the global longitudinal left ventricular myocardial deformation among miners is not associated with the studied common cardiovascular risk factors. Still, it is related to the influence of a complex of unfavourable production factors. Reduced indices of external respiration function affect the initial manifestations of diastolic dysfunction of the right ventricle in the workers of underground coal mining.

Keywords: risk factors; coal industry; structural and functional changes in the heart

For citation: Korotenko O.Yu., Filimonov E.S., Panev N.I. Risk factors for structural and functional changes of the heart in coal industry workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (7): 688–692. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-688-692> (In Russ.)

For correspondence: *Olga Yu. Korotenko*, MD, PhD, head of the department for functional and ultrasound diagnostics of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Information about authors:

Korotenko O.Yu., <https://orcid.org/0000-0001-7158-4988>; Filimonov E.S., <https://orcid.org/0000-0002-2204-1407>; Panev N.I., <https://orcid.org/0000-0001-5775-2615>

Contribution: *Korotenko O.Yu.* – the concept and design of the study, collection and processing of material, writing a text; *Filimonov E.S.* – collection and processing of material, statistical processing, writing a text; *Panev N.I.* – writing a text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

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

Conclusion of the biomedical ethics committee of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases: the study was carried out by non-invasive methods and complies with the ethical standards of the bioethical committee of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, developed in accordance with the Declaration of the Russian Federation “, approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 266 of June 19, 2003.

Received: March 19, 2021 / Accepted: May 18, 2021 / Published: July 31, 2021

Введение

К основным приоритетам развития Кемеровской области относятся угольная промышленность, добыча полезных ископаемых. Структура занятости в регионе отражает индустриально-сырьевой характер региона. Наибольшая доля занятого населения сосредоточена в промышленности (31,3%, в том числе в добыче полезных ископаемых – 13,2%) [1].

Полезные ископаемые в нашем регионе добывают разрезным и шахтным способами. Способ добычи угля зависит от глубины его залегания и доступности [2]. Увеличение производительности труда в угольной отрасли Кузбасса осуществляется развитием добычи угля открытым и гидравлическим способами, но с приоритетом подземной добычи и с учётом географических факторов Кузбасса [3]. Условия труда на рабочих местах предприятий угольной промышленности характеризуются наличием вредных факторов, превышающих предельно допустимые уровни. В их число входят концентрация угольно-породной пыли в воздухе, шумовая нагрузка, общая и локальная вибрации, перепады температур [4]. Также следует отметить, что у работников угольных шахт более высокие уровни запылённости угольно-породной пылью, повышенная влажность, охлаждающий микроклимат, наличие метана и других газов в воздухе [5].

Неблагоприятные условия труда увеличивают риск развития не только профессиональных, но и производственно обусловленных, в частности сердечно-сосудистых заболеваний [6, 7].

Описано, что к морфологическим изменениям в мышце сердца в виде внутриклеточных включений липофуцина в кардиомиоцитах приводит даже кратковременное воздействие угольно-породной пыли на организм; гипертрофия гладкомышечных клеток и появление очаговых лимфогистиоцитарных инфильтраций, а также изменение структуры волокон сердечной мышцы происходит с увеличением стажа работы в подземных условиях труда [8]. Схожие изменения были установлены и экспериментальным путём [9].

Ранее в нашей работе отмечалось снижение продольной деформации левого желудочка у шахтёров без артериальной гипертензии в сравнении с работниками разрезов [10]. Этот факт закономерно предрасполагает к изучению в данных группах структурно-функциональных изменений сердца и основных факторов риска, которые могли привести к подобным изменениям.

Цель исследования – изучить влияние производственных и общепринятых факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на структурно-функциональные изменения сердца у работников угольной промышленности.

