

Читать
онлайн
Read
online

Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С.

Алгоритм диагностики диастолической дисфункции правого желудочка у работников основных профессий угольной промышленности

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

РЕЗЮМЕ

Введение. Сохранение здоровья работающего населения за счёт профилактических мероприятий является приоритетным направлением современного здравоохранения, что обуславливает актуальность доклинической диагностики дисфункции сердца.

Материалы и методы. Обследованы 145 шахтёров в возрасте от 40 до 55 лет. Критерием исключения из исследования было наличие ишемической болезни сердца, осложнённой артериальной гипертензией, пороков сердца, кардиомиопатий. Всем обследованным проводили эхокардиографию по стандартным методикам, исследование функции внешнего дыхания.

Результаты. Сформирован способ диагностики диастолической дисфункции правого желудочка у шахтёров, включающий оценку транстрикуспидальных потоков в раннюю и позднюю диастолы в режиме импульсно-волнового доплера (Е/А), отношений раннего и позднего диастолических потоков тканевого доплера (Еа/Аа), отношения раннего диастолического потока в импульсно-волновом режиме к раннему диастолическому потоку тканевого доплера на уровне фиброзного кольца латеральной стенки правого желудочка (Е/Еа), определение индекса Теi, индекса объёма правого предсердия (ИПП, мл/м²). При значении отношения Е/А меньше или равно 0,8 диагностируют диастолическую дисфункцию правого желудочка, а при значении отношения Е/А больше 0,8 дополнительно оценивают Еа/Аа. Если значение отношения Еа/Аа больше 0,8, то диастолическая функция правого желудочка сохранена, при значении отношения Еа/Аа меньше или равно 0,8 дополнительно оценивают следующие критерии: значение отношения Е/Еа (больше или равно 6), индекс Теi (больше или равен 0,55), ИПП (больше или равен 34 мл/м²). При наличии двух данных признаков диагностируют диастолическую дисфункцию правого желудочка, при наличии одного признака или при их отсутствии считают, что диастолическая функция сохранена.

Ограничения исследования. Данное исследование лимитировано выборкой работников основных профессий угольной промышленности, находящихся на обследовании в клинике ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний».

Заключение. При использовании способа выявляются начальные признаки диастолической дисфункции правого желудочка, что позволит начать своевременную профилактику сердечной недостаточности и будет способствовать продлению трудового долголетия шахтёров.

Ключевые слова: болезни системы кровообращения; диастолическая дисфункция; правый желудочек; бронхолёгочная патология; угольная промышленность

Соблюдение этических стандартов. В соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.) все обследуемые ознакомились и подписали информированное согласие на участие в исследовании, протокол которого удовлетворял требованиям биоэтического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (протокол заседания № 4, § 2 от 18 ноября 2021 г.).

Для цитирования: Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С. Алгоритм диагностики диастолической дисфункции правого желудочка у работников основных профессий угольной промышленности. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(4): 356–361. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-4-356-361> <https://elibrary.ru/ptfsdy>

Для корреспонденции: Коротенко Ольга Юрьевна, e-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Вклад авторов: Коротенко О.Ю. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, написание текста; Филимонов Е.С. — анализ данных. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

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

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 15.01.2026 / Поступила после доработки: 19.02.2026 / Принята к печати: 24.03.2026 / Опубликовано: 18.05.2026

Olga Yu. Korotenko, Egor S. Filimonov

Algorithm for diagnosing of the right ventricular diastolic dysfunction in workers of the main occupations in the coal industry

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

ABSTRACT

Introduction. Preserving the health in the working population through preventive measures is a priority area in contemporary healthcare, which indicates the relevance of preclinical diagnosis of cardiac dysfunction.

Material and methods. There were examined one hundred forty five miners aged of 40 to 55 years. The exclusion criteria for the study were the presence of ischemic heart disease, complicated arterial hypertension, heart defects, and cardiomyopathies. All respondents underwent an investigation of external respiration function and echocardiography using standard methods.

Results. There was elaborated the method for diagnosing of the diastolic dysfunction of the right ventricle in miners, including an assessment of transtricuspidal flows over early and late diastoles in pulse-wave in Doppler mode (E/A) mode, the ratio of early and late diastolic flows of tissue in Doppler mode (Ea/Aa), the ratio of early diastolic flow in pulse-wave mode to early diastolic flow of tissue in Doppler mode at the level of the fibrous ring of the lateral wall of the right ventricle (E/Ea), the determination of the Tei index, the right atrial volume index (RAI, mL/m²). If the value of the E/A ratio is less than or equal to 0.8, right ventricular diastolic dysfunction is diagnosed, and if the value of the E/A ratio is greater than 0.8, the Ea/Aa ratio is additionally evaluated. If the value of the Ea/Aa ratio exceeds 0.8, the right ventricular diastolic function is preserved, if the value of the Ea/Aa ratio is less than or equal to 0.8, the following criteria are additionally assessed: the value of the E/Ea ratio (greater than or equal to 6), the Tei index (greater than or equal to 0.55), and RAI (greater than or equal to 34 mL/m²). In the presence of two of these criteria, right ventricular diastolic dysfunction is diagnosed; in the presence of the one criterion or their absence, diastolic function is preserved.

