

Читать  
онлайн  
Read  
online

Филимонов Е.С., Коротенко О.Ю., Уланова Е.В.

## Абдоминальное ожирение и формирование кардиопульмональных нарушений у работников алюминиевой промышленности

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

**Введение.** Кардиопульмональные нарушения — комплексный процесс, в патогенезе которого избыточная масса тела может играть далеко не последнюю роль. Без своевременной профилактики воспаление и гипоксия, свойственные абдоминальному ожирению, могут ускорить развитие сердечно-лёгочной недостаточности. Это особенно актуально для работников металлургических производств с вредными условиями труда.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 113 стажированных работников основных профессий алюминиевого производства и 66 работников военизированной горноспасательной части. Средний возраст металлургов составил  $47,81 \pm 0,43$  года, горноспасателей —  $46,91 \pm 0,53$  года ( $p = 0,213$ ). Всем обследуемым проводили исследование функции внешнего дыхания и эхокардиографию по стандартным методикам.

**Результаты.** Средние значения жизненной ёмкости лёгких оказались значимо ниже у лиц с абдоминальным ожирением:  $83,59 \pm 2,19$  против  $91,16 \pm 1,31\%$  ( $p = 0,0021$ ) у металлургов и  $86,43 \pm 2,67$  против  $94,63 \pm 1,43\%$  ( $p = 0,0041$ ) у работников военизированной горноспасательной части. Аналогичное соотношение выявлено и в объёме форсированного выдоха за первую секунду:  $77,1 \pm 2,41$  против  $88,24 \pm 1,38\%$  ( $p = 0,00003$ ) и  $85,6 \pm 3,13$  против  $93,34 \pm 1,31\%$  ( $p = 0,0094$ ) соответственно. Средние значения показателей диастолической функции правого желудочка указывают на развитие его дисфункции у металлургов и свидетельствуют об отсутствии влияния абдоминального ожирения у всех обследованных.

**Ограничения исследования.** Исследование лимитировано количеством обследованных, проходящих периодический медицинский осмотр в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (г. Новокузнецк).

**Заключение.** У лиц с абдоминальным ожирением регистрировались более низкие респираторные показатели, при этом наличие обструктивных нарушений вентиляционной проходимости выявлялось только у работников алюминиевого производства. Абдоминальное ожирение не было ассоциировано с показателями диастолической функции правого желудочка. У работников основных профессий алюминиевого производства прослежена тенденция к формированию диастолической дисфункции правого желудочка.

**Ключевые слова:** алюминиевая промышленность; абдоминальное ожирение; респираторные нарушения; структурно-функциональные изменения сердца

**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 научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 200н от 01.04.2016 г.

**Для цитирования:** Филимонов Е.С., Коротенко О.Ю., Уланова Е.В. Абдоминальное ожирение и формирование кардиопульмональных нарушений у работников алюминиевой промышленности. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(4): 328–332. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-4-328-332> <https://elibrary.ru/xiqpvi>

**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](mailto:olgakorotenko@yandex.ru)

**Участие авторов:** Филимонов Е.С. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание текста; Коротенко О.Ю. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, написание текста; Уланова Е.В. — сбор материала, 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 финансовой поддержки.

Поступила: 09.01.2023 / Принята к печати: 24.03.2023 / Опубликована: 29.05.2023

Egor S. Filimonov, Olga Yu. Korotenko, Evgeniya V. Ulanova

## The role of abdominal obesity in the development of cardiopulmonary disorders in aluminum industry workers

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

**Introduction.** Cardiopulmonary disorders should be considered as a complex process, in the pathogenesis of which excess body weight can play an important role. Without timely prevention, the processes of inflammation and hypoxia, characteristic of abdominal obesity, can accelerate the development of cardiopulmonary insufficiency. This is especially relevant for workers in metallurgical industries with harmful working conditions.

**Materials and methods.** The study included one hundred thirteen long-term labour experience workers of the main occupations of aluminum production and 66 workers of the paramilitary mine rescue brigade. The average age of metallurgists was  $47.81 \pm 0.43$  years, mine rescuers —  $46.91 \pm 0.53$  years,  $p = 0.213$ . All the subjects underwent a study of the external respiration function and echocardiography according to standard methods.