Материалы и методы

В рамках прохождения периодического медицинского осмотра в НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний (НИИ КПГПЗ) нами обследованы 369 работников угольной промышленности. В дальнейшее исследование включены 208 относительно здоровых человек, из которых 130 работников угольных шахт (шахтёры) юга Кузбасса (проходчики, горнорабо-

чие очистного забоя, машинисты горных выемочных машин) и 78 работников угольных разрезов (водители большегрузных автомобилей – экскаваторов, бульдозеров), в возрастном диапазоне от 40 до 55 лет. Средний возраст шахтёров – $45,13 \pm 0,48$ года, работников угольных разрезов – $46,22 \pm 0,51$ года ($p = 0,139$). Критерием исключения из исследования являлось наличие любой соматической патологии, которая могла привести к структурно-функциональным изменениям сердца (ишемическая болезнь сердца, врождённые пороки сердца, нарушение ритма сердца, артериальная гипертензия, кардиомиопатии).

На ультразвуковой системе «Vivid E9» фирмы-производителя General Electric было проведено эхокардиографическое исследование по стандартным методикам с использованием секторального датчика 2,5 МГц и ультразвуковое исследование брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей с использованием линейного датчика 7,5 МГц. Индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) рассчитывали как отношение массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ), которую определяли по формуле R. Devereux, к площади поверхности тела обследуемого (ППТ). Для расчёта фракции выброса (ФВ) ЛЖ использовали формулу Тейхольца [11]. С помощью технологии speckle tracking и программного обеспечения «AFI» в В-режиме с обязательной регистрацией электрокардиограммы в апикальной позиции в трёх проекциях: четырёх- и двухкамерной и по длинной оси ЛЖ – рассчитывали глобальную продольную деформацию миокарда ЛЖ (GLS) [12]. Автоматически рассчитывалась глобальная деформация ЛЖ в продольном направлении по формуле:

$$(GLS2C + GLS4C + GLS5C) / 3.$$

За норму принимали значение GLS: $18,6 \pm 0,1\%$ [13].

Диастолическую функцию ЛЖ оценивали в импульсном режиме доплер-эхокардиографии в верхушечном 4-камерном сечении при положении контрольного объёма на кончиках митральных створок с определением скорости трансмитральных и транстрикуспидальных потоков в раннюю и позднюю диастолу (Е, А, м/с), их соотношений (Е/А), времени изоволюмического расслабления ЛЖ (IVRT) и времени замедления раннего трансмитрального потока (DT). С помощью импульсно-волнового спектрального режима тканевой доплерографии оценивали движение митрального кольца в области межжелудочковой перегородки (МЖП) и латеральной стенки ЛЖ, трикуспидального кольца – в области латеральной стенки (ЛС) правого желудочка (ПЖ) (Еа – движение миокарда в раннюю диастолу, Аа – в позднюю диастолу, их отношение). По сумме градиента трикуспидальной регургитации и давления в правом предсердии (ПП), которое определяли по диаметру и степени коллабирования нижней полой вены, рассчитывали систолическое давление в лёгочной артерии (СистДЛА). Объёмы как левого предсердия (ЛП), так и правого предсердия измеряли с использованием метода дисков и индексировали к площади поверхности тела (ИЛП и ИПП).

Измеряли толщину «интим-медии», за норму принимали значение менее 1 мм и определяли наличие атеросклеротических бляшек.

Исследование функции внешнего дыхания (ФВД) проводилось на спироанализаторе пневмотахометрического типа «Спиро-Спектр» с определением жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) и объёма форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), которые сопоставлялись с должными величинами.

При окружности талии (ОТ) более 94 см, индексу талия/бедро более 0,9, увеличению индекса Кетле (ИК) ≥ 30 диагностировали абдоминальный тип ожирения.

Для определения индекса курильщика (ИКу_р) использовали произведение количества выкуриваемых сигарет в день и стажа курения (годы), которое делили на 20.