Limitations. This study is limited to a sample of workers of the main occupations in the coal industry who were examined at the Clinic of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases.

Conclusion. When using the method, the initial signs of the right ventricular diastolic dysfunction are revealed, which will allow the timely preventing of heart failure and contribute to prolonging the working longevity of miners.

Keywords: circulatory system diseases; diastolic dysfunction; right ventricle; bronchopulmonary pathology; coal industry

Compliance with ethical standards. In accordance with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (ed. 2013), all subjects read and signed an informed consent to participate in the study, the protocol of which met the requirements of the Bioethics Committee of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases (Protocol of the Meeting No. 4, § 2 dated November 18, 2021).

For citation: Korotenko O.Yu., Filimonov E.S. Algorithm for diagnosing of the right ventricular diastolic dysfunction in workers of the main occupations in the coal industry. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(4): 356–361. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-4-356-361> <https://elibrary.ru/ptfsdy> (In Russ.)

For correspondence: Olga Yu. Korotenko, e-mail: olgakorotenko@yandex.ru

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received: January 15, 2026 / Revised: February 19, 2026 / Accepted: March 24, 2026 / Published: May 18, 2026

Введение

Условия труда работников основных профессий угольной промышленности характеризуются как вредные и опасные. Приоритетными факторами, оказывающими негативное влияние на организм работников, являются угольно-породная пыль, неблагоприятный производственный микроклимат, значительное нервно-эмоциональное напряжение, физические нагрузки, шум, вибрация, ионизирующее излучение, ослабление геомагнитного поля, наличие в воздухе рабочей зоны повышенных концентраций метана, оксида азота и других токсикантов. Исследования показали, что даже краткосрочное угольно-пылевое воздействие на работников угольных шахт может привести к морфологическим изменениям в сердечной мышце без функциональных проявлений [1, 2]. В литературе полно описаны методики определения диастолической дисфункции (ДД) левого желудочка, при этом чёткие критерии диагностики ДД правого желудочка (ПЖ) отсутствуют. Долгое время дисфункция ПЖ считалась малозначимой. В настоящее время установлено большое клиническое и прогностическое значение правожелудочковой сердечной недостаточности — как систолической, так и диастолической. Оценка наличия ДД ПЖ также имеет большое клиническое и прогностическое значение [3, 4]. Поэтому для профилактики сердечно-сосудистых катастроф необходимо выявление ранних (доклинических) проявлений дисфункции ПЖ с целью своевременного проведения лечебно-профилактических мероприятий.

В литературе описаны способы диагностики ДД ПЖ, имеющие ряд недостатков [5–7]. Для оценки ДД ПЖ на основании регистрации транстрикуспидальных доплеровских потоков пациенту устанавливают эхокардиографический датчик в апикальной четырехкамерной позиции, регистрируют спектры систолического и диастолического потоков через трикуспидальный клапан, измеряют временной интервал от окончания систолического до начала диастолического потока и по его величине более 0,05 с диагностируют ДД правого желудочка [5]. Недостатком данного способа является использование лишь одного показателя, а это может привести и к несвоевременной диагностике, и к гипердиагностике данного осложнения. Известен способ диагностики латентной ДД ПЖ с использованием транстрикуспидального кровотока Е трёхстворчатого клапана (ТК) и А ТК. При величине отношения Е/А ТК > 1 дополнительно измеряют скоростные показатели отражённых эхо-сигналов Eat и Aat в точке на 2–3 см латеральнее трикуспидального фиброзного кольца. При величине отношения Eat/Aat < 1 диагностируют латентную диастолическую дисфункцию миокарда правого желудочка [6]. Данный способ диагностики ДД ПЖ также базируется на одном показателе, что может привести к гипердиагностике. Описан ещё один

способ диагностики ДД ПЖ у больных хроническим лёгочным сердцем, когда определяется скорость распространения трикуспидального потока в цветном М-модальном режиме с определением индекса Tei [7]. Но при данном способе учитываются не все показатели, которые отражают диастолическую функцию ПЖ, а индекс Tei может изменяться не только при наличии диастолической дисфункции, но и при нарушении сократительной функции ПЖ.

Экстраполировать алгоритм определения ДД ЛЖ на правый желудочек не представляется возможным ввиду особенностей его конфигурации (форма ПЖ напоминает треугольник с вершиной, направленной вниз, в поперечном разрезе имеет форму полумесяца) [8], ПЖ более чувствителен к изменениям постнагрузки, что может влиять на его функцию [9].

