

Статья поступила в редакцию 7.07.2021 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2021-3-26-31

**Информация для цитирования:**

Коротенко О.Ю., Панев Н.И., Филимонов Е.С., Панев Р.Н. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Медицина в Кузбассе. 2021. №3. С. 26-31.

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

ФГБНУ НИИ Комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,

г. Новокузнецк, Россия

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Предмет исследования.** Нами обследованы 1118 работников угольной промышленности: 369 шахтеров в рамках прохождения периодического медицинского осмотра и, в условиях стационара, 657 шахтеров с пылевой патологией легких и 92 шахтера без пылевой патологии легких в возрастном диапазоне от 40 до 55 лет.

**Цель исследования** – изучить структурно-функциональные изменения сердца у работников угольной промышленности.

**Методы исследования.** Всем пациентам было проведено эхокардиографическое исследование по стандартным методикам с оценкой деформации левого желудочка, ультразвуковое исследование магистральных артерий, исследование функции внешнего дыхания, рассчитывали индекс Кетле, индекс курильщика, измеряли окружности талии и бедра, изучали показатели липидного профиля и гликированного гемоглобина в сыворотке крови.

**Основные результаты.** Выявлено, что при сочетании пылевой патологии легких с ишемической болезнью сердца отмечается эксцентрическое ремоделирование левого желудочка и концентрическое ремоделирование правого желудочка, при сочетании пылевой патологии легких с артериальной гипертензией, а также с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией – концентрическое ремоделирование левого и правого желудочков. У шахтеров с пылевой патологией легких в сочетании с сердечно-сосудистой патологией отмечалось более выраженное нарушение наполнения как левого, так и правого желудочков. Антиортостатическая проба позволила выявить ранние признаки диастолической дисфункции правого желудочка. У работников угольных шахт без сердечно-сосудистой патологии отмечаются снижение продольной деформации левого желудочка и доклинические признаки диастолической дисфункции правого желудочка.

**Заключение.** У работников угольной промышленности при длительном стаже работы во вредных подземных условиях при отсутствии соматической и профессиональной патологии развиваются доклиническая систолическая дисфункция левого желудочка и диастолическая дисфункция правого желудочка. Пылевая патология легких приводит к структурно-функциональным изменениям в сердце, которые усугубляются сопутствующей сердечно-сосудистой патологией.

**Ключевые слова:** угольная промышленность; структурно-функциональные изменения сердца; пылевая патология легких; артериальная гипертензия

**Korotenko O.Yu., Panev N.I., Filimonov E.S., Panev R.N.**

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

### STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF THE HEART IN COAL INDUSTRY WORKERS

**Subject of research.** There were examined 1118 workers in the coal industry. 369 miners were examined as a part of the periodic medical examination, 657 miners with dust-causing lung pathology were examined in hospital as well as 92 miners without dust-causing lung pathology aged 40-55 years.

**Objective of research** was to study the structural and functional changes in the heart of workers in the coal industry.

**Methods of research.** All patients underwent an echocardiographic study according to standard methods with an assessment of the left ventricular deformity, an ultrasound study of the main arteries and a study of respiratory function, there was calculated the Quetelet index, smoker's index, measured the waist and hip circumferences, and studied the lipid profile and glycated hemoglobin in blood serum.

**Main results.** It was revealed that when dust-causing lung pathology was combined with coronary heart disease, eccentric remodeling of the left ventricle and concentric remodeling of the right ventricle were noted. When dust-causing lung pathology was combined with arterial hypertension, as well as with ischemic heart disease and arterial hypertension – a concentric remodeling of the left and right ventricles might occur. Miners with dust-causing lung pathology in combination with cardiovascular disease showed a more pronounced impairment of filling in both left and right ventricles. The antiorthostatic test revealed early signs of the right ventricular diastolic dysfunction. There was a decrease in longitudinal deformity of the left ventricle and preclinical signs of diastolic dysfunction of the right ventricle in coal industry workers without cardiovascular pathology.

**Conclusion.** Coal industry workers, with long-term work experience in hazardous underground working conditions in the absence of somatic and occupational pathology, develop preclinical left ventricular systolic dysfunction and right ventricular diastolic dysfunction.