Для оценки влияния метаболических нарушений изучали различие средних показателей липидного профиля в сыворотке крови: общего холестерина (ОХС), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП), холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП) и гликированного гемоглобина (HbA_{1c}), которые определялись на автоматическом биохимическом анализаторе «Сапфир 400» (Япония) с использованием наборов реактивов фирмы АО «Вектор-Бест» (Россия).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica версии 10.0, нормальность распределения признаков оценивали с использованием критерия Колмогорова–Смирнова; количественные значения оценивали с использованием средней и её стандартной ошибки ($M \pm SEM$); параметрические показатели рассчитывали с использованием критерия Стьюдента, непараметрические – χ^2 , корреляционный анализ – проводили с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r), значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Все обследуемые подписывали информированное согласие на участие в исследовании, протокол которого соответствовал требованиям биоэтического комитета НИИ КППГЗ, исполненным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики» в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г.

Результаты

Стаж работы во вредных производственных условиях в исследуемых группах значимо не различался ($20,48 \pm 0,56$ у шахтёров и $22,04 \pm 1,18$ у работников разрезов; $p = 0,191$).

При оценке показателей диастолической функции ЛЖ (Е/А ЛЖ, Еа/Аа ЛЖ, Е/Еа ЛЖ, DT, IVRT), значений соотношения транстрикуспидальных потоков (Е/А ПЖ) и СистДЛА, а также ИММЛЖ обеих групп значимых различий не установлено. Однако соотношение диастолических потоков тканевого доплера движения трикуспидального кольца в области латеральной стенки ПЖ было значимо ниже у шахтёров и выявлялось у 89% здоровых шахтёров против 66,7% работников угольных разрезов ($p = 0,00016$), отношение Е/Еа ПЖ также оказалось значимо больше у шахтёров (табл. 1).

Сравнение показателей сократительной функции ЛЖ у обследованных показало достоверное различие с более низкими значениями GLS у шахтёров: $-20,58 \pm 0,21$ против $-21,44 \pm 0,27$ ($p = 0,0122$), как и показателей ФВ – $65,2 \pm 0,49$ против $67,01 \pm 0,55$ соответственно ($p = 0,0187$). Причём снижение продольной деформации ЛЖ было выявлено у 19,3% шахтёров против 7,6% работников разрезов ($p = 0,025$).

Значения ИЛП и ИПП оказались больше в группе подземных горняков в сравнении с работниками угольных разрезов ($30,28 \pm 0,65$ против $27,88 \pm 0,58$ ($p = 0,013$) и $30,13 \pm 0,58$ против $27,67 \pm 0,56$ соответственно ($p = 0,0049$)); увеличение ИПП выявлено у 47,5% шахтёров и у 29,2% работников угольных разрезов ($p = 0,0127$).

С целью оценки влияния подземных условий труда и более высокой запылённости угольно-породной пылью рабочей зоны шахтёров на структурно-функциональные

Таблица 1 / Table 1

Структурно-функциональные показатели сердца у работников угольной промышленности

Structural and functional indices of the heart in coal industry workers

Показатель Parameter	Шахтёры Miners $n = 130$	Работники угольных разрезов Open coal pit workers $n = 78$
ИММЛЖ, г/м ² Left ventricular myocardial mass index, g/m ²	75.36 ± 1.07	76.98 ± 1.3
		$p = 0.346$
DT DT	179.0 ± 2.32	181.1 ± 3.64
		$p = 0.612$
IVRT Isovolumic relaxation of the left ventricle	82.59 ± 1.05	84.94 ± 1.47
		$p = 0.184$
Е/А ПЖ Right ventricle E/A	1.37 ± 0.02	1.39 ± 0.029
		$p = 0.646$
Е/Еа ПЖ Right ventricle E/Ea	3.76 ± 0.087	3.42 ± 0.118
		$p = 0.0198^*$
Еа/Аа ПЖ Right ventricle Ea/Aa	0.84 ± 0.02	0.954 ± 0.029
		$p = 0.0015^*$
Е/А ЛЖ Left ventricle E/A	1.19 ± 0.03	1.19 ± 0.04
		$p = 0.949$
Еа/Аа ЛЖ Left ventricle Ea/Aa	1.12 ± 0.036	1.09 ± 0.039
		$p = 0.639$
Е/Еа ЛЖ Left ventricle E/Ea	7.98 ± 0.19	8.34 ± 0.49
		$p = 0.430$
Сист ДЛА Systolic pressure in the pulmonary artery	24.58 ± 0.35	24.18 ± 0.35
		$p = 0.442$

Примечание. * – значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Note. * – differences were considered significant at $p < 0.05$.