На основании этого нами была поставлена цель: разработать алгоритм диагностики диастолической дисфункции правого желудочка для повышения точности её определения у работников основных профессий угольной промышленности для своевременного проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Материалы и методы

Для разработки способа диагностики диастолической дисфункции правого желудочка были изучены эхокардиографические показатели диастолической функции правого желудочка у работников основных профессий угольных шахт юга Кузбасса (проходчики, горнорабочие очистного забоя, машинисты горных выемочных машин, подземные горномонтажники) ($n = 118$, возраст от 40 до 55 лет, средний возраст $46,12 \pm 0,36$ года), которые проходили углублённый периодический медицинский осмотр (ПМО) на базе клиники ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (НИИ КПГПЗ), а также у шахтёров с ранее установленной профессиональной патологией лёгких (хронический необструктивный бронхит, хроническая обструктивная болезнь лёгких), проходивших очередное обследование в отделении № 1 клиники института ($n = 27$, возраст от 40 до 55 лет, средний возраст $47,003 \pm 0,875$ года). Критерии исключения из исследования: наличие ишемической болезни сердца, осложнённой артериальной гипертензии, пороков сердца, кардиомиопатий.

Состояние здоровья шахтёров изучали клинко-лабораторными, инструментальными методами, с помощью анализа амбулаторных карт, историй болезни и анкетирования. Для определения наличия и степени дыхательной недостаточности проводилось исследование функции внешнего дыхания (ФВД) на спирографе SPIROVIT SP-1 фирмы SCHILLER (Швеция). Эхокардиография осуществлялась на ультразвуковой системе Vivid E9 фирмы-произ-

Показатели правых отделов сердца, отражающих диастолическую функцию

Right heart parameters reflecting diastolic function

Показатель Parameter	Группа шахтёров A group of miners		p
	основная main	с установленным диагнозом профессионального заболевания with an established diagnosis of an occupational disease	
ИПП, мл/м ² Right atrial volume index, mL/m ²	27.87 ± 0.59	30.10 ± 0.57	0.01
Е/А ПЖ E/A of the right ventricle	1.37 ± 0.02	1.23 ± 0.03	0.0002
Еа/Аа ПЖ Ea/Aa of the right ventricle	0.84 ± 0.002	0.76 ± 0.01	0.004
Е/Еа ПЖ E/Ea of the right ventricle	5.18 ± 0.107	5.36 ± 1.26	0.297
Индекс Tei Tei index	0.52 ± 0.04	0.57 ± 0.02	0.332

водителя General Electric по стандартной методике с оценкой основных показателей правых и левых отделов сердца. Измеряли линейные и объёмные величины правого предсердия (ПП), объём которого индексировали к площади поверхности тела обследуемого (ИПП). В режиме доплерокардиографии определяли скорости транстрикуспидальных потоков в раннюю и позднюю диастолы (Е, А, м/с) и их отношение (Е/А). С помощью импульсно-волнового спектрального режима тканевой доплерографии оценивалось движение трикуспидального кольца в области латеральной стенки ПЖ (Еа — движение миокарда в раннюю диастолу, Аа — в позднюю диастолу, их отношения Еа/Аа и отношения Е/Еа ПЖ). За норму принимались значения Е/А ПЖ и Еа/Аа ПЖ > 0,8, Е/Еа ПЖ < 6. В режиме тканевой доплерографии для расчёта индекса кардиальной дисфункции для ПЖ (Теi) определяли время изоволюмического сокращения ПЖ (IVCT, мс) — время от окончания Аа ПЖ до начала систолической волны и время изоволюмического расслабления (IVRT, мс) — время от окончания систолической волны до начала пика Еа. Рассчитывали индекс Теi как отношение суммы времени изоволюмического сокращения и времени изоволюмического расслабления ко времени изгнания ПЖ в режиме тканевой доплерографии, за норму принимали значения Теi < 0,55.

В соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.) все обследуемые ознакомились и подписали информированное согласие на участие в исследовании, протокол которого удовлетворял требованиям биоэтического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (протокол заседания № 4, § 2 от 18 ноября 2021 г.).

Методы статистической обработки. Статистическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ Statistica (версия 10.0). Количественные данные анализировали при помощи средней и её стандартной ошибки ($M \pm SEM$), значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Выявлены значимые различия в показателях, отражающих диастолическую функцию правого желудочка, между респондентами изучаемых групп. Так, в группе шахтёров с установленным диагнозом пылевой патологии лёгких значимо больше индекс объёма ПП и индекс Теi; выявлено более низкое значение отношения транстрикуспидальных потоков, что обусловлено увеличением позднего транстрикуспидального диастолического потока, а также отношение раннего и позднего диастолического движения трикуспидального кольца в режиме спектральной тканевой доплерографии (см. **таблицу**).