Dust-causing lung pathology leads to structural and functional changes in the heart, which are aggravated by concomitant cardiovascular pathology.

**Key words:** coal industry; structural and functional changes in the heart; dust-causing lung pathology; arterial hypertension.

**К**основным экономическим приоритетам развития Кемеровской области относится угольная промышленность. Наибольшая доля занятого населения сосредоточена в промышленности (31,3 %, в том числе в добыче полезных ископаемых – 13,2 %) [1].

Уровень профессиональной патологии в Кемеровской области превышает в 3,7 раза данные по Сибирскому федеральному округу и в 8,8 раза – общероссийский уровень [2]. Наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости регистрируется в угольной и металлургической промышленности. В структуре профессиональных заболеваний у работников угольных шахт одно из первых мест (около 1/4 случаев) занимают заболевания органов дыхания (пневмокониозы, профессиональный бронхит) [3].

Ведущее место в структуре соматической патологии, возникающей у рабочих угольных и металлургических предприятий, занимают сердечно-сосудистые заболевания, такие как ишемическая болезнь сердца (ИБС) и артериальная гипертензия (АГ), которые являются основной причиной смерти как в России, так и в мире. Ранее в наших работах отмечалось, что распространенность АГ у работников угольной промышленности находится на общероссийском уровне и составляет около 40 % [4, 5].

По данным аутопсии выявлено, что к морфологическим изменениям в мышце сердца приводит даже кратковременное воздействие угольно-породной пыли на организм, которые усугубляются с увеличением стажа работы в подземных условиях труда [6], что имело подтверждение в эксперименте [7].

Таким образом, **целью исследования** явилось изучить структурно-функциональные изменения сердца у работников угольной промышленности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами обследованы 1118 работников угольной промышленности: 369 шахтеров в рамках прохождения периодического медицинского осмотра и в условиях стационара клиники 657 шахтеров с пылевой патологией легких и 92 шахтера без пылевой патологии легких в возрастном диапазоне от 40 до 55 лет.

Всем пациентам на ультразвуковой системе «Vivid E9» было проведено эхокардиографическое исследование по стандартным методикам с использованием секторального датчика 2,5 МГц с оценкой деформации левого желудочка с помощью технологии speckle tracking и программного обеспечения «AFI» в В-режиме с обязательной регистрацией электрокардиограммы; ультразвуковое исследование брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей выполнено с использованием линейно-

го датчика 7,5 МГц для оценки степени атеросклеротического поражения.

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

По увеличению индекса Кетле (ИК)  $\geq 30$  определяли наличие ожирения, при окружности талии (ОТ) более 94 см и индексе талия/бедро более 0,9 диагностировали абдоминальный тип ожирения.

Для определения индекса курильщика (ИК<sub>кур</sub>) 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 (HbA1c), которые определялись на автоматическом биохимическом анализаторе «Сапфир 400» с использованием наборов реактивов фирмы АО «Вектор-Бест».

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ STATISTICA версии 10.0, нормальность распределения признаков оценивалась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова; количественные значения оценивались с помощью средней и ее стандартной ошибки ( $M \pm SEM$ ); параметрические показатели рассчитывались с использованием критерия Стьюдента, непараметрические –  $\chi^2$ , 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 КППИЗ, 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», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Все исследования проводились совместно научно-клиническим отделом медицины труда и отделением функциональной и ультразвуковой диагностики клиники института. Хочется отметить, что методы исследования соответствовали современным тре-