изменения сердца были изучены общепринятые факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний, которые могли бы способствовать развитию изменений, выявленных при обследовании. По результатам исследования установлено, что проценты выявления абдоминального ожирения, курения, атеросклероза сонных артерий и артерий нижних конечностей, дислипидемии и уровня гликозилированного гемоглобина значимо не различались ни в одной из групп сравнения (табл. 2). Выявлено лишь достоверное снижение показателей ФВД у шахтёров. Так, средние значения ЖЕЛ оказались выше у работников угольных разрезов $91,24 \pm 1,61$ против $84,32 \pm 1,13$ у подземных горняков ($p = 0,0006$), схожая картина по величине ОФВ₁ – $90,75 \pm 1,67$ и $84,88 \pm 1,4$ соответственно ($p = 0,0122$). Снижение ЖЕЛ ниже должно-го значения выявлено у 34,2% шахтёров и у 20% работников группы сравнения ($p = 0,048$), а обструктивные нарушения выявлены у 33,3% шахтёров и у 21,7% работников разрезов, однако значимых различий не установлено ($p = 0,104$).

Данные корреляционного анализа указывают на то, что повышение ОТ и ИК не являлось основными факторами, ассоциированными со снижением GLS у шахтёров ($r = -0,106$, $p = 0,289$ и $r = -0,104$, $p = 0,272$ соответственно), в то время как среди работников наземной добычи угля выявлена умеренная связь между снижением значений продольной деформации миокарда ЛЖ с ОТ и ИК ($r = -0,389$, $p = 0,0019$ и $r = -0,378$, $p = 0,0017$ соответственно). По остальным исследуемым параметрам значимых корреляционных связей с GLS в обеих группах не получено.

Таблица 2 / Table 2

Факторы риска развития структурно-функциональных изменений сердца**Risk factors for the development of structural and functional changes in the heart**

Показатель Parameter	Шахтёры Miners <i>n</i> = 130	Работники угольных разрезов Open coal pit workers <i>n</i> = 78
Ожирение, % Obesity, %	65.4	71.8
		<i>p</i> = 0.338
ИК > 30, % Quetelet index > 30, %	66.7	66.0
		<i>p</i> = 0.961
АС, % Atherosclerosis, %	45.1	43.1
		<i>p</i> = 0.791
ОХС Total cholesterol	5.48 ± 0.105	5.69 ± 0.105
		<i>p</i> = 0.183
ЛПНП Low-density lipoprotein	3.38 ± 0.109	3.65 ± 0.155
		<i>p</i> = 0.190
ИТБ, % Waist hip index, %	67.7	72
		<i>p</i> = 0.527
АО, % Abdominal obesity, %	42.9	52.0
		<i>p</i> = 0.220
Курение, % Smoking, %	66.1	73.7
		<i>p</i> = 0.263
ТГ Triglycerides	1.68 ± 0.109	1.87 ± 0.208
		<i>p</i> = 0.109
НbA1c Glycated hemoglobin	5.64 ± 0.046	5.72 ± 0.073
		<i>p</i> = 0.420

Выявлена значимая прямая корреляционная связь Еа/Аа ПЖ с показателями ФВД в обеих группах (у шахтёров взаимосвязь с ЖЕЛ $r = 0,192$, $p = 0,042$ и с ОФВ₁ = 0,213, $p = 0,024$, у работников угольных разрезов с ЖЕЛ $r = 0,297$, $p = 0,024$ и с ОФВ₁ = 0,177, $p = 0,186$).

Также выявлены значимые корреляционные взаимосвязи ИЛП в группе шахтёров с ОТ и ИК ($r = 0,373$, $p = 0,0001$ и $r = 0,365$, $p < 0,0001$ соответственно), а ИПП – в обеих группах (у шахтёров $r = 0,315$, $p = 0,0012$ и $r = 0,356$, $p = 0,00008$ ($p < 0,0001$) соответственно, у работников угольных разрезов – $r = 0,257$, $p = 0,035$ и $r = 0,256$, $p = 0,029$ соответственно).

