



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

Ремоделирование и функциональные особенности левого желудочка сердца у шахтёров

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

РЕЗЮМЕ

Введение. Болезни системы кровообращения являются основной причиной смертности трудоспособного населения. Сохранение производственного долголетия предполагает выявление ранних признаков поражения миокарда современными методиками, что позволит по-новому взглянуть на профилактику сердечно-сосудистой патологии у лиц, занятых во вредных условиях труда.

Материалы и методы. В исследование вошли 236 шахтёров среднего возраста ($47,1 \pm 0,36$ года), проходивших периодический медицинский осмотр в клинике института. Стаж работы во вредных производственных условиях составил $22,7 \pm 0,6$ года. Исследование основывалось на проведении трансторакальной эхокардиографии с использованием тканевой доплерографии и технологии speckle tracking.

Результаты. Концентрическое ремоделирование левого желудочка выявлено у 25,9% шахтёров. Артериальная гипертензия выявлялась у 65,6% шахтёров с концентрическим ремоделированием левого желудочка, у 34,3% шахтёров с нормальной его геометрией ($p = 0,00002$). Значимых различий в группах со стороны показателей сократительной функции левого желудочка получено не было. В обеих группах выявлялась преимущественно диастолическая дисфункция 1-го типа, которая значимо чаще встречалась у шахтёров с концентрическим ремоделированием левого желудочка (62,3 и 42% соответственно; $p = 0,006$). Псевдонормальный тип диастолической дисфункции встречался у 8,2% в группе с концентрическим ремоделированием против 5,14% в группе с нормальной геометрией левого желудочка ($p = 0,38$).

Ограничения исследования. Исследование было лимитировано числом обследованных, проходящих периодический медицинский осмотр в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний».

Заключение. Ремоделирование миокарда левого желудочка у шахтёров не имело взаимосвязи со снижением продольной деформации левого желудочка, что указывает на возможное влияние вредных производственных факторов на развитие его систолической дисфункции, которая имела чёткую зависимость от ремоделирования миокарда левого желудочка.

В связи с этим рекомендуется проведение эхокардиографии при углублённом периодическом медицинском осмотре стажированных шахтёров для выявления группы риска развития сердечно-сосудистых катастроф.

Ключевые слова: ремоделирование миокарда; угольная промышленность; сердечная недостаточность; диастолическая дисфункция

Соблюдение этических стандартов. Все обследуемые подписывали информированное согласие на участие в исследовании, протокол которого соответствовал требованиям биоэтического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», исполненным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» с поправками 2013 г. и «Правилами надлежащей клинической практики», утверждёнными приказом Минздрава России от 1 апреля 2016 г. № 200н.

Для цитирования: Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С., Панев Н.И. Ремоделирование и функциональные особенности левого желудочка сердца у шахтёров. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(4): 318–322. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-4-318-322> <https://elibrary.ru/rmhdiv>

Для корреспонденции: Коротенко Ольга Юрьевна, канд. мед. наук, зав. отд. функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», 654041, Новокузнецк. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

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

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 15.12.2023 / Принята к печати: 09.04.2024 / Опубликовано: 08.05.2024

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

Remodelling and functional features of the left ventricle in miners

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

ABSTRACT

Introduction. Diseases of the circulatory system are the main cause of mortality in the employable population. Preserving occupational longevity involves the identification of early signs of myocardial damage by modern techniques, which will allow taking a fresh look at the prevention of cardiovascular pathology in people engaged in harmful working conditions.

Materials and methods. The study included two hundred thirty six miners of average age of 47.1 ± 0.36 years who underwent periodic medical examination at the Institute clinic. The work experience in hazardous occupation conditions was 22.7 ± 0.6 years. The study was based on transthoracic echocardiography using tissue Dopplerography and speckle tracking technology.