**Results.** In persons with abdominal obesity the average values of the vital lung capacity were significantly lower:  $83.59 \pm 2.19\%$  vs.  $91.16 \pm 1.31\%$  ( $p = 0.0021$ ) among metallurgists and  $86.43 \pm 2.67\%$  vs.  $94.63 \pm 1.43\%$  ( $p = 0.0041$ ) among the workers of the paramilitary mine rescue brigade, a similar pattern was revealed in terms of the forced exhalation volume for the first second —  $77.1 \pm 2.41$  vs.  $88.24 \pm 1.38\%$  ( $p = 0.00003$ ) and  $85.6 \pm 3.13\%$  vs.  $93.34 \pm 1.31\%$  ( $p = 0.0094$ ), respectively.

The studied average values of the indices of diastolic function of the right ventricle were typical for the development of its dysfunction in metallurgists, and also indicated the absence of the influence of abdominal obesity on them in all examined subjects.

**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.** Lower respiratory indices were recorded in persons with abdominal obesity, while obstructive ventilation disorders were detected only in aluminum production workers. Abdominal obesity was not associated with the indices of diastolic function of the right ventricle. The tendency to the formation of diastolic dysfunction of the right ventricle had been noted in the workers of the main occupations of aluminum production.

**Keywords:** aluminum industry; abdominal obesity; respiratory disorders; structural and functional changes of the heart

**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 Helsinki Declaration of the World Medical Association "Ethical Principles for Conducting Scientific Medical Researches Involving Humans" as amended in 2013 and the "Rules of Clinical Practice in the Russian Federation", approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 266 dated 19.06.2003.

**For citation:** Filimonov E.S., Korotenko O.Yu., Ulanova E.V. The role of abdominal obesity in the development of cardiopulmonary disorders in aluminum industry workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(4): 328–332. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-4-328-332> <https://elibrary.ru/xiqpvi> (In Russ.)

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

#### Information about authors:

Filimonov E.S., <https://orcid.org/0000-0002-2204-1407> Korotenko O.Yu., <https://orcid.org/0000-0001-7158-4988> Ulanova E.V., <https://orcid.org/0000-0003-2657-3862>

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: January 9, 2023 / Accepted: March 24, 2023 / Published: May 29, 2023

## Введение

Металлургическая отрасль играет ключевую роль в экономике Кемеровской области и является основополагающим направлением индустриального развития региона. Предприятия алюминиевой промышленности отнесены к опасным объектам вследствие возможного интенсивного воздействия производственных процессов на здоровье их работников [1]. Так, в воздушную среду электролитных цехов при производстве алюминия выделяются опасные ингредиенты: оксиды алюминия, фтористые соединения, оксиды серы и углерода, пыль сложного состава, смолистые вещества [2]. Длительное воздействие вышеописанных промышленных аэрозолей приводит к развитию у работников не только хронической фтористой интоксикации, но и профессиональной бронхолегочной патологии [3, 4], в том числе и наиболее распространённой в настоящее время её формы — хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ). У работников алюминиевого производства возникновению ХОБЛ могут способствовать производственные факторы риска: пыль, низкие температуры, повышенная влажность воздуха [5].

Ожирение, несмотря на многочисленные программы и рекомендации по снижению массы тела, остаётся во всем мире на высоком уровне [6]. Распространённость в Российской Федерации абдоминального ожирения (АО) у людей 25–64 лет, по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ, составляет 55% [7]. Опубликованы актуальные исследования, в которых рассматривается тесная связь АО и сердечно-сосудистой патологии. Также обособлена роль АО в развитии хронической бронхолегочной патологии не только у курильщиков, но и у людей, никогда не куривших [8]. Доказано, что при увеличенной окружности талии риск развития ХОБЛ возрастает до 72% [9]. Хроническое воспаление считается одним из ведущих факторов в формировании бронхолегочной патологии у лиц, занятых в неблагоприятных производственных условиях [10]. В то же время жировая абдоминальная ткань продуцирует значительное количество провоспалительных медиаторов и играет немаловажную роль в увеличении риска развития хронических заболеваний, в том числе респираторных [11]. Все перечисленные выше патологические процессы могут оказывать непосредственное влияние на структурно-функциональное состояние правых отделов сердца. Нарушение функции внешнего дыхания при профессиональных заболеваниях лёгких приводит к дисфункции миокарда. Усугубить развитие этого процесса может воздействие токсикантов алюминиевой промышленности, вызывающих хроническое воспаление сосудистой стенки и нарушение обмена веществ [12]. Таким образом, выявление