бованиям. На первых этапах изучалось ремоделирование сердца и его функция у пациентов стационара клиники при наличии пылевой патологии легких в сочетании с ИБС и АГ. Выявлено, что у шахтеров с ППЛ в сочетании с ИБС имеется эксцентрическое ремоделирование и снижение функции левого желудочка (ЛЖ) (увеличение объемных показателей ЛЖ при меньшей толщине стенок ЛЖ). У шахтеров с ППЛ в сочетании с АГ и у шахтеров с ППЛ в сочетании с ИБС и АГ отмечается концентрическое ремоделирование левого желудочка, а также снижение фракции выброса (ФВ) ЛЖ по сравнению с шахтерами без сопутствующей сердечно-сосудистой патологии. Гипертрофия миокарда правого желудочка (ПЖ) сопровождается значимым, но невыраженным, нарастанием среднего и систолического давлений в легочной артерии, что является признаком хронического легочного сердца. При этом отмечалось сочетание повышенного легочного давления с гипертрофией ПЖ без значимого увеличения размера его полости, которая имела большие значения в группах шахтеров с ППЛ, имеющих АГ и ИБС, то есть наличие сопутствующей сердечно-сосудистой патологии ускоряет развитие хронического легочного сердца у шахтеров с ППЛ. Системное артериальное давление у шахтеров с ППЛ в сочетании с АГ обладает потенцирующим влиянием на гипертензионную реакцию малого круга кровообращения. Повышенное сосудистое сопротивление в малом круге кровообращения обусловлено спастическими эффектами вазоактивных субстанций, которые оказывают и ремоделирующее воздействие не только на левый, но и на правый желудочек [8]. К структурной перестройке ПЖ при ИБС приводит ишемическая дисфункция, межжелудочковое взаимодействие и как ранние, так и поздние нейрогуморальные воздействия [9]. У шахтеров с ППЛ в сочетании с сердечно-сосудистой патологией (ИБС и АГ) отмечалось более выраженное нарушение наполнения как левого, так и правого желудочка. В каждой группе шахтеров с ППЛ выявлялись разные типы диастолической дисфункции (ДД) желудочков, каждый из которых является проявлением разных стадий прогрессирования диастолических расстройств, разной выраженности гемодинамических сдвигов, порой разнонаправленных, что диктует необходимость исследования ремоделирования миокарда по мере ухудшения диастолической функции.

Следующим этапом стало проведение антиортостатической пробы, которая моделирует увеличение преднагрузки. При этом выявлено транзиторное повышение давления в легочной артерии во всех группах шахтеров с ППЛ вне зависимости от ее сочетания с сердечно-сосудистой патологией. Данная проба позволила выявить ранние признаки ДД ПЖ, которая ухудшает прогноз течения сочетанных заболеваний. При этом у шахтеров с ППЛ в сочетании с сердечно-сосудистой патологией характер показателей транстрикуспидального потока может соответствовать псевдонормальному типу диастолической

дисфункции, что затрудняет оценку состояния больного. Подтвердить это предположение позволяет антиортостатическая проба. Изучение состояния ПЖ позволяет оценить вовлеченность в сердечно-сосудистый континуум большого круга кровообращения и точнее определить наличие и тяжесть сердечной недостаточности.

На следующем этапе исследования проведена оценка корреляционной зависимости показателей функции внешнего дыхания со структурно-функциональными показателями сердца, а также влияние на них сопутствующей сердечно-сосудистой патологии. Выявлено, что у шахтеров с ППЛ степень бронхиальной обструкции оказывает влияние на диастолическую функцию правого желудочка и развитие легочной гипертензии, а легочная гипертензия – на ремоделирование и ухудшение систолической функции ПЖ. АГ приводит не только к ремоделированию левых отделов сердца (увеличивается масса миокарда ЛЖ, объем левого предсердия и ухудшается диастолическая функция ЛЖ), но и к увеличению толщины передней стенки ПЖ, снижению систолической и диастолической функций ПЖ.

В группе шахтеров с ППЛ в сочетании с ИБС обнаружено больше корреляционных достоверных зависимостей между показателями левых и правых отделов сердца, а также показателей ФВД с легочной гемодинамикой и ремоделированием ПЖ. Так, степень обструктивных нарушений в большей степени оказывает влияние на ремоделирование правых отделов сердца в виде утолщения передней стенки ПЖ и его дилатации. С увеличением сферификации, эксцентричности ЛЖ ухудшается диастолическое наполнение ПЖ, а с нарастанием индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) увеличивается гипертрофия миокарда правого желудочка [10].