Results. Concentric remodelling of the left ventricle was detected in 25.9% of the miners. Arterial hypertension was revealed in 65.6% of the miners with concentric remodelling of the left ventricle versus 34.3% of the miners with its normal geometry ($p = 0.00002$). There were no significant differences in the left ventricular contractile function indices in the groups. In both groups, diastolic dysfunction type 1 was predominantly detected, which was significantly more common in the miners with concentric remodelling of the left ventricle (62.3% and 42.0%, $p = 0.006$). Pseudonormal type of diastolic dysfunction occurred in 8.2% of the group with concentric remodelling versus 5.14% with normal left ventricular geometry, $p = 0.38$.

Limitations. The study was limited by the number of the examined persons undergoing periodic medical examination at the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases.

Conclusion. Remodelling of the left ventricular myocardium in miners did not correlate with a decrease in the longitudinal deformation of the left ventricle, which indicates the possible influence of harmful occupational factors on the development of its systolic dysfunction. Diastolic dysfunction of the left ventricle had a clear relationship with remodelling of the left ventricular myocardium. In this regard, it is recommended to conduct echocardiography during an in-depth periodic medical examination of miners with long-term work experience to identify a risk group for developing cardiovascular accidents.

Keywords: myocardial remodelling; coal industry; heart failure; diastolic dysfunction

Compliance with ethical standards. All subjects signed an informed consent to participate in the study, the protocol of which corresponded to the requirements of the Bioethical Committee of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, executed in accordance with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association “Ethical Principles for Medical Research Involving Humans Subjects” as amended 2013 and the “Rules of Proper Clinical Practice” approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated April 1, 2016 N 200n.

For citation: Korotenko O.Yu., Filimonov E.S., Panev N.I. Remodelling and functional features of the left ventricle in miners. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2024; 103(4): 318–322. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-4-318-322> <https://elibrary.ru/mhndvi> (In Russ.)

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

Contribution: Korotenko O.Yu. — the concept and design of the study, collection of material, writing a text; Filimonov E.S. — collection 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.

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: December 15, 2023 / Accepted: April 09, 2024 / Published: May 8, 2024

Введение

На протяжении многих лет угольная промышленность является важнейшей частью российской экономики. Огромные запасы угля в России и спрос на него предполагают, что отрасль останется одной из основных экономик страны [1]. Развивающиеся в настоящее время инженерные средства борьбы с вредными производственными факторами не обеспечивают снижения их до предельно допустимых значений. На работников основных профессий предприятий по добыче угля действует комплекс факторов производственной среды: угольно-породная пыль, шум, вибрация, излучение, неблагоприятный микроклимат. Действие этих факторов определяет нагрузку на отдельные системы органов горнорабочих и риск развития профессиональных и производственно обусловленных болезней [2, 3]. Следует отметить, что в условиях длительного воздействия на организм угольно-породной пыли наряду с диффузными склеротическими изменениями ткани лёгких выявляются изменения в сосудистой стенке в виде эндотелиоза, гипертрофии меди, утолщения стенки и периваскулярного фиброза [4]. Болезни системы кровообращения (БСК) являются основной причиной смертности населения трудоспособного возраста, но имеют региональные особенности [5]. В Кемеровской области преобладает смертность от сердечно-сосудистых патологий. Региональные особенности смертности лиц трудоспособного возраста от БСК зависят от климатогеографических, профессиональных и медико-социальных факторов [6], которые обуславливают и лидирующее положение этой группы болезней у работников, занятых во вредных условиях труда [7–9].

В 30–50% случаев больные с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) имели сохранную фракцию выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ). Чёткое снижение ФВ ЛЖ наблюдали уже на развёрнутой стадии поражения всех компонентов систолического сокращения (продольной, циркулярной и радиальной деформации, скручивания, раскручивания и вращения) и всех слоёв стенки (субэпикардального, среднего и субэндокардиального) [10].