бронхолегочных нарушений и структурно-функциональных изменений со стороны правых отделов сердца на ранних стадиях развития позволит осуществить своевременную профилактику инвалидизации населения.

**Цель исследования** — изучение роли абдоминального ожирения в формировании респираторных нарушений и структурно-функциональных изменений правых отделов сердца у работников алюминиевой промышленности.

## Материалы и методы

В основную группу были включены 113 стажированных работников основных профессий алюминиевого производства (электролизники, монтажники на ремонте ванн, анодчики, чистильщики), в группу сравнения — 66 работников военизированной горноспасательной части (ВГСЧ). Все они проходили углублённое обследование в рамках ежегодного периодического медицинского осмотра в клинике ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний». Средний возраст работников алюминиевого производства составил  $47,81 \pm 0,43$  года, работников ВГСЧ —  $46,91 \pm 0,53$  года ( $p = 0,213$ ). Абдоминальный тип ожирения (АО) определялся при окружности талии (ОТ) более 102 см. Курившими считали лиц, выкуривающих как минимум одну сигарету (папиросу) в сутки. Исследование функции внешнего дыхания с определением жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) и объёма форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>) проводили на спироанализаторе пневмотахометрического типа «Спиро-Спектр» (ООО «Нейрософт», Россия). Данные сопоставляли с нормальными величинами.

Трансторакальное эхокардиографическое исследование было проведено всем обследуемым на кардиологическом аппарате ультразвукового исследования Vivid E9 (GE HealthCare, США) с использованием тканевой доплерографии по стандартной методике, согласно современным рекомендациям. Определяли линейные и объёмные показатели правого предсердия (ПП) и правого желудочка (ПЖ). О систолической функции ПЖ судили по систолическому пику движения латеральной стенки ПЖ на уровне трикуспидального кольца в режиме тканевой доплерографии (S см/с, за норму принимали значение более 0,9), а также по продолжительности времени изоволюмического сокращения (IVCT, мс). Диастолическую функцию оценивали по показателям транстрикуспидальных потоков в раннюю и позднюю диастолу (E, A, м/с) и их отношению (E/A); по движению миокарда в области латеральной стенки ПЖ в раннюю (Ea, м/с) диастолу, в позднюю диастолу (Aa, м/с)

Таблица 1 / Table 1

Показатели функции внешнего дыхания в зависимости от наличия абдоминального ожирения, %  
Indices of the pulmonary function depending on the presence of abdominal obesity, %

Показатель Index	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group		p*
	лица без абдоминального ожирения cases without abdominal obesity n = 65	лица с абдоминальным ожирением cases with abdominal obesity n = 48	лица без абдоминального ожирения cases without abdominal obesity n = 43	лица с абдоминальным ожирением cases with abdominal obesity n = 23	
Жизненная ёмкость лёгких Vital lung capacity	91.16 ± 1.31	83.59 ± 2.19	94.63 ± 1.43	86.43 ± 2.67	p <sub>1</sub> = 0.423 p <sub>2</sub> = 0.088
Объём форсированного выдоха за первую секунду Forced expiratory volume for the first second	88.24 ± 1.38	77,1 ± 2,41	93.34 ± 1.31	85.6 ± 3.13	p <sub>1</sub> = 0.035 p <sub>2</sub> = 0.014

Примечание. Здесь и в табл. 2: достоверность различия показателей в двух группах у обследованных лиц: p<sub>1</sub> – с наличием абдоминального ожирения; p<sub>2</sub> – без абдоминального ожирения.

Note: Here and in Table 2: p<sub>1</sub> – the reliability of the difference in the indices of the examined subjects in two groups with abdominal obesity; p<sub>2</sub> – the reliability of the difference in the indices of the examined subjects in two groups with normal waist circumference.