Обсуждение

Несмотря на то что в исследование были включены здоровые работники угольной промышленности с отсутствием сердечно-сосудистой патологии, в частности самого распространённого заболевания, такого как артериальная гипертензия (АГ), у обследованных были выявлены структурно-функциональные изменения сердца, что могло быть связано с влиянием факторов производственной среды.

Установлено, что ФВ ЛЖ при нормальных средних значениях оказалась значимо ниже у шахтёров, как и продольная деформация миокарда левого желудочка, причём GLS была снижена у 19,3% шахтёров в отличие от 7,6% работников угольных разрезов. В современных рекомендациях Американского общества по эхокардиографии и Европейского общества по сердечно-сосудистой визуализации

рекомендовано использовать показатель продольной деформации ЛЖ наряду с ФВ ЛЖ, которая обладает дополнительной прогностической ценностью по сравнению с ФВ [14]. В диагностике нарушений сократительной функции ЛЖ продольная дисфункция миокарда является наиболее чувствительным параметром, так как на начальных этапах ещё не все слои вовлекаются в патологический процесс, поэтому циркулярная деформация и скручивание ЛЖ, как правило, остаются ещё в норме или даже компенсаторно увеличиваются для поддержания его систолической функции. Если необходимо выявить нарушение сократительной функции ЛЖ на ранних стадиях, то первоначально можно регистрировать нарушение продольной деформации ЛЖ [15]. В литературе описана ассоциация параметров систолической глобальной продольной деформации ЛЖ с наличием АГ, причём её связь с повышенным артериальным давлением существенно зависит от вклада массы тела [16]. Описана взаимосвязь индекса массы миокарда ЛЖ и его глобальной деформации (чем больше индекс массы миокарда ЛЖ, тем ниже показатели глобальной деформации) [17], но у шахтёров увеличения ИММЛЖ и её зависимости с GLS нами не выявлено. Не получена и зависимость продольной деформации ЛЖ у шахтёров с абдоминальным ожирением (объёмом талии) и индексом Кетле в отличие от работников угольных разрезов, у которых выявлена умеренная обратная корреляционная связь между ОТ и ИК с GLS. Также на влияние производственных факторов у шахтёров на снижение продольной деформации ЛЖ указывает отсутствие различий в исследуемых группах таких общепринятых факторов риска, как абдоминальное ожирение, курение, атеросклероз сонных артерий и артерий нижних конечностей, дислипидемия и уровень гликозилированного гемоглобина. Уже при 5–9-летнем стаже во вредных условиях труда у шахтёров развивается изменение морфологии сосудистой стенки коронарных артерий в виде увеличения размеров клеток эндотелия, увеличения толщины мышечных волокон меди и формирования фибропластических изменений в периваскулярных зонах, а стажированность сопровождается нарастанием этих изменений [18], всё это ведёт к ухудшению питания эндокардиального слоя, что и отражает продольная деформация ЛЖ на доклинических стадиях патологии сердца.

В обеих исследуемых группах признаков диастолической дисфункции ЛЖ не установлено, а начальные проявления диастолической дисфункции ПЖ выявлены лишь у шахтёров в виде снижения соотношения диастолических пиков тканевого доплера (Еа/Аа) и отношения транстрикуспидального потока и движения латеральной стенки ПЖ в раннюю диастолу (Е/Еа), что при корреляционном анализе имело взаимосвязь с показателями ФВД в большей степени у шахтёров. То есть у шахтёров параметры тканевого доплера ПЖ позволяют выявить ранние функциональные признаки дисфункции правого желудочка. Ранее это было показано у пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких [19, 20].

Изменения со стороны ПП имели чёткую зависимость с ожирением в виде увеличения ОТ и ИК как у шахтёров, так и у работников угольных разрезов, а ЛП – только у шахтёров.