С появлением эхокардиографии speckle tracking стало возможным определение объективной и количественной оценки глобальной и регионарной функций миокарда [11]. До введения в практику этого эхокардиографического метода только магнитно-резонансная томография с мечеными молекулами позволяла выполнять точный анализ нескольких компонентов деформации, которые характеризуют динамику миокарда. Хотя магнитно-резонансная томография с мечеными молекулами и сейчас считается «золотым стандартом» в этой области исследования, рутинное использование этого метода ограничено высокой стоимостью, малой доступностью и относительной сложностью получения

изображений. Поэтому предупреждение неблагоприятного течения болезни и сохранение качества жизни пациента предполагают выявление начальных признаков поражения миокарда с помощью современных методик, в том числе эхокардиографии, что позволит взглянуть по-новому на профилактику ХСН и развитие её осложнений у лиц, занятых во вредных условиях труда.

Цель исследования — изучить ремоделирование и особенности функции левого желудочка у шахтёров для выявления ранних признаков поражения миокарда и определения группы риска развития сердечно-сосудистых катастроф.

Материалы и методы

В исследование вошли 236 шахтёров (средний возраст $47,1 \pm 0,36$ года), которые проходили периодический медицинский осмотр в клинике ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (г. Новокузнецк). Все обследуемые — мужчины, работающие в основных профессиях: горнорабочие очистного забоя, проходчики, машинисты горных выемочных машин. Средний стаж работы во вредных производственных условиях составил $22,7 \pm 0,6$ года.

Критерии исключения: пациенты с врождёнными пороками сердца, кардиомиопатиями, ишемической болезнью сердца, нарушением ритма сердца.

Артериальная гипертензия (АГ) устанавливалась согласно Клиническим рекомендациям по диагностике и лечению артериальной гипертензии 2022 г.

Исследование основывалось на проведении трансторакальной эхокардиографии по стандартной методике на ультразвуковом сканере Vivid E9 фирмы-производителя General Electric с использованием секторального датчика 2,5 МГц [11]. С помощью технологии speckle tracking и программного обеспечения AFI рассчитывалась глобальная продольная деформация (global longitudinal strain, GLS) левого желудочка [12]. За норму принимали значения GLS для Vivid E9: $18,6 \pm 0,1\%$ [13]. С помощью тканевой доплерографии оценивали ещё один показатель сократимости миокарда — скорость систолического пика S в продольном сечении на уровне митрального кольца со стороны межжелудочковой перегородки и латеральной стенки ЛЖ, которая в норме должна превышать 8 см/с.

В зависимости от относительной толщины миокарда ЛЖ (ОТМЛЖ), которая рассчитывалась как сумма толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ, делённая на конечно-диастолический размер ЛЖ (в норме менее 0,42), и индекса массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) выделяли четыре типа геометрических моделей: нормальный размер левого желудочка; концентрическое ремоделирование ле-

Таблица 1 / Table 1

Показатели сократительной функции левого желудочка
Indices of contractile function of the left ventricle

Показатель Index	Шахтёры с нормальной геометрией левого желудочка Miners with normal geometry of the left ventricle <i>n</i> = 175	Шахтёры с концентрическим ремоделированием левого желудочка Miners with concentric remodelling of the left ventricle <i>n</i> = 61	<i>p</i>
	Фракция выброса, % / Ejection fraction, %	65.63 ± 0.42	
Продольная деформация, % / Longitudinal deformation, %	20.02 ± 0.17	19.51 ± 0.3	0.144
S на межжелудочковой перегородке, см/с S on the interventricular septum, cm/s	0.113 ± 0.015	0.1 ± 0.003	0.587
S на латеральной стенке, см/с / S on the lateral wall, cm/s	0.111 ± 0.008	0.105 ± 0.004	0.658

Примечание. Здесь и в табл. 2: различия значимы при $p < 0,05$.

Note: Here and in Tabl. 2: Differences are significant at $p < 0.05$.