и их отношению (Еа/Аа); по продолжительности времени изоволюмического расслабления (IVRT, мс). Индекс общей кардиальной дисфункции для ПЖ (Теi) рассчитывали как отношение суммы времени изоволюмического сокращения и времени изоволюмического расслабления ко времени изгнания ПЖ в режиме тканевой доплерографии, за норму принимали значения Теi 0,39 ± 0,05. В режиме импульсно-волнового доплера рассчитывали аналогичный индекс функции миокарда ПЖ (ИФМ), в норме ИФМ ПЖ составляет 0,28 ± 0,04. По сумме градиента трикуспидальной регургитации и давления в ПП, которое оценивали по диаметру и коллабированию нижней полой вены, рассчитывали систолическое давление в лёгочной артерии (СистДЛА).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica версии 10.0. Нормальность распределения признаков изучали с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Количественные значения оценивали с помощью средней и её стандартной ошибки ( $M \pm SEM$ ). С использованием критерия Стьюдента рассчитывали параметрические показатели, а непараметрические – с применением критерия  $\chi^2$ . Значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

Все работники, принимавшие участие в обследовании, подписывали информированное согласие, 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 научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными приказом Министерства Здравоохранения Российской Федерации № 200н от 01.04.2016 г.

## Результаты

Абдоминальное ожирение было выявлено у 42,5% работников алюминиевого производства и у 34,8% группы сравнения ( $p = 0,314$ ). Все обследуемые были разделены на четыре группы в зависимости от наличия АО. Производственный стаж в изучаемых подгруппах достоверных различий не имел: для алюминиевой промышленности он составил 21,0 ± 1,21 года (у работников с АО) и 22,5 ± 0,96 года (у работников без АО) ( $p = 0,965$ ). В группе сравнения производственный стаж составил 22,33 ± 1,07 и 23,3 ± 0,88 года соответственно ( $p = 0,507$ ). Между подгруппами с АО и с нормальной окружностью талии различий также не выявлено ( $p = 0,829$  и  $p = 0,437$  соответственно).

Процент курящих в исследуемых подгруппах значимо не различался: среди работников алюминиевого производства с АО он составил 73,9, без АО – 73,8 ( $p = 0,707$ ). Среди работников ВГСЧ, имеющих АО, курили 73,8%, среди работников с нормальной окружностью талии – 61,9% ( $p = 0,327$ ). Среди обследованных лиц с АО доля курящих значимо не различалась в основной группе и группе сравнения ( $p = 0,437$ ). Аналогичное наблюдение сделано и в подгруппах без АО ( $p = 0,191$ ).

Исследование функции внешнего дыхания показало, что нарушение вентиляционной способности лёгких имели 48,7% работников алюминиевой промышленности с АО и 21,1% работников без признаков АО ( $p = 0,0027$ ). В группе сравнения нарушение вентиляционной способности лёгких выявлено у 17,4% респондентов с АО, в подгруппе лиц с нормальной массой тела таких нарушений не зафиксировано ( $p = 0,0047$ ). Следует отметить, что в подгруппах лиц, не имеющих АО, нарушение вентиляционной способности лёгких выявлено только у работников алюминиевой промышленности.

Показатели ЖЕЛ значимо различались только в подгруппах с АО, в то время как средние значения ОФV<sub>1</sub> оказались ниже у лиц с висцеральным ожирением. При этом наличие obstructивных нарушений вентиляционной проходимости были выявлены только у работников алюминиевого производства с АО (табл. 1).

Описанные выше вентиляционные нарушения могли повлиять на структурно-функциональные показатели правых отделов сердца (табл. 2).

Средние геометрические размеры правых отделов сердца оказались в пределах нормальных значений у всех обследованных. У работников алюминиевой промышленности средние размеры ПЖ были значимо больше по сравнению с лицами, имеющими АО. Среднее значение размеров ПЖ оказалось выше у работников ВГСЧ вне зависимости от наличия АО по сравнению с основной группой, что, вероятно, обусловлено конституциональными особенностями группы. Показатели систолической функции ПЖ во всех группах обследуемых значимо не различались.