Заключение

Снижение глобальной продольной деформации миокарда левого желудочка среди шахтёров не ассоциируется с изученными общепринятыми факторами сердечно-сосудистого риска, а связано с влиянием комплекса неблагоприятных производственных факторов.

Изменения ФВД оказывают влияние на начальные проявления диастолической дисфункции правого желудочка у работников подземной добычи угля.

Литература

1. Серебряков Е.В., Пьянкова Л.А. Дисбаланс между спросом и предложением рабочей силы в Кемеровской области в 2018 году. *Символ Науки: Международный научный журнал*. 2019; (1): 125–8.
2. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь–сентябрь 2018 г. *Уголь*. 2018; (12): 60–9. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2016-3-58-72>
3. Харлампенков Е.И., Кудряшова И.А. Современные аспекты повышения производительности труда в угольной промышленности Кузбасса. *Проблемы социально-экономического развития Сибири*. 2019; (1): 90–5.
4. Смирнякова В.В. Оценка условий труда работников угольной промышленности. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015; (6): 98–100.
5. Куренкова Г.В., Лемешевская Е.П. Гигиеническая характеристика условий труда в подземных сооружениях и их влияние на здоровье работников. *Сибирский медицинский журнал*. 2015; 136(5): 98–105.
6. Устинова О.Ю., Власова Е.М., Носов А.Е., Костарев В.Г., Лебедева Т.М. Оценка риска развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды. *Анализ риска здоровью*. 2018; (3): 94–103. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.10>
7. Мит'ковская Н.П., Радкевич Ж.И. Новый взгляд на причины развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров. *Российские медицинские вестники*. 2007; 12(3): 19–29.
8. 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.
9. Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Бондарев О.И., Шавцова Г.М. Системные морфологические изменения, ассоциированные с динамикой развития пневмокониоза. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(4): 68–73.
10. Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С. Деформация миокарда и параметры диастолической функции левого желудочка у работников с артериальной гипертензией угледобывающих предприятий юга Кузбасса. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(3): 151–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-151-156>
11. Рыбакова М.К., Мит'ков В.В., Балдин Д.Г. *Эхокардиография от М.К. Рыбаковой*. М.: Видар-М; 2016.
12. 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. <https://doi.org/10.1186/s12882-015-0098-1>
13. Науменко Е.П., Адзерихо И.Э. Тканевая доплерография: принципы и возможности метода (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии*. 2012; (4): 17–22.
14. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Alalo 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2015; 16(3): 233–70. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>
15. Алехин М.Н. Клиническое использование показателей продольной систолической деформации левого желудочка сердца. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2017; (4): 101–11.
16. Рябиков А.Н., Гусева В.П., Воронина Е.В., Палехина Ю.Ю., Шахматов С.Г., Верекин Е.Г. и соавт. Продольная деформация миокарда левого желудочка по данным эхокардиографии в популяции: связь с артериальной гипертензией в зависимости от контроля артериального давления. *Артериальная гипертензия*. 2019; 25(6): 653–64. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2019-25-6-653-664>
17. Марсальская О.А., Никифоров В.С. Деформация левого желудочка и левого предсердия у работников железнодорожного транспорта с артериальной гипертензией. *Системные гипертензии*. 2015; 12(4): 18–22.
18. Бондарев О.И., Бугаева О.С., Михайлова Н.Н. Патоморфология сосудов сердечной мышцы у работников основных профессий угольной промышленности. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(6): 335–41. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-6-335-341>
19. Холов Г.А., Кенжаев М.Л., Ганиев У.Ш., Джурбаева Н.О., Абдизалилова С.И. Роль ранних признаков ремоделирования сердца в прогнозе хронической обструктивной болезни легких. *Наука молодых (Eruditio juvenium)*. 2015; (1): 56–67.
20. Горелик И.Л., Калманова Е.Н., Айсанов З.Р., Чучалин А.Г. Диагностика ранних признаков ремоделирования сердца у пациентов с ХОБЛ. *Практическая медицина*. 2011; (3): 72–7.