вого желудочка (ОТМЛЖ увеличена, но ИММЛЖ нормальный); концентрическая гипертрофия (увеличены ОТМЛЖ и ИММЛЖ); эксцентрическая гипертрофия (толщина стенок нормальная, ИММЛЖ увеличен за счёт увеличения индекса сферичности – увеличение конечно-диастолического размера ЛЖ). Наличие и тип диастолической дисфункции (ДД) ЛЖ оценивали в импульсном режиме доплер-эхокардиографии в верхушечном четырёхкамерном сечении и в режиме спектральной тканевой доплерографии. Определяли скорости трансмитральных потоков в раннюю и позднюю диастолу (Е, А, м/с), их соотношение (Е/А), движение миокарда в области межжелудочковой перегородки (МЖП) и латеральной стенки ЛЖ в раннюю диастолу (Еа), в позднюю диастолу (Аа) и их отношение, время изоволюмического расслабления ЛЖ (IVRT), время замедления потока Е, а также оценивали индекс объёма левого предсердия и скорость трикуспидальной регургитации. На основании рекомендаций Европейского общества кардиологов [14] выделяли 1-й тип ДД ЛЖ – замедленная релаксация, 2-й тип – псевдонормальный и 3-й тип – рестриктивный.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программного обеспечения Statistica версии 10.0. Нормальность распределения признаков изучалась при помощи критерия Колмогорова – Смирнова; с помощью средней и её стандартной ошибки ($M \pm SEM$) рассчитывали количественные значения. С использованием критерия Стьюдента оценивали параметрические показатели, критерия χ^2 – непараметрические, значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Таблица 2 / Table 2

Показатели диастолической функции левого желудочка
Indices of diastolic function of the left ventricle

Показатель Index	Шахтёры с нормальной геометрией левого желудочка Miners with normal geometry of the left ventricle <i>n</i> = 175	Шахтёры с концентрическим remodelированием левого желудочка Miners with concentric remodelling of the left ventricle <i>n</i> = 61	<i>p</i>
	Е, м/с (m/s)	0.78 ± 0.02	
Е/А	1.2 ± 0.04	0.95 ± 0.03	0.00001
Еа/Аа	1.07 ± 0.027	0.917 ± 0.045	0.0004
Е/Еа	7.77 ± 0.155	7.996 ± 0.267	0.4839
DT, мс (ms)	183.02 ± 2.11	200.88 ± 4.216	0.0001
IVRT, мс (ms)	84.61 ± 0.87	90.03 ± 1.72	0.0027
TR, м/с (ms)	2.18 ± 0.014	2.29 ± 0.023	0.0003

Результаты

Были обнаружены две геометрические модели ЛЖ (нормальный тип геометрии и концентрическое remodelирование (КР) ЛЖ), в соответствии с которыми обследуемые были разделены на две группы: с нормальными размерами ЛЖ и увеличением ОТМЛЖ. Индекс массы миокарда ЛЖ у всех шахтёров находился в пределах нормальных значений, но был ожидаемо больше в группе лиц с КР ЛЖ ($88,83 \pm 2,24$ и $77,54 \pm 0,99$ г/м² соответственно; $p < 0,05$). Концентрическое remodelирование было выявлено у 61 шахтёра (25,9% обследованных). При этом артериальная гипертензия обнаружена у 65,6% шахтёров с КР ЛЖ против 34,3% у шахтёров с нормальной геометрией ЛЖ ($p = 0,00002$).

Значимых различий в группах со стороны показателей сократительной функции левого желудочка получено не было (табл. 1). Частота встречаемости сниженной продольной деформации ЛЖ в изучаемых группах также не имела достоверных различий (28,1% у шахтёров с КР ЛЖ относительно 23,8% у шахтёров с нормальными геометрическими показателями ЛЖ; $p = 0,521$).

При оценке показателей диастолической функции нами выявлено, что снижение отношения трансмитральных потоков в раннюю и позднюю диастолу менее 0,8 значимо чаще присутствовало у шахтёров группы с КР ЛЖ (54,1% против 33,7%; $p = 0,0049$). Также значимо меньше в этой группе лиц было отношение тканевых диастолических потоков ЛЖ. Следует отметить и достоверно большие значения времени изоволюмического расслабления ЛЖ и времени замедления потока Е при нарушении геометрии ЛЖ (табл. 2). Одним из показателей, отражающих диастолическую функцию ЛЖ, была и скорость трикуспидальной регургитации (TR), значения которой были достоверно выше в группе шахтёров с КР ЛЖ.