Согласно полученным данным, АО не оказывало влияния на показатели диастолической дисфункции ПЖ (Еа/Аа ПЖ, IVRT, Теi и ИМФ) у всех обследованных. Значимые различия средних значений Еа/Аа ПЖ, IVRT, Теi, ИМФ выявлены как между основной группой и группой сравнения с АО, так и между подгруппами с нормальной окружностью талии. Следует отметить, что у металлургов изменения показателей расслабления миокарда ПЖ характерны для формирования диастолической дисфункции в отличие от одноимённых показателей, полученных у работников ВГСЧ.

Таблица 2 / Table 2

**Структурно-функциональные показатели правых отделов сердца в зависимости от наличия абдоминального ожирения**  
**Structural and functional indices of the right heart depending on the presence of abdominal obesity**

Показатель Index	Основная группа / Main group		Группа сравнения / Comparison group		p
	лица без абдоминального ожирения cases without abdominal obesity n = 65	лица с абдоминальным ожирением cases with abdominal obesity n = 48	лица без абдоминального ожирения cases without abdominal obesity n = 43	лица с абдоминальным ожирением cases with abdominal obesity n = 23	
Правый желудочек, см Right ventricle, cm	2.079 ± 0.023 p = 0.0097	2.186 ± 0.0245	2.23 ± 0.034 p = 0.495	2.231 ± 0.04	p <sub>1</sub> = 0.0169 p <sub>2</sub> = 0.0029
Индекс правого предсердия, мл/м <sup>2</sup> Right atrial index, ml/m <sup>2</sup>	27.76 ± 0.83 p = 0.486	28.67 ± 0.84	30.42 ± 0.93 p = 0.331	31.98 ± 1.33	p <sub>1</sub> = 0.008 p <sub>2</sub> = 0.094
S правого желудочка, см/с S of the right ventricle, cm/s	0.142 ± 0.002 p = 0.274	0.138 ± 0.002	0.151 ± 0.004 p = 0.244	0.198 ± 0.002	p <sub>1</sub> = 0.094 p <sub>2</sub> = 0.061
Е/А правого желудочка E/A of the right ventricle	1.31 ± 0.022 p = 0.0293	1.22 ± 0.038	1.310 ± 0.03 p = 0.491	1.275 ± 1.034	p <sub>1</sub> = 0.350 p <sub>2</sub> = 0.855
Еа/Аа правого желудочка Ea/Aa of the right ventricle	0.807 ± 0.033 p = 0.555	0.84 ± 0.04	1.001 ± 0.031 p = 0.464	0.964 ± 0.036	p <sub>1</sub> = 0.0149 p <sub>2</sub> = 0.00037
Время изоволюмического сокращения, мс Isovolumic contraction time (IVCT), ms	66.76 ± 1.79 p = 0.047	72.65 ± 2.38	55.35 ± 2.93 p = 0.0302	65.17 ± 2.82	p <sub>1</sub> = 0.057 p <sub>2</sub> = 0.00066
Время изоволюмического расслабления, мс Isovolumic relaxation time (IVRT), ms	59.38 ± 2.74 p = 0.417	62.86 ± 3.25	40.20 ± 2.94 p = 0.458	44.08 ± 4.6	p <sub>1</sub> = 0.00129 p <sub>2</sub> = 0.000001
Индекс общей кардиальной дисфункции для правого желудочка Tei Index of total cardiac dysfunction for the right ventricle Tei	0.497 ± 0.018 p = 0.177	0.536 ± 0.020	0.350 ± 0.018 p = 0.067	0.407 ± 0.025	p <sub>1</sub> = 0.0003 p <sub>2</sub> = 0.000001
Индекс миокардиальной функции правого желудочка Index of myocardial function of the right ventricle	0.203 ± 0.010 p = 0.247	0.224 ± 0.015	0.146 ± 0.016 p = 0.495	0.163 ± 0.016	p <sub>1</sub> = 0.0169 p <sub>2</sub> = 0.0029
Систолическое давление в лёгочной артерии, мм рт. ст. Systolic pressure in the pulmonary artery, mm Hg	24.22 ± 0.410 p = 0.0487	25.632 ± 0.578	24.65 ± 0.599 p = 0.0151	27.00 ± 0.668	p <sub>1</sub> = 0.0289 p <sub>2</sub> = 0.453