Среди обследованных работников основных профессий угольной промышленности при отсутствии у них профессиональной, бронхолёгочной и сердечно-сосудистой патологий выявлено снижение Eat/Aat у 67% респондентов,

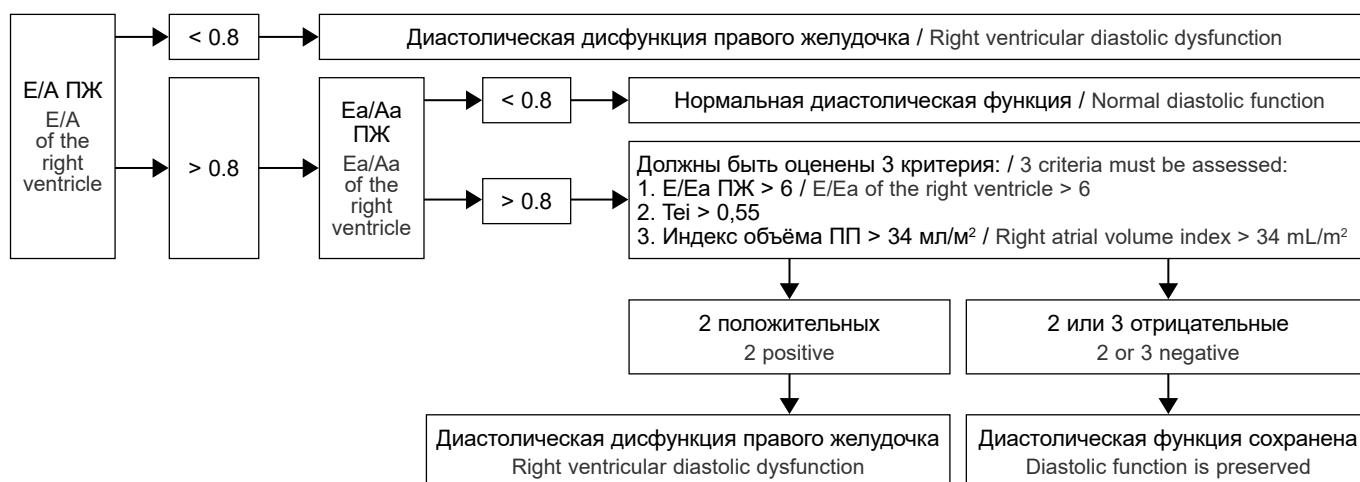
что указывает на необходимость дополнительного обследования и определения показателей, характерных для ДД ПЖ, чтобы избежать гипердиагностики данной патологии. Мы определяли Е/Еа, ИПП и индекс Теi, с учётом этих показателей диастолическая дисфункция правого желудочка была диагностирована уже у 16,5% работников основных профессий угольной промышленности из 118 шахтёров, проходивших периодический медицинский осмотр. Также у этих лиц выявлено нарушение вентиляционной способности лёгких, преимущественно по обструктивному типу. Данной категории работников было рекомендовано углублённое обследование в клинике для диагностики бронхолёгочной патологии. Среди пациентов стационара клиники НИИ КППЗ, имеющих профессиональную пылевую патологию лёгких, у 29,6% обследованных была выявлена диастолическая дисфункция правого желудочка с учётом определения совокупности показателей, характерных для нарушения диастолической функции ПЖ.

Был сформирован алгоритм диагностики ДД ПЖ у работников основных профессий угольной промышленности, включающий оценку транстрикуспидальных потоков в раннюю и позднюю диастолы в режиме импульсно-волнового доплера (Е/А ПЖ), отношений раннего и позднего диастолических потоков тканевого доплера (Еа/Аа), отношения раннего диастолического потока в импульсно-волновом режиме к раннему диастолическому потоку тканевого доплера на уровне фиброзного кольца со стороны латеральной стенки правого желудочка (Е/Еа), определение индекса Теi, а также расчёт значения индекса объёма правого предсердия (ИПП, мл/м²). При значении отношения Е/А ПЖ меньше или равно 0,8 диагностировали диастолическую дисфункцию правого желудочка, а при значении отношения Е/А больше 0,8 дополнительно оценивали Еа/Аа. Если значение отношения Еа/Аа было больше 0,8, считали, что диастолическая функция правого желудочка сохранена, при значении отношения Еа/Аа меньше или равно 0,8 дополнительно оценивали следующие три критерия: значение отношения Е/Еа (больше или равно 6), индекс Теi (больше или равен 0,55), ИПП (больше или равен 34 мл/м²). При наличии двух данных признаков диагностировали ДД ПЖ, при наличии только одного признака или при их отсутствии считали, что диастолическая функция правого желудочка сохранена.

Нами разработан алгоритм диагностики диастолической дисфункции ПЖ (см. **рисунок**).

Приведём примеры использования способа диагностики диастолической дисфункции ПЖ у шахтёров.

Пример 1. Шахтёр С.И.К., 55 лет, горнорабочий очистного забоя, стаж работы во вредных условиях труда 30 лет, наличие хронических болезней отрицает. По данным амбулаторной карты, были единичные обращения по поводу обострения поясничного остеохондроза (дорсопатии). По результатам обследования во время ПМО на ЭКГ было обнаружено снижение амплитуды зубца Т в грудных отведениях, флюорография органов грудной клетки выявила наличие плевродиафрагмальных спаек, по ФВД — выражен-



Алгоритм оценки диастлической функции правого желудочка сердца у работников угольной промышленности.

Algorithm for assessing right ventricular diastolic function in coal miners.