Невозможно говорить о диастолической функции ЛЖ, не оценивая размеров левого предсердия (ЛП). Парастеральный размер ЛП был значимо больше у шахтёров с КР ЛЖ в сравнении с обследуемыми с нормальной геометрией ЛЖ ($3,69 \pm 0,045$ против $3,52 \pm 0,021$; $p = 0,00026$) в отличие от индекса объёма ЛП (ИЛП), который в группах значимо не различался. Частота увеличения ИЛП при КР ЛЖ у шахтёров составила 58,5% по сравнению с 54,3% у шахтёров с нормальными размерами ЛЖ ($p = 0,596$).

Обследуемые группы достоверно отличались по частоте распространённости ДД ЛЖ, но не по степени её тяжести. В обеих группах выявлялась преимущественно ДД 1-го типа (замедленная релаксация ЛЖ), которая значимо чаще встречалась у шахтёров с КР ЛЖ (62,3 и 42% соответственно; $p = 0,006$). Второй тип ДД ЛЖ (псевдонормальный) встречался в единичных случаях в обеих группах (8,2% у шахтёров с КР ЛЖ против 5,14% у шахтёров с нормальной геометрией ЛЖ; $p = 0,384$). Рестриктивного типа ДД ЛЖ у обследованных выявлено не было.

Обсуждение

Известно, что пациенты с концентрической гипертрофией ЛЖ имеют более высокий риск развития сердечно-сосудистых событий, а в случае успешного лечения гипертрофии и уменьшения индекса массы миокарда ЛЖ сопровождается достоверным снижением числа таких событий [15]. В нашем исследовании у шахтёров встречались нормальная геометрия левого желудочка либо его концентрическое ремоделирование, так как из исследования заранее были исключены пациенты с патологиями, которые могли приводить к более тяжёлым видам ремоделирования, а имеющаяся артериальная гипертензия у большинства обследуемых была контролируемой. Однако основной причиной нарушения геометрии у шахтёров явилась артериальная гипертензия, обнаруживаемая чаще в группе с КР ЛЖ.

Систолическая функция ЛЖ в виде его фракции выброса, как правило, нарушается уже при эксцентрической гипертрофии левого желудочка [16] в отличие от продольного стрейна, который является более ранним и чувствительным показателем систолической дисфункции и служит критерием неблагоприятного прогноза развития сердечно-сосудистых событий [17]. Мы же не выявили значимых различий в показателях продольной деформации ЛЖ в изучаемых группах, что указывает на иной механизм её развития. Ранее в наших работах не была обнаружена взаимосвязь развития снижения продольного стрейна с основными факторами риска развития болезней системы кровообращения [18], также не выявлена связь и с изменением геометрии ЛЖ. Это может указывать на неблагоприятное влияние вредных производственных факторов на развитие систолической дисфункции ЛЖ. Частицы угольно-породной пыли, попадая в организм шахтёров, приводят к морфоструктурной перестройке клеток эндотелия (гипертрофии гладкомышечных клеток медиального слоя, утолщению эндотелия, развитию в периваскулярных зонах фибропластических изменений), причём данные изменения прогрессируют с увеличением стажа работы в подземных условиях [19].

С другой стороны, показатели диастолической функции имели чёткую значимую связь с ремоделированием ЛЖ. Так, диастолическая дисфункция левого желудочка выявлялась чаще в группе шахтёров с КР ЛЖ, у которых в большем проценте случаев была диагностирована АГ. По данным Скляной Е.В., концентрическое ремоделирование ЛЖ наблюдается у 80,6% лиц с АГ и у 50% лиц с высоким нормальным АД. Соответственно это сопровождается диастолической дисфункцией в 89,2% случаев с АГ и в 47% случаев с высоким нормальным АД [20].