## Обсуждение

Абдоминальное ожирение оказывает влияние на вентиляционную способность лёгких, а у больных бронхолёгочными заболеваниями усугубляет их проявления [13]. В развитии и прогрессировании хронического бронхита у лиц, подвергающихся длительному воздействию промышленных аэрозолей, курение играет существенную, а в некоторых случаях и определяющую роль. Это следует учитывать при оценке рисков развития профессиональных лёгочных заболеваний [14]. В обследованных подгруппах удельный вес курящих лиц значимо не различался.

В нашем исследовании процент обследованных работников с АО в изучаемых группах находился на уровне распространённости в организованных группах населения [15]. Удельный вес курящих и лиц с АО в исследуемых группах значимо не различался. Развитию обструктивных нарушений у стажированных работников алюминиевой промышленности могло способствовать комплексное длительное воздействие неблагоприятных производственных факторов [16] и наличие избыточного висцерального жира. Последний, являясь метаболически активным органом, синтезирует биологически активные вещества, а также имеет большое количество рецепторов к адипокинам, катехоламинам и глюкокортикоидам [17]. Как и ожидалось, нарушений систолической функции ПЖ выявлено не было, поскольку из исследования исключали пациентов с ишемической болезнью сердца, кардиомиопатиями и пороками сердца.

Нарушения наполнения ПЖ возникают намного раньше, чем его систолическая дисфункция [18]. Выявленные нами ранние признаки формирования диастолической дисфункции ПЖ у работников алюминиевой промышленности вне зависимости от наличия АО указывают на возможное длительное воздействие фтора и его соединений. Фтор является мощным окислителем, который оказывает негативное влияние не только на клетки костной ткани, но и на клетки печени, почек, эндотелия, миокарда и нервной системы [19].

Выявленные тенденции формирования у металлургов вне зависимости от АО диастолической дисфункции ПЖ следует оценивать в динамике с одновременным расширением поиска факторов риска.

## Заключение

У лиц с абдоминальным ожирением регистрировались более низкие респираторные показатели, при этом наличие обструктивных нарушений вентиляционной проходимости выявлялось только у работников алюминиевого производства.

Абдоминальное ожирение не было ассоциировано с показателями диастолической функции правого желудочка.

У работников алюминиевой промышленности прослежена тенденция формирования диастолической дисфункции правого желудочка.

Обнаруженные в исследовании тенденции формирования диастолической дисфункции ПЖ необходимо оценивать вне зависимости от наличия у металлургов АО, изучать в динамике и одновременно расширять поиск факторов риска.

## Литература

(п.п. 5, 8, 9, 11, 18, 19 см. References)