ные смешанные нарушения вентиляционной способности лёгких (жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) – 54,1%, объём форсированного выдоха за 1 с (ОФВ₁) – 47,4%). При эхокардиографическом исследовании структурных изменений желудочков не было выявлено (индекс массы миокарда левого желудочка – 86,1 г/м², размер ПЖ – 2 см, толщина передней стенки ПЖ – 4 мм, расчётное систолическое давление в лёгочной артерии (СистДЛА) – 25 мм рт. ст. Систолическая функция желудочков не нарушена. С использованием вышеописанного способа при E/A – 1,53; Ea/Aa – 0,61; E/Ea – 7,4; индексе Tei – 0,72; ИПП – 35 мл/м² диагностирована диастлическая дисфункция правого желудочка. Пациенту рекомендовано дообследование в клинике института.

Пример 2. Шахтер С.А.А., 51 год, подземный горномотажник, пылевой стаж 20 лет, наличие хронических болезней отрицает. По амбулаторной карте – редкие обращения по поводу ОРВИ. По результатам обследования: ЭКГ – без изменения, флюорография органов грудной клетки патологических изменений не выявила, показатели ФВД находились в пределах нормальных значений (ЖЕЛ – 91,4%, ОФВ₁ – 91,3%). По результатам эхокардиографии структурных изменений желудочков выявлено не было (индекс массы миокарда левого желудочка – 92,4 г/м², ПЖ – 2,4 см, толщина передней стенки ПЖ – 4 мм), СистДЛА – 24 мм рт. ст. Систолическая функция желудочков не нарушена. С учётом значений показателей E/A – 1,29; Ea/Aa – 0,54; E/Ea – 5,2; индекс Tei – 0,44; ИПП – 30 мл/м² диастлическая дисфункция правого желудочка не диагностирована.

Пример 3. Шахтёр П.И.Ю., 45 лет, подземный машинист подъёмных машин, пылевой стаж 18 лет, наличие хронических болезней отрицает. По амбулаторной карте – редкие обращения по поводу ОРВИ. По результатам обследования: ЭКГ – вариант нормы, флюорография органов грудной клетки – без патологических изменений, показатели ФВД – в пределах нормальных значений (ЖЕЛ – 94,4%, ОФВ₁ – 100,9%). По результатам эхокардиографии структурных изменений желудочков не выявлено (индекс массы миокарда левого желудочка – 76 г/м², ПЖ – 2,1 см, толщина передней стенки ПЖ – 5 мм), СистДЛА – 22 мм рт. ст. Систолическая функция желудочков не нарушена, но диагностирована диастлическая дисфункция правого желудочка на основании следующих значений показателей: E/A – 1,42; Ea/Aa – 0,7; E/Ea – 6,1; индекс Tei – 0,66; ИПП – 22,8 мл/м², что определяет неблагоприятный прогноз. Также у данного пациента при нормальной фракции выброса левого желудочка (72%) выявлено снижение продольной деформации левого желудочка (–16,1%). Пациенту рекомендовано обследование в отделении кардиологии.

Обсуждение

Диагностика начальной (субклинической) стадии недостаточности ПЖ у работников, занятых во вредных условиях труда, в том числе работников основных профессий угольной промышленности, имеющих вредный пылевой фактор в виде повышенных концентраций в рабочей зоне угольно-породной пыли, а также фактор охлаждающего микроклимата, чрезвычайно актуальна и сопряжена со значительными трудностями. Поэтому большой интерес представляет исследование диастлической функции ПЖ как раннего маркера субклинической дисфункции ПЖ.

Нарушение релаксации желудочков, в том числе и правого, обусловлено многими причинами. Исследователи изучали ДД ПЖ при различных патологических состояниях, таких как хронические болезни лёгких [10], профессиональные патологии лёгких (хронический пылевой бронхит, профессиональная хроническая обструктивная болезнь лёгких, интерстициальная форма пневмокониоза) [11], артериальная гипертензия [12], ишемическая болезнь сердца [13], сахарный диабет [14], ожирение [15]. Описаны возрастные изменения диастлической функции желудочков за счёт повышения жёсткости стенок с возрастом [16, 17]: у лиц старше 60 лет происходило увеличение предсердного вклада транстрикуспидального потока из-за снижения эластических свойств и уменьшения присасывающего действия миокарда ПЖ, но в наше исследование были включены пациенты в возрасте до 55 лет.

Особенности строения миокарда ПЖ также вносят вклад в оценку диастлической функции ПЖ и её развитие. Сокращение миокарда ПЖ происходит в основном за счёт продольных волокон, и каждое систолическое сокращение приводит к преимущественно продольному укорочению. Снижение амплитуды продольного укорочения происходит из-за увеличения жёсткости миокарда и выражается в уменьшении скорости раннего диастлического транстрикуспидального потока.