Развитие эхокардиографии, а именно внедрение в практику тканевой доплерографии и speckle tracking эхокардиографии, позволило выявлять функциональные изменения сердца на их доклиническом этапе. До введения этой сложной эхокардиографической техники, только магнитно-резонансная томография с мечеными молекулами позволяла выполнить точный анализ нескольких компонентов деформации, которые характеризуют динамику миокарда. Отслеживая перемещения спеклов во время сердечного цикла, speckle tracking эхокардиография позволяет полуавтоматически обрабатывать данные деформации миокарда в 3-х пространственных направлениях: продольном, радиальном и циркулярном.

Мы имеем возможность оценки продольной деформации ЛЖ, которая, в сравнении с радиальной и циркулярной, имеет большее прогностическое значение. Продольная деформация представляет собой деформацию миокарда, направленную от основания до верхушки сердца. Во время систолы желудочковые волокна миокарда укорачиваются с поступательным движением от основания к верхушке. Она обеспечивает количественный анализ миокардиальной деформации каждого сегмента ЛЖ, что позволяет обнаруживать начальные проявления систоли-

ческой дисфункции у больных с сохраненной фракцией выброса ЛЖ.

Нами выявлено, что у работников угольной промышленности с АГ при нормальной фракции выброса ЛЖ регистрируется снижение продольной глобальной систолической деформации миокарда ЛЖ. Причем у работников угольных шахт без наличия АГ отмечается значимое снижение продольной деформации ЛЖ в сравнении с работниками угольных разрезов с нормальными цифрами артериального давления, что может быть обусловлено влиянием работы в подземных условиях. В связи с этим мы изучили взаимосвязи общепринятых факторов риска сердечно-сосудистой патологии и производственных факторов со структурно-функциональными показателями сердца у здоровых работников угольной промышленности в зависимости от способа добычи угля (шахтеры и работники угольных разрезов). Установлено, что фракция выброса ЛЖ при нормальных средних значениях оказалась значимо ниже у шахтеров, как и продольная деформация миокарда ЛЖ, причем она была снижена у 19,3 % шахтеров в отличие от 7,6 % работников угольных разрезов. В современных рекомендациях Американского общества по эхокардиографии и Европейской ассоциации по визуализации в кардиологии рекомендовано использовать показатель продольной деформации ЛЖ наряду с ФВ ЛЖ, которая обладает дополнительной прогностической ценностью по сравнению с ФВ [11].

У шахтеров нами не выявлено зависимости продольной деформации ЛЖ с увеличением ИММЛЖ. Не получена и зависимость продольной деформации ЛЖ с абдоминальным ожирением (объемом талии) и индексом Кетле, в отличие от работников угольных разрезов, у которых выявлена умеренная обратная корреляционная связь между объемом талии и индексом Кетле с продольной деформацией ЛЖ. Также у шахтеров влияние производственных факторов на снижение продольной деформации ЛЖ подтверждается отсутствием различий в исследуемых группах распространенности таких общепринятых факторов риска, как: абдоминальное ожирение, курение, атеросклероз сонных артерий и артерий нижних конечностей, дислипидемия и высокий уровень гликированного гемоглобина. Уже при 5-9-летнем стаже во вредных условиях труда у шахтеров 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 [12], все это ведет к ухудшению питания эндокардиального слоя, что и отражает продольная деформация ЛЖ на доклинических стадиях патологии сердца. В обоих исследуемых группах признаков диастолической дисфункции ЛЖ установлено не было, а начальные проявления диастолической дисфункции ПЖ выявлены лишь у шахтеров в виде снижения соотношения диастолических пиков тка-

невого доплера и отношения транстрикуспидального потока, а также движения латеральной стенки ПЖ в раннюю диастолу, что при корреляционном анализе имело взаимосвязь с показателями ФВД в большей степени у шахтеров. То есть у шахтеров параметры тканевого доплера ПЖ позволяют выявить ранние функциональные признаки дисфункции правого желудочка. Снижение глобальной продольной деформации миокарда ЛЖ среди шахтеров не ассоциируется с изученными общепринятыми факторами сердечно-сосудистого риска, а связано с влиянием комплекса неблагоприятных производственных факторов. Изменения функции внешнего дыхания оказывают влияние на начальные проявления диастолической дисфункции ПЖ у работников подземной добычи угля.