1. Матевосова К.Л., Грязнова В.А., Чазов Т.К. Экологические проблемы и устойчивое развитие алюминиевой промышленности. *Отходы и ресурсы*. 2019; 6(2): 9. <https://doi.org/10.15862/11ECOR219> <https://elibrary.ru/hdpqah>
2. Шаяхметов С.Ф., Мешакова Н.М., Лисецкая Л.Г., Меринов А.В., Журба О.М., Алексеенко А.Н. и др. Гигиенические аспекты условий труда в современном производстве алюминия. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(10): 899–904. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-899-904> <https://elibrary.ru/yocqtz>
3. Бейгель Е.А., Катаманова Е.В., Шаяхметов С.Ф., Ушакова О.В., Павленко Н.А., Кукс А.Н. и др. Влияние длительного воздействия промышленными аэрозолями на функциональное состояние бронхолегочной системы у работников алюминиевого производства. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 1160–3. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1160-1163> <https://elibrary.ru/xqrzqr>
4. Сюрин С.А., Горбанев С.А. Профессиональная патология при производстве алюминия в Кольском Заполярье. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(9): 767–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-767-768> <https://elibrary.ru/yurtfq>
6. Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Деев А.Д., Имаева А.Э., Концевая А.В., Муромцева Г.А. и др. Ожирение в российской популяции – распространенность и ассоциации с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний. *Российский кардиологический журнал*. 2018; 23(6): 123–30. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-123-130> <https://elibrary.ru/xslttt>
7. Жернакова Ю.В., Железнова Е.А., Чазова И.Е., Ошчепкова Е.В., Долгусева Ю.А., Яровая Е.Б. и др. Распространенность абдоминального ожирения в субъектах Российской Федерации и его связь с социально-экономическим статусом, результаты эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ. *Терапевтический архив*. 2018; 90(10): 14–22. <https://doi.org/10.26442/terarkh201890104-22> <https://elibrary.ru/ylltkh>
10. Казницкая А.С., Михайлова Н.Н., Жукова А.Г., Горохова Л.Г. Иммуно-механизмы формирования профессиональной пылевой патологии бронхолегочной системы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 58(6): 33–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-6-33-38> <https://elibrary.ru/xqmxzb>
12. Обухова Т.Ю., Будкар Л.Н., Терешина Л.Г., Карпова Е.А. Диссоциация нарушений углеводного и липидного обмена у рабочих алюминиевого производства по данным медицинского осмотра. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(2): 67–9. <https://elibrary.ru/tphjpp>
13. Бойков В.А., Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С., Старовойтова Е.А. Состояние функции внешнего дыхания у пациентов с ожирением. *Бюллетень сибирской медицины*. 2013; 12(1): 86–92. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2013-1-86-92> <https://elibrary.ru/qabarf>
14. Салагай О.О., Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Безруканникова Л.М., Хотулева А.Г., Анварул Р.А. Влияние курения на формирование профессиональных заболеваний легких у работающих, контактирующих с промышленными аэрозолями. *Общественное здоровье*. 2021; 1(3): 32–41. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41> <https://elibrary.ru/oknefv>
15. Чигисова А.Н., Огарков М.Ю. Распространенность компонентов метаболического синдрома у работников металлургического предприятия. *Вестник современной клинической медицины*. 2017; 10(1): 78–82. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2017.10\(1\).78-82](https://doi.org/10.20969/VSKM.2017.10(1).78-82) <https://elibrary.ru/xwzefr>
16. Клинические рекомендации. Профессиональная интоксикация соединениями фтора (проект). *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (1): 48–63. <https://elibrary.ru/ytbqig>
17. Стаценко М.Е., Туркина С.В., Тыщенко И.А., Горбачева Е.Е., Ермоленко А.А. Висцеральное ожирение как маркер риска мультиорганного поражения. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2017; (1): 10–5. <https://elibrary.ru/yhqsoq>