References

1. Serebryakov E.V., P'yankova L.A. The imbalance between labor supply and demand in the Kemerovo region in 2018. *Simvol Nauki: Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal*. 2019; (1): 125–8. (in Russian)
2. Tarazanov I.G. Russia's coal industry performance for January – September 2018. *Ugol'*. 2018; (12): 60–9. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2016-3-58-72> (in Russian)
3. Kharlampenkov E.I., Kudryashova I.A. Modern aspects of increasing labor productivity in Kuzbass coal industry. *Problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri*. 2019; (1): 90–5. (in Russian)
4. Smirnyakova V.V. Assessment of working conditions of coal industry workers. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2015; (6): 98–100. (in Russian)
5. Kurenkova G.V., Lemeshevskaya E.P. Hygienic characteristics of working conditions in underground structures and their impact on the health of workers. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2015; 136(5): 98–105. (in Russian)
6. Ustinova O.Yu., Vlasova E.M., Nosov A.E., Kostarev V.G., Lebedeva T.M. Assessment of cardiovascular pathology risk in miners employed at deep chrome mines. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; (3): 94–103. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.10>.eng (in Russian)
7. Mit'kovskaya N.P., Radkevich Zh.I. The new concept of cardio-vascular pathology at miners. *Rossiyskie meditsinskie vesti*. 2007; 12(3): 19–29. (in Russian)
8. Bondarev O.I., Taksanov P.V., 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)
9. Mikhaylova N.N., Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Shavtsova G.M. Systemic morphological changes associated with the dynamics of pneumoconiosis. *Meditsina v Kuzbasse*. 2017; 16(4): 68–73. (in Russian)
10. Kоротенко О.Ю., Филимонов Е.С. Myocardial deformity and parameters of diastolic function of the left ventricle in workers of coal mining enterprises in the South of Kuzbass with arterial hypertension. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(3): 151–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-3-151-156> (in Russian)
11. Rybakova M.K., Mit'kov V.V., Baldin D.G. *Echocardiography from M.K. Rybakova [Ekhokardiografiya ot M.K. Rybakovoy]*. Moscow: Vidar-M; 2016. (in Russian)
12. 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. <https://doi.org/10.1186/s12882-015-0098-1>
13. Naumenko E.P., Adzerikho I.E. Doppler tissue imaging: principles and possibilities of the method (literature review). *Problemy zdorov'ya i ekologii*. 2012; (4): 17–22. (in Russian)
14. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Alalo 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2015; 16(3): 233–70. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>
15. Alekhin M.N. Clinical application of longitudinal systolic deformation indicators in the heart left ventricle. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik*. 2017; (4): 101–11. (in Russian)
16. Ryabikov A.N., Guseva V.P., Voronina E.V., Palekhina Yu.Yu., Shakhmatov S.G., Verekin E.G. et al. An association between echocardiographic left ventricle longitudinal strain and hypertension in general population depending on blood pressure control. *Arterial'naya gipertenziya*. 2019; 25(6): 653–64. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2019-25-6-653-664> (in Russian)
17. Marsal'skaya O.A., Nikiforov V.S. Longitudinal deformation of the left ventricle and the left atrium in workers of railway transport with arterial hypertension. *Sistemnye gipertenzii*. 2015; 12(4): 18–22. (in Russian)
18. Bondarev O.I., Bugaeva O.S., Mikhaylova N.N. Pathomorphology of heart muscle vessels in workers of the main professions of the coal industry. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(6): 335–41. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-6-335-341> (in Russian)
19. Kholov G.A., Kenzhaev M.L., Ganiev U.Sh., Dzhurbaeva N.O., Abdizhalilova S.I. Role of early signs of remodelling of heart in the forecast of the chronic obstructive illness of lungs. *Nauka molodykh (Eruditio juvenium)*. 2015; (1): 56–67. (in Russian)
20. Gorelik I.L., Kalmanova E.N., Aysanov Z.R., Chuchalin A.G. Diagnosis of early signs of heart remodeling in patients with COPD. *Prakticheskaya meditsina*. 2011; (3): 72–7. (in Russian)