Как известно, нарушение наполнения ПЖ возникают раньше и чаще всего предшествуют развитию его систолической дисфункции. Выявление ранней диастолической дисфункции ПЖ, которая диагностирована у большинства стажированных работников угольной промышленности, а также причин ее развития очень важно для организации профилактических мероприятий. Именно диастолическая дисфункция ПЖ является независимым фактором риска ранней смерти после операции коронарного шунтирования у больных со сниженной систолической функцией ЛЖ [13].

Нами проведено комплексное изучение диастолической функции ПЖ как с оценкой транстрикуспидальных потоков, так и оценкой движения трикуспидального кольца в режиме спектральной тканевой доплерографии. Диастолическая дисфункция в виде снижения отношения транстрикуспидальных потоков менее единицы выявлена у 22,5 % шахтеров с артериальной гипертензией и 2,6 % без нее ( $p = 0,00001$ ), у работников разрезов – у 12,3 % и 8,3 % соответственно ( $p = 0,071$ ). Снижение отношения тканевых доплеровских потоков движения трикуспидального кольца было выявлено у 89,9 % шахтеров с артериальной гипертензией и 81,2 % без нее ( $p = 0,083$ ), у работников разрезов данный показатель также не отличался (68,4 % и 60,3 % соответственно,  $p = 0,337$ ), но между шахтерами и работниками разрезов различия оказались достоверны ( $p = 0,0012$  у обследованных с артериальной гипертензией,  $p = 0,0015$  – без нее).

Нами выявлено, что на развитие нарушения диастолической функции ПЖ у работников угольной промышленности оказывают влияние не только общепринятые факторы и сопутствующая АГ, но и длительный стаж работы в подземных условиях у шахтеров. А именно – на развитие диастолической дисфункции ПЖ у шахтеров оказывали влияние стаж работы в подземных условиях труда, наличие АГ, снижение продольной деформации ЛЖ, снижение жизненной емкости легких и нарушение диастолической функции ЛЖ. У работников угольных разрезов выявлены ассоциации показателей диастолической функции ПЖ с наличием АГ, повышенными значениями индекса курьльщика, индекса Кетле,

объемом талии, относительной толщиной стенок ЛЖ, снижением продольной деформации ЛЖ и объемом форсированного выдоха за первую секунду, нарушением диастолической функции ЛЖ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами выявлено, что у работников угольной промышленности при длительном

стаже работы во вредных подземных условиях труда при отсутствии соматической и профессиональной патологии развивается доклиническая систолическая дисфункция левого желудочка и диастолическая дисфункция правого желудочка. Пылевая патология легких приводит к структурно-функциональным изменениям в сердце, которые усугубляются сопутствующей сердечно-сосудистой патологией.

### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Serebryakov EV, Pyankova LA. The imbalance between labor supply and demand in the Kemerovo region in 2018. *Symbol of Science: International Scientific Journal*. 2019; (1): 125-128. Russian (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. С. 125-128.)
2. Zakharenkov VV, Viblaya IV, Oleshchenko AM. Health of the able-bodied population and preservation of labor potential of Siberian Federal District. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2013; (1): 6-10. Russian (Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М. Здоровье трудоспособного населения и сохранение трудового потенциала Сибирского федерального округа //Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 1. С. 6-10.)
3. Fedina IN, Zhurikhina IA, Gavrilov AV. Risk assessment of respiratory diseases in industrial workers. *Hygiene and sanitation*. 2010; (1): 67-68. Russian (Федина И.Н., Журихина И.А., Гаврилов А.В. Оценка риска формирования патологии органов дыхания у промышленных рабочих //Гигиена и санитария. 2010. № 1. С. 67-68.)
4. Badin YuV, Fomin IV, Belenkov YuN, Mareev VYu, Ageev FT, Polyakov DS, et al. ЕРОСНА-АН 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. Russian (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. Т. 59, № 1S. С. 34-42.)
5. Korotenko OYu, Filimonov ES. 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. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2020; (3): 151-156. Russian (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. № 3. С. 151-156.)
6. Bondarev OI, Taksanov PA, Surkov AM, Kashirin BG, Rykova OV. Forensic-medical examination of the heart muscle injuries on the results of autopsies in the Kuzbass coal miners. *Bulletin of Forensic Medicine*. 2013; 2(1): 17-20. Russian (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. Т. 2, № 1. С. 17-20.)
7. Mikhailova NN, Bugaeva MS, Bondarev OI, Shavtsova GM. Systemic morphological changes associated with the dynamics of pneumoconiosis. *Medicine in Kuzbass*. 2017; 16(4): 68-73. Russian (Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Бондарев О.И., Шавцова Г.М. Системные морфологические изменения, ассоциированные с динамикой развития пневмокониоза //Медицина в Кузбассе. 2017. Т. 16, № 4. С. 68-73.)
8. Efremushkin GG, Filippova TV, Kharlova AG, Dekhar VV. Morphological and functional status of heart and large arteries in young individuals with unstable blood pressure. *Russian Journal of Cardiology*. 2013; (3): 12-17. Russian (Ефремушкин Г.Г., Филиппова Т.В., Харлова А.Г., Дехарь В.В. Морфо-функциональное состояние сердца и магистральных артерий у лиц молодого возраста с нестабильным артериальным давлением //Российский кардиологический журнал. 2013. № 3. С. 12-17.)
9. Barabash OS, Ivaniv YuA. Influence of systemic arterial hypertension on right ventricular structure and function: assessment by echocardiography. *Heart and Blood Vessels*. 2011; (4): 090-098. Russian (Барабаш О.С., Иванив Ю.А. Влияние системной артериальной гипертензии на структуру и функцию правого желудочка: оценка методом эхокардиографии //Сердце и сосуды. 2011. № 4. С. 090-098.)
10. Korotenko OYu, Panev NI, Zakharenkov VV, Filimonov SN. The influence of concomitant cardiovascular pathology (ischemic heart disease and arterial hypertension) on the changes of right ventricle of heart in miners with chronic obstructive pulmonary disease. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2012; (5-2): 31-33. Russian (Коротенко О.Ю., Панев Н.И., Захаренков В.В., Филимонов С.Н. Влияние

сопутствующей сердечно-сосудистой патологии (ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии) на изменения правых отделов сердца у шахтеров с хронической обструктивной болезнью легких //Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2012. № 5-2. С. 31-33.)

11. Lang RM, Badano LP, 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): 233-270.
12. Bondarev OI, Bugaeva MS, Mikhailova NN. Pathomorphology of heart muscle vessels in workers of the main professions of the coal industry. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019; 59(6): 335-341. Russian (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. Т. 59, № 6. С. 335-341.)
13. Jin Y, Wang H, Wang Z, Jiang H, Tao D, Wu H. The evaluation of preoperative right ventricular diastolic dysfunction on coronary artery disease patients with left ventricular dysfunction. *Echocardiography*. 2014; 31(10): 1259-1264.

#### Сведения об авторах:

КОРОТЕНКО Ольга Юрьевна, канд. мед. наук, зав. отделением функциональной и ультразвуковой диагностики, ФГБНУ НИИ КПППЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

ПАНЕВ Николай Иванович, доктор мед. наук, начальник научно-клинического отдела медицины труда, ФГБНУ НИИ КПППЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: panevni@gmail.com

ФИЛИМОНОВ Егор Сергеевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник, лаборатория охраны здоровья работающего населения, ФГБНУ НИИ КПППЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: 171fes@gmail.com

ПАНЕВ Роман Николаевич, мл. науч. сотрудник, лаборатория охраны здоровья работающего населения, ФГБНУ НИИ КПППЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: panevrn@gmail.com .

#### Information about authors:

KOROTENKO Olga Yuryevna, candidate of medical sciences, head of the department for functional and ultrasound diagnostics, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

PANEV Nikolay Ivanovich, doctor of medical sciences, head of the scientific and clinical department of occupational medicine, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: panevni@gmail.com

FILIMONOV Egor Sergeevich, candidate of medical sciences, senior researcher, laboratory for the health protection of the working population, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: 171fes@gmail.com

PANEV Roman Nikolaevich, junior researcher, laboratory for the health protection of the working population, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: panevrn@gmail.com

**Корреспонденцию адресовать:** КОРОТЕНКО Ольга Юрьевна, 654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23, ФГБНУ НИИ КПППЗ  
E-mail: olgakorotenko@yandex.ru