Что касается типов ДД ЛЖ, то в нашем исследовании чрезвычайно редко выявлялся псевдонормальный тип ДД, а рестриктивный отсутствовал вовсе, ДД была представлена первым типом ДД – нарушением релаксации. Необходимо отметить, что наличие у наших пациентов ДД ЛЖ не ассоциировалось с хронической сердечной недостаточностью, так как не сопровождалось клиническими признаками ХСН, незначительным снижением ФВ ЛЖ и другими функциональными и структурными изменениями, лежащими в основе ХСН [21].

Ограничения исследования. Исследование было лимитировано числом обследованных, проходящих периодический медицинский осмотр в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний».

Заключение

Ремоделирование миокарда левого желудочка у шахтёров не имело взаимосвязи со снижением продольной деформации левого желудочка, что указывает на возможное влияние вредных производственных факторов на развитие систолической дисфункции.

Диастолическая дисфункция левого желудочка имела чёткую зависимость от ремоделирования миокарда левого желудочка.

Рекомендуется проведение эхокардиографии при углублённом периодическом медицинском осмотре стажированных шахтёров для выявления группы риска развития сердечно-сосудистых катастроф.

Литература

(п.п. 13, 14, 16, 17 см. References)

- Агафонов П.Э. Перспективы угольной промышленности в Российской Федерации. *Наука и бизнес: пути развития*. 2023; (5): 88–93. <https://elibrary.ru/bjecon>
- Чеботарев А.Г. Специальная оценка условий труда работников горнодобывающих предприятий. *Горная промышленность*. 2019; (1): 42. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2019-1-143-42-44> <https://elibrary.ru/wtyfib>
- Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(7): 424–9. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429> <https://elibrary.ru/ejxzm>
- Бондарев О.И., Филимонов С.Н. Гистогенетические аспекты пневмофиброза при кониотических изменениях у шахтёров Кузбасса. *Медицина в Кузбассе*. 2022; 21(3): 54–60. <https://doi.org/10.24412/2687-0053-2022-3-54-60> <https://elibrary.ru/nzbygm>
- Шастин А.С., Газимова В.Г., Цепилова Т.М., Малых О.Л., Панов В.Г. Заболеваемость болезнями системы кровообращения населения трудоспособного возраста в Российской Федерации в 2015–2019 гг. Региональные особенности. *Профилактическая медицина*. 2022; 25(11): 28–35. <https://doi.org/10.17116/profmed2022251128> <https://elibrary.ru/vhbdy>
- Артамонова Г.В., Максимов С.А., Табакаев М.В. Тенденции смертности населения трудоспособного возраста от болезней системы кровообращения в Российской Федерации и Кемеровской области. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2015; 59(6): 19–24. <https://elibrary.ru/uxlsq>
- Панев Н.И., Коротенко О.Ю., Филимонов С.Н., Семёнова Е.А., Панев Р.Н. Распространённость сердечно-сосудистой патологии у работников алюминиевой промышленности. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(3): 276–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-276-279> <https://elibrary.ru/zbdzln>
- Шайхлисламова Э.Р., Волгарева А.Д., Обухова М.П., Гимранова Г.Г., Каримова Л.К., Валеева Э.Т. Распространённость болезней системы кровообращения у работников «шумовых» профессий, занятых добычей полезных ископаемых, и их профессиональная обусловленность. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2018; 38(6): 137–44. <https://doi.org/10.15372/SSMJ20180620> <https://elibrary.ru/vnqny>
- Гурьев А.В., Туков А.Р. Общая заболеваемость лиц, имеющих профессиональные болезни. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2021; (1): 30–7. https://doi.org/10.47843/2074-9120_2021_1_30 <https://elibrary.ru/ntoscs>
- Тарас Е.С., Атаканова А.Н., Эрлих А.Д., Кисляк О.А. Хроническая сердечная недостаточность с сохранной фракцией выброса у лиц пожилого и старческого возраста. *Лечебное дело*. 2020; (1): 75–81. <https://doi.org/10.24411/2071-5315-2020-12196> <https://elibrary.ru/nphruw>
- Никифоров В.С., Никишенкова Ю.В. Современные возможности speckle tracking эхокардиографии в клинической практике. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2017; 13(2): 248–55. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255> <https://elibrary.ru/yocitr>
- Алехин М.Н., Бартош-Зеленая С.Ю., Берестень Н.Ф., Бошенко А.А., Врублевский А.В., Глазун Л.О. и др. Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых: консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2021; (2): 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79> <https://elibrary.ru/mucmfc>
- Крюков Е.В., Макеева Т.Г., Потехин Н.П., Фурсов А.Н. Профилактика ремоделирования сосудистой стенки у лиц с предгипертонией. *Военно-медицинский журнал*. 2020; 341(5): 82–5. <https://elibrary.ru/xjgvgk>
- 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): 688–92. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-688-692> <https://elibrary.ru/gtbrob>
- Казичка А.С., Бондарев О.И., Бугаева М.С., Жукова А.Г., Ядыкина Т.К. Морфометрические и генетические исследования механизмов повреждения сердечно-сосудистой системы у шахтёров Кузбасса с пылевой патологией легких. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(9): 611–9. <https://elibrary.ru/aqoooe> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-611-619>