Патогенетическими моментами формирования жёсткости миокарда ПЖ у пациентов в нашем исследовании были альвеолярная гипоксия с последующей артериальной гипоксемией [18], хроническая гипоксия в условиях производственной среды [19], а также возможное изменение структуры кардиомиоцитов, которое было показано в эксперименте при вдыхании угольно-породной пыли (гипертрофические изменения кардиомиоцитов переходили в субатрофические и атрофические,

дистрофия прогрессировала при увеличении срока эксперимента) [20]. Прогнозирование и ранняя (своевременная) диагностика хронической сердечной недостаточности при профессиональных болезнях органов дыхания при воздействии высокофиброгенных, среднефиброгенных и малофиброгенных промышленных аэрозолей позволит своевременно начать лечебно-профилактические мероприятия [21].

Разработанный нами комплексный последовательный подход к диагностике ДД ПЖ позволяет повысить точность исследования. Дополнительные показатели, отражающие диастолическую функцию ПЖ (отношение раннего диастолического потока в импульсно-волновом режиме к раннему диастолическому потоку тканевого доплера на уровне фиброзного кольца со стороны латеральной стенки ПЖ (Е/Еа), индекс объёма правого предсердия) исключают гипердиагностику данной патологии.

Оценка в совокупности параметров диастолической функции правого желудочка позволит своевременно и точно диагностировать его дисфункцию. Это даст возможность своевременно проводить лечебно-профилактические мероприятия.

Ограничения исследования. Данное исследование лимитировано выборкой работников основных профессий угольной промышленности, находящихся на обследовании в клинике НИИ КППЗ.

Заключение

Сформированный алгоритм диагностики диастолической дисфункции правого желудочка у работников основных профессий угольной промышленности, особенно у пациентов, имеющих пылевую патологию лёгких, включает оценку транс-трикуспидальных потоков в раннюю и позднюю диастолы в режиме импульсно-волнового доплера (Е/А ПЖ). При значении отношения Е/А ПЖ меньше или равно 0,8 диагностируется диастолическая дисфункция правого желудочка; отношения раннего и позднего диастолических потоков тканевого доплера (Еа/Аа) — при значении отношения Е/А и отношения Еа/Аа больше 0,8 диастолическая функция правого желудочка сохранена. При значении отношения Еа/Аа меньше или равно 0,8 дополнительно необходимо оценить следующие три критерия: значение отношения Е/Еа (больше или равно 6), индекс Теi (больше или равен 0,55), индекс правого предсердия (больше или равен 34 мл/м²). При наличии двух данных признаков диагностируется ДД ПЖ, при наличии только одного признака или при их отсутствии — диастолическая функция правого желудочка сохранена.

Данный алгоритм позволяет выявлять лиц с высоким риском формирования сердечной недостаточности для ранней профилактики, предотвращать утрату трудоспособности и фатальные сердечно-сосудистые события у работников основных профессий угольной промышленности.