## References

1. Matevosova K.L., Gryaznova V.A., Chazov T.K. Environmental problems and sustainable development of aluminium industry. *Orkhody i resursy*. 2019; 6(2): 9. <https://doi.org/10.15862/11ECOR219> <https://elibrary.ru/hdpqah> (in Russian)
2. Shayakhmetov S.F., Meshchakova N.M., Lisetskaya L.G., Merinov A.V., Zhurba O.M., Alekseenko A.N., et al. Hygienic aspects of working conditions in the modern production of aluminum. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(10): 899–904. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-899-904> <https://elibrary.ru/yocqtz> (in Russian)
3. Beygel' E.A., Katamanova E.V., Shayakhmetov S.F., Ushakova O.V., Pavlenko N.A., Kuks A.N., et al. The impact of the long-term exposure of industrial aerosols on clinical and functional indices of the broncho-pulmonary system in aluminum smelter workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(12): 1160–3. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1160-1163> <https://elibrary.ru/xqrzqr> (in Russian)
4. Syurin S.A., Gorbanev S.A. Professional pathology in the production of aluminum in the Kola Arctic. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(9): 767–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-767-768> <https://elibrary.ru/yurtfq> (in Russian)
5. Pauwels R.A., Buist A.S., Calverley P.M., Jenkins C.R., Hurd S.S.; GOLD Scientific Committee. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2001; 163(5): 1256–76. <https://doi.org/10.1164/ajrcm.163.5.2101039>
6. Balanova Yu.A., Shal'nova S.A., Deev A.D., Имаева А.Э., Kontsevaya A.V., Muromtseva G.A., et al. Obesity in Russian population – prevalence and association with the non-communicable diseases risk factors. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal*. 2018; 23(6): 123–30. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-123-130> <https://elibrary.ru/xslttt> (in Russian)
7. Zhernakova Yu.V., Zheleznova E.A., Chazova I.E., Oshchepkova E.V., Dolgusheva Yu.A., Yarovaya E.B., et al. The prevalence of abdominal obesity and the association with socioeconomic status in regions of the Russian Federation, the result of the epidemiological study – ESSE-RF. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2018; 90(10): 14–22. <https://doi.org/10.26442/terarkh201890104-22> <https://elibrary.ru/ylltkh> (in Russian)
8. Foumani A.A., Neyaragh M.M., Ranjbar Z.A., Leyli E.K., Ildari S., Jafari A. Waist circumference and spirometric measurements in chronic obstructive pulmonary disease. *Osong Public Health Res. Perspect.* 2019; 10(4): 240–5. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2019.10.4.07>
9. Behrens G., Matthews C.E., Moore S.C., Hollenbeck A.R., Leitzmann M.F. Body size and physical activity in relation to incidence of chronic obstructive pulmonary disease. *CMAJ*. 2014; 186(12): E457–69. <https://doi.org/10.1503/cmaj.140025>
10. Kazitskaya A.S., Mikhaylova N.N., Zhukova A.G., Gorokhova L.G. Immune mechanisms underlying occupational bronchopulmonary diseases due to dust. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; 58(6): 33–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-6-33-38> <https://elibrary.ru/xqmxzb> (in Russian)
11. Vujic T., Nagorni O., Maric G., Popovic L., Jankovic J. Metabolic syndrome in patients with chronic obstructive pulmonary disease: frequency and relationship with systemic inflammation. *Hippokratia*. 2016; 20(2): 110–4.
12. Obukhova T.Yu., Budkar' L.N., Tereshina L.G., Karpova E.A. Dissociation of disorders of carbohydrate and lipid metabolism in aluminum industry workers according to medical examination data. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015; 94(2): 67–9. <https://elibrary.ru/tphjpp> (in Russian)
13. Boykov V.A., Kobayakova O.S., Deev I.A., Kulikov E.S., Starovoytova E.A. State of respiratory function in patients with obesity. *Bulleten' sibirskoy meditsiny*. 2013; 12(1): 86–92. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2013-1-86-92> <https://elibrary.ru/qabarf> (in Russian)
14. Salagay O.O., Bukhtiyarov I.V., Kuz'mina L.P., Bezrukavnikova L.M., Khotuleva A.G., Anvarul R.A. The influence of smoking on the formation of occupational lung diseases in workers who come into contact with industrial aerosols. *Obshchestvennoe zdorov'e*. 2021; 1(3): 32–41. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41> <https://elibrary.ru/oknefv> (in Russian)
15. Chigisova A.N., Ogarkov M.Yu. The prevalence of metabolic syndrome components in metallurgical enterprises workers. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny*. 2017; 10(1): 78–82. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2017.10\(1\).78-82](https://doi.org/10.20969/VSKM.2017.10(1).78-82) <https://elibrary.ru/xwzefr> (in Russian)
16. Clinical recommendations. Occupational intoxication with fluorine compounds (project). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (1): 48–63. <https://elibrary.ru/ytbqig> (in Russian)
17. Statsenko M.E., Turkina S.V., Tyshchenko I.A., Gorbacheva E.E., Ermolenko A.A. Visceral obesity as a risk marker of multiorgan damage. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2017; (1): 10–5. <https://elibrary.ru/yhqsoq> (in Russian)
18. Murch S.D., La Gerche A., Roberts T.J., Prior D.L., MacIsaac A.I., Burns A.T. Abnormal right ventricular relaxation in pulmonary hypertension. *Pulm. Circ.* 2015; 5(2): 370–5. <https://doi.org/10.1086/681268>
19. Barbier O., Arreola-Mendoza L., Del Razo L.M. Molecular mechanisms of fluoride toxicity. *Chem. Biol. Interact.* 2010; 188(2): 319–33. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2010.07.011>