20. Склянная Е.В. Структурно-функциональное состояние миокарда у лиц молодого возраста с разным уровнем артериального давления. *Практическая медицина*. 2019; 17(2): 52–7. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2019-2-52-57> <https://elibrary.ru/vzktjn>
21. Мрикаев Д.В. Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с сердечной недостаточностью. *Креативная кардиология*. 2017; 11(2): 145–58. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158> <https://elibrary.ru/zagnkz>

References

- Agafonov P.E. Prospects for the coal industry in Russian Federation. *Nauka i biznes: puti razvitiya*. 2023; (5): 88–93. <https://elibrary.ru/bjecon> (in Russian)
- Chebotaev A.G. Special evaluation study of mine personnel working conditions. *Gornaya promyshlennost'*. 2019; (1): 42. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2019-1-143-42-44> <https://elibrary.ru/wtyfib> (in Russian)
- Bukhtiyarov I.V., Chebotaev A.G., Kur'erov N.N., Sokur O.V. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of workers of mining enterprises. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(7): 424–9. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429> <https://elibrary.ru/ejxmd> (in Russian)
- Bondarev O.I., Filimonov S.N. Histogenetic aspects of pneumofibrosis during coniotic changes in Kuzbass miners. *Meditsina v Kuzbasse*. 2022; 21(3): 54–60. <https://doi.org/10.24412/2687-0053-2022-3-54-60> <https://elibrary.ru/nzbygm> (in Russian)
- Shastin A.S., Gazimova V.G., Tsepilova T.M., Malykh O.L., Panov V.G. Circulatory disease rates in the working-age population of the Russian Federation in 2015–2019: Regional features. *Profilakticheskaya meditsina*. 2022; 25(11): 28–35. <https://doi.org/10.17116/profmed2022511128> <https://elibrary.ru/vhbdvj> (in Russian)
- Artamonova G.V., Maksimov S.A., Tabakaev M.V. The trends of mortality of able-bodied population because of diseases of blood circulation system diseases in the Russian Federation and the Kemerovo Region. *Zdravookhraneniye Rossiiskoi Federatsii*. 2015; 59(6): 19–24. <https://elibrary.ru/uxlsql> (in Russian)
- Panov N.I., Korotenko O.Yu., Filimonov S.N., Semenova E.A., Panov R.N. Prevalence of cardiovascular pathology in workers of the aluminum industry. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(3): 276–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-276-279> <https://elibrary.ru/zbzdln> (in Russian)
- Shaikhislamova E.R., Volgareva A.D., Obukhova M.P., Gimranova G.G., Karimova L.K., Valeeva E.T. Prevalence of blood circulation diseases among workers exposed to occupational noise in mineral extraction and their work-relatedness. *Sibirskii nauchnyi meditsinskii zhurnal*. 2018; 38(6): 137–44. <https://doi.org/10.15372/SSMJ20180620> <https://elibrary.ru/vnqnyf> (in Russian)
- Gur'ev A.V., Tukov A.R. The prevalence of persons with professional diseases. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2021; (1): 30–7. https://doi.org/10.47843/2074-9120_2021_1_30 <https://elibrary.ru/ntoscs> (in Russian)
- Taras E.S., Atakanova A.N., Erlikh A.D., Kislyak O.A. Reviews heart failure with preserved ejection fraction in elderly and senile patients. *Lechebnoe delo*. 2020; (1): 75–81. <https://doi.org/10.24411/2071-5315-2020-12196> <https://elibrary.ru/nphpyw> (in Russian)
- Nikiforov V.S., Nikishchenkova Yu.V. Modern possibilities of speckle tracking echocardiography in clinical practice. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2017; 13(2): 248–55. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255> <https://elibrary.ru/yoctir> (in Russian)