Литература

1. Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Бондарев О.И., Шавцова Г.М. Системные морфологические изменения, ассоциированные с динамикой развития пневмокониоза. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(4): 68–73. <https://elibrary.ru/zofran>
2. Бондарев О.И., Бугаева О.С., Михайлова Н.Н. Патоморфология сосудов сердечной мышцы у работников основных профессий угольной промышленности. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(6): 335–41. <https://elibrary.ru/gsskij>
3. Варавин Н.А., Харитонов М.А., Тарасов В.А. Дисфункция сердца и особенности ремоделирования сосудистой стенки у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких. *Известия Российской военной медицинской академии*. 2020; 39(S1–1): 26–9. <https://elibrary.ru/pkwuq>
4. Аверина И.И., Мироненко М.Ю., Глушко Л.А., Трошин Д.С., Дониканян С.А. Влияние дисфункции правого желудочка на прогноз сердечной недостаточности и выживаемость у кардиохирургических пациентов. *Креативная кардиология*. 2025; 19(1): 35–44. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2025-19-1-35-44> <https://elibrary.ru/giwtj>
5. Нарциссова Г.П., Горбатьих Ю.Н., Омельченко А.Ю. Способ оценки диастолической функции правого желудочка. Патент РФ № 2247534; 2005. <https://elibrary.ru/guaprp>
6. Макаренко Е.С., Неласов Н.Ю., Бисвас Б., Затонский С.А., Харахашян А.В., Каркошка Т.А. и др. Способ диагностики латентной диастолической дисфункции миокарда правого желудочка. Патент РФ № 2467695; 2012. <https://elibrary.ru/zgnxxv>
7. Гайфулин Р.А., Сумин А.Н., Архипов О.Г. Оценка диастолической функции правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца в разных возрастных группах. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2016; 12(3): 277–84. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2016-12-3-277-284> <https://elibrary.ru/wckfjl>
8. Cameli M., Sparla S., Focardi M., Righini F.M., Solari M., Alvino F., et al. Evaluation of right ventricular function in the management of patients referred for left ventricular assist device therapy. *Transplant. Proc.* 2015; 47(7): 2166–8. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2015.02.032>
9. Шляхто Е.В. *Кардиология. Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2021.
10. Сумин А.Н., Архипов О.Г. Диастолическая функция правого желудочка у больных с заболеваниями легких в отсутствие и при наличии легочной гипертензии. *Терапевтический архив*. 2017; 89(3): 54–60. <https://doi.org/10.17116/terarkh201789354-60> <https://elibrary.ru/yhifwx>
11. Мелентьев А.В., Бабанов С.А. Предикторы хронической сердечной недостаточности в профессиональной пульмонологии. *Терапевт*. 2024; (4): 47–55. <https://doi.org/10.33920/MED-12-2404-06> <https://elibrary.ru/nqsfu>
12. Демидова Н.Ю. Диастолическая функция правого желудочка при различных типах диастолической дисфункции левого желудочка у больных артериальной гипертензией. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2007; (1): 86–9. <https://elibrary.ru/jjsonl>
13. Архипов О.Г., Сумин А.Н. Диастолическая дисфункция правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2017; 22(3): 37–45. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-3-37-45> <https://elibrary.ru/yhoeyb>
14. Miao Y., Zhang W., Zhong Y., Zhong M., Ma X. Diastolic function of the right ventricle is impaired in experimental type 2 diabetic rat models. *Turk. J. Med. Sci.* 2014; 44(3): 448–53. <https://doi.org/10.3906/sag-1212-1211>
15. Sokmen A., Sokmen G., Acar G., Akcay A., Koroglu S., Koleoglu M., et al. The impact of isolated obesity on right ventricular function in young adults. *Arq. Bras. Cardiol.* 2013; 101(2): 160–8. <https://doi.org/10.5935/abc.20130142>
16. Беленков Ю.Н., Агманова Э.Т. Возможности тканевой доплеровской эхокардиографии в диагностике диастолической функции правого желудочка у больных с хронической сердечной недостаточностью I–IV функционального класса. *Кардиология*. 2007; 47(4): 18–21. <https://elibrary.ru/hzdvvt>
17. Голошапова Ю.В., Логвинова Л.В. Оценка диастолической функции правого желудочка у пациентов с хронической бронхолегочной патологией. *Инновационная медицина Кубани*. 2021; (1): 21–7. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-21-1-21-27> <https://elibrary.ru/Intukm>
18. Айдаргалиева Н.Е., Телеушева А.Ж. Особенности нарушений внутрисердечной гемодинамики у пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких, осложнённой развитием хронического лёгочного сердца, и способы их медикаментозной коррекции. *Казанский медицинский журнал*. 2016; 97(3): 400–4. <https://doi.org/10.17750/KMJ2016-400> <https://elibrary.ru/tswbux>
19. Бухтияров И.В., Шестопалов Н.В., Винников Д.В., Глухов Д.В., Почтарева Е.С., Джергения С.Л. Состояние и перспективы гигиенического нормирования производственной среды с пониженным содержанием кислорода (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021; 100(6): 594–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-6-594-597> <https://elibrary.ru/qgfcu>
20. Бугаева М.С., Бондарев О.И., Горохова Л.Г., Кизиченко Н.В., Жданова Н.Н. Экспериментальное изучение специфичности развития морфологических изменений внутренних органов при длительном воздействии на организм угольно-породной пыли и фторида натрия. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(5): 285–94. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-5-285-294> <https://elibrary.ru/akcvek>
21. Стрижкова Л.А., Бабанов С.А., Борисова Д.К., Агаркова А.С., Острикова Н.А., Киришина Т.М. Профессиональные и производственно-обусловленные поражения сердечно-сосудистой системы: проблемы каузации. *Врач*. 2020; 31(12): 5–11. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-12-01> <https://elibrary.ru/knuqdd>

References

1. Mikhailova N.N., Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Shavtsova G.M. Systemic morphological changes associated with the dynamics of pneumoconiosis. *Meditsina v Kuzbasse*. 2017; 16(4): 68–73. <https://elibrary.ru/zofran> (in Russian)
2. Bondarev O.I., Bugaeva M.S., Mikhailova N.N. Pathomorphology of heart muscle vessels in workers of the main professions of the coal industry. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(6): 335–41. <https://elibrary.ru/gsskij> (in Russian)