- Alekhin M.N., Bartosh-Zelenaya S.Yu., Beresten' N.F., Boshchenko A.A., Vrublevskii A.V., Glazun L.O., et al. Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD). *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2021; (2): 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79> <https://elibrary.ru/muemfc> (in Russian)
- 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>
- Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2016; 29(4): 277–314. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.01.011>
- Kryukov E.V., Makeeva T.G., Potekhin N.P., Fursov A.N. Prevention of vascular wall remodeling in individuals with prehypertension. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 2020; 341(5): 82–5. <https://elibrary.ru/xjigvk> (in Russian)
- Valente-Filho J.M., de Abreu-Silva E.O. Assessing systemic arterial hypertension through echocardiography: a review for the clinician. *Curr. Hypertens. Rev*. 2014; 10(1): 20–5. <https://doi.org/10.2174/15734021100114111145152>
- Navarini S., Bellsham-Revell H., Chubb H., Gu H., Sinha M.D., Simpson J.M. Myocardial deformation measured by 3-dimensional speckle tracking in children and adolescents with systemic arterial hypertension. *Hypertension*. 2017; 70(6): 1142–7. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.117.09574>
- Korotenko O.Yu., Filimonov E.S., Panov 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): 688–92. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-688-692> <https://elibrary.ru/gtbrob> (in Russian)
- Kazitskaya A.S., Bondarev O.I., Bugaeva M.S., Zhukova A.G., Yadykina T.K. Morphometric and genetic studies of the mechanisms of damage to the cardiovascular system in Kuzbass miners with dust lung pathology. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2021; 61(9): 611–9. <https://elibrary.ru/aqooee> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-9-611-619> (in Russian)
- Sklyannaya E.V. Structural-functional condition of myocardium in young adults with different levels of blood pressure. *Prakticheskaya meditsina*. 2019; 17(2): 52–7. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2019-2-52-57> <https://elibrary.ru/vzktjn> (in Russian)
- Mrikaev D.V. Left ventricular diastolic dysfunction in patients with heart failure. *Kreativnaya kardiologiya*. 2017; 11(2): 145–58. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158> <https://elibrary.ru/zagnkz> (in Russian)

Информация об авторах:

Коротенко Ольга Юрьевна, канд. мед. наук, зав. отд. функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБНУ «НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», 654041, Новокузнецк, Россия. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Филимонов Егор Сергеевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. охраны здоровья работающего населения ФГБНУ «НИИ КППЗ», 654041, Новокузнецк, Россия. E-mail: 171fes@gmail.com

Панев Николай Иванович, доктор мед. наук, нач. научно-клинического отд. медицины труда ФГБНУ «НИИ КППЗ», 654041, Новокузнецк, Россия. E-mail: panevni@gmail.com

Information about the authors:

Olga Yu. Korotenko, MD, PhD, head of the Dept. of functional and ultrasound diagnostics of the Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 654041, Novokuznetsk, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7158-4988> E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Egor S. Filimonov, MD, PhD, senior researcher, Lab of protecting the health of the working population of the Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-2204-1407> E-mail: 171fes@gmail.com

Nikolay I. Panev, MD, PhD, DSci, Director of the scientific and clinical department of occupational medicine, Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5775-2615> E-mail: panevni@gmail.com