Original article

3. Varavin N.A., Kharitonov M.A., Tarasov V.A. Heart dysfunction and features of vascular wall remodeling in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Izvestiya Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*. 2020; 39(S1–1): 26–9. <https://elibrary.ru/pkwquq> (in Russian)
4. Averina I.I., Mironenko M.Yu., Glushko L.A., Troshin D.S., Donakanyan S.A. The impact of right ventricular function on the heart failure prognosis and survival in cardiac surgery. *Kreativnaya kardiologiya*. 2025; 19(1): 35–44. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2025-19-1-35-44> <https://elibrary.ru/giwxjt> (in Russian)
5. Nartsissova G.P., Gorbatykh Yu.N., Omel'chenko A.Yu. Method for evaluating diastolic function of right ventricle. Patent RF № 2247534; 2005. <https://elibrary.ru/guaphp> (in Russian)
6. Makarenko E.S., Nelasov N.Yu., Bisvas B., Zatonskii S.A., Kharakhashyan A.V., Karkoshka T.A., et al. Diagnostic technique for latent diastolic dysfunction of right ventricular myocardium. Patent RF № 2467695; 2012. <https://elibrary.ru/zgnxxv> (in Russian)
7. Gajfulin R.A., Sumin A.N., Arkhipov O.G. Estimation of right ventricular diastolic function in patients with ischemic heart disease in different age groups. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2016; 12(3): 277–84. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2016-12-3-277-284> <https://elibrary.ru/wckfjl> (in Russian)
8. Cameli M., Sparla S., Focardi M., Righini F.M., Solari M., Alvino F., et al. Evaluation of right ventricular function in the management of patients referred for left ventricular assist device therapy. *Transplant. Proc.* 2015; 47(7): 2166–8. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2015.02.032>
9. Shlyakhto E.V. *Cardiology. National Guidelines [Kardiologiya. Natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. (in Russian)
10. Sumin A.N., Arkhipov O.G. Right ventricular diastolic function in patients with lung diseases in the absence or presence of pulmonary hypertension. *Terapevticheskii arkhiv*. 2017; 89(3): 54–60. <https://doi.org/10.17116/terarkh201789354-60> <https://elibrary.ru/yhifwx> (in Russian)
11. Melentiev A.V., Babanov S.A. Predictors of chronic heart failure in occupational pulmonology. *Terapevt*. 2024; (4): 47–55. <https://doi.org/10.33920/MED-12-2404-06> <https://elibrary.ru/nqsfux> (in Russian)
12. Demidova N.Yu. Diastolic function of the right ventricle in terms of different types of diastolic dysfunction of the left ventricle in patients with arterial hypertension. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya*. 2007; (1): 86–9. <https://elibrary.ru/jisonl> (in Russian)
13. Arkhipov O.G., Sumin A.N. Diastolic dysfunction of the right ventricle in coronary heart disease patients. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2017; 22(3): 37–45. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-3-37-45> <https://elibrary.ru/yhoeyb> (in Russian)
14. Miao Y., Zhang W., Zhong Y., Zhong M., Ma X. Diastolic function of the right ventricle is impaired in experimental type 2 diabetic rat models. *Turk. J. Med. Sci.* 2014; 44(3): 448–53. <https://doi.org/10.3906/sag-1212-1211>
15. Sokmen A., Sokmen G., Acar G., Akcay A., Koroglu S., Koleoglu M., et al. The impact of isolated obesity on right ventricular function in young adults. *Arq. Bras. Cardiol.* 2013; 101(2): 160–8. <https://doi.org/10.5935/abc.20130142>
16. Belenkov Yu.N., Agmanova E.T. Possibilities of tissue doppler echocardiography in diagnosis of right ventricular dysfunction in patients with chronic functional class I–IV heart failure. *Kardiologiya*. 2007; 47(4): 18–21. <https://elibrary.ru/hzdvet> (in Russian)
17. Goloshchapova Yu.V., Logvinova L.V. Evaluation of right ventricular diastolic function in patients with chronic bronchopulmonary pathology. *Innovatsionnaya meditsina Kubani*. 2021; (1): 21–7. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-21-1-21-27> <https://elibrary.ru/Intukm> (in Russian)
18. Aidargalieva N.E., Teleusheva A.Zh. Features of intracardiac hemodynamics disorders in patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated by the chronic pulmonary heart disease development and methods for their medical correction. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*. 2016; 97(3): 400–4. <https://doi.org/10.17750/KMJ2016-400> <https://elibrary.ru/tswbux> (in Russian)
19. Bukhtiyarov I.V., Shestopalov N.V., Vinnikov D.V., Glukhov D.V., Pochtareva E.S., Dgergeniya S.L. State and prospects of hygienic regulation of the production environment with a reduced oxygen content (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(6): 594–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-6-594-597> <https://elibrary.ru/qgfcu> (in Russian)
20. Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Gorokhova L.G., Kizichenko N.V., Zhdanova N.N. Experimental study of the specificity of morphological changes development in internal organs with prolonged exposure to coal-rock dust and sodium fluoride to the body. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(5): 285–94. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-5-285-294> <https://elibrary.ru/akcvek> (in Russian)
21. Strizhakov L.A., Babanov S.A., Borisova D.K., Agarkova A.S., Ostryakova N.A., Kiryushina T.M. Occupational and work-related lesions of the cardiovascular system: problems of causation. *Vrach*. 2020; 31(12): 5–11. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-12-01> <https://elibrary.ru/knuqdd> (in Russian)

Сведения об авторах

Коротенко Ольга Юрьевна, канд. мед. наук, и.о. директора ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», 654041, Новокузнецк, Россия. E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Филимонов Егор Сергеевич, канд. мед. наук, зам. директора по научной работе ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», 654041, Новокузнецк, Россия. E-mail: filimonov_es@nii-kpg.ru

About the authors

Olga Yu. Korotenko, PhD (Medicine), acting director, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7158-4988> E-mail: olgakorotenko@yandex.ru

Egor S. Filimonov, PhD (Medicine), deputy director on science, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-2204-1407> E-mail: filimonov_es@nii-kpg.ru