

УДК 614.2:616.124.2-008.6-071.2:612.275.1
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-9-127-131

**РОЛЬ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ В ВЫЯВЛЕНИИ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ
ДИСФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И ФАКТОРОВ РИСКА
ЕЕ РАЗВИТИЯ У РАБОЧИХ НА УДАЛЕННОМ
ПРОМЫШЛЕННОМ ОБЪЕКТЕ НА ВЫСОКОГОРЬЕ**

А.А. Ашырбаев, И.К. Молдоташев, К.С. Джузумалиева, А.Т. Турусбекова

Аннотация. Исследуется частота возникновения диастолической дисфункции левого желудочка сердца у 511 вахтовых рабочих на удаленном промышленном объекте на высокогорье при проведении регулярного медицинского осмотра. В работе использовались одноканальная электрокардиограмма ЭКГ, стандартная электрокардиограмма ЭКГ, эхокардиография, общий и биохимический анализы крови и клинический осмотр. Результаты исследований выявили диастолическую дисфункцию левого желудочка у 12,7 % обследуемых. Была показана высокая эффективность метода спектрального анализа одноканальной ЭКГ для экспресс-диагностики и мониторинга диастолической дисфункции левого желудочка. Необходимы дальнейшие исследования данной патологии сердца в условиях высокогорья.

Ключевые слова: общественное здоровье и здравоохранение; удаленная медицина; удаленные промышленные объекты; высокогорье; гипоксия; диастолическая дисфункция левого желудочка сердца; спектральный анализ одноканальной ЭКГ; артериальная гипертензия.

**СОЛ КАРЫНЧАНЫН ДИАСТОЛИКАЛЫК ДИСФУНКЦИЯСЫН АНЫКТООДО
МЕДИЦИНАЛЫК ТЕКШЕРҮҮЛӨРДҮН РОЛУ ЖАНА АЛЫСКИ БИЙИК ТООЛУУ
ӨНДҮРҮШ ОБЪЕКТИСИНИН ЖУМУШЧУЛАРЫНДА АНЫН ӨНҮГҮШҮНҮН
ТОБОКЕЛДИК ФАКТОРЛОРУ**

А.А. Ашырбаев, И.К. Молдоташев, К.С. Джузумалиева, А.Т. Турусбекова

Аннотация. Бул макалада бийик тоолуу алыскы өнөр жай объектисинде нөөмөттө иштеген 511 жумушчулардын сол карынчасынын диастоликалык дисфункциясын кезектеги медициналык кароодон өткөрүү учурунда изилденген. Жумушта бир каналдуу ЭКГ, стандарттуу ЭКГ, доплер эхокардиографиясы, жалпы жана биохимиялык кан анализдери жана клиникалык экспертиза колдонулган. Изилдөөлөрдүн натыйжалары субъекттердин 12,7 % сол карынчасынын диастоликалык дисфункциясын аныктаган. Сол карынчасынын диастоликалык дисфункциясын экспресс-диагностикалоо жана мониторинг жүргүзүү үчүн бир каналдуу ЭКГ-спектралдык анализ ыкмасынын жогорку эффективдүүлүгү көрсөтүлдү. Жүрөктүн бул патологиясын андан ары изилдөө керек.

Түйүндүү сөздөр: коомдук саламаттык жана саламаттыкты сактоо; алыскы медицина; алыскы өнөр жай участкактору; бийик тоолуу; гипоксия; жүрөктүн сол карынчасынын диастоликалык дисфункциясы; бир каналдуу ЭКГнын спектралдык анализи; артериялык гипертензия.

THE ROLE OF MEDICAL EXAMINATIONS IN THE DETECTION OF LEFT VENTRICULAR DIASTOLIC DYSFUNCTION AND RISK FACTORS FOR ITS DEVELOPMENT AMONG WORKERS AT A REMOTE INDUSTRIAL FACILITY IN THE HIGHLANDS

A.A. Ashyrbaev, I.K. Moldotashev, K.S. Dzhuzumalieva, A.T. Turusbekova

Abstract. This article examined the incidence of left ventricular diastolic dysfunction in 511 shift workers at a remote industrial facilities in the highlands during a regular medical examination. The work used a single-channel ECG, standard ECG, doppler echocardiography, general and biochemical blood tests and clinical examination. The research results revealed diastolic dysfunction of the left ventricle in 12.7 % of subjects. The high efficiency of the single-channel ECG spectral analysis method for express diagnosis and monitoring of left ventricular diastolic dysfunction was shown. Further research of this cardiac pathology in high altitude conditions is needed.

Keywords: public health and healthcare; remote medicine; remote industrial facilities; high mountains; hypoxia; diastolic dysfunction of the left ventricle of the heart; spectral analysis of a single-channel ECG; arterial hypertension.

Введение. Диастолическая функция левого желудочка (ДФЛЖ) характеризует способность миокарда расширяться и расслабляться. Ее нарушения определяются методом ЭхоДКГ или во время катетеризации сердца. Распространенность ДДЛЖ сердца среди взрослого населения в целом на равнине колеблется от 20 до 36 %. Возраст, коронарная болезнь сердца, артериальная гипертензия (АГ), диабет, болезни почек и другие сопутствующие заболевания могут быть независимыми факторами риска ее развития [1, 2].

В литературе опубликовано всего одно популяционное исследование, в котором изучалась частота встречаемости различных степеней ДДЛЖ сердца в зависимости от высоты над уровнем моря. Установлена положительная связь между высотой проживания и ДДЛЖ сердца (особенно I и II степеней) среди людей, живущих на высотах более 1500 метров над уровнем моря [3]. Имеются данные, что высота 3840 метров была независимым фактором риска ДДЛЖ сердца [4]. Показано также, что даже шесть дней пребывания на высоте 4350 м может привести к ДДЛЖ сердца, причем наибольший эффект наблюдался у 11 испытуемых мужчин уже на вторые сутки [5].

Ограниченное число работ о влиянии высокогорья на развитие ДДЛЖ сердца, а также все усиливающееся освоение высокогорных территорий с целью добычи полезных ископаемых в Кыргызской Республике требуют проведения дальнейших научных исследований в этом направлении [6].

Целью настоящего исследования было изучить частоту развития ДДЛЖ сердца и риск-факторы ее развития у вахтовых рабочих на удаленном промышленном объекте (УПО) в горной местности, а также исследовать возможность применения спектрального анализа ОКЭКГ для экспресс диагностики и мониторинга ДДЛЖ сердца в условиях высокогорья.

Материал и методы. Проведено комплексное клинико-инструментальное обследование 511 работников (493 мужчины и 18 женщин, в возрасте от 32 до 60 лет) на УПО на высоте от 2800 до 3800 метров над уровнем моря. Методы исследования включали клинический осмотр, стандартную и ОКЭКГ, ЭхоДКГ и лабораторно-биохимические анализы (общий анализ крови, сахар крови, липопротеиды высокой и низкой плотности, триглицериды и трансаминазы сыворотки крови). ДДЛЖ сердца определяли методом ЭхоДКГ на аппарате Sono Site Micro Maxx Belse X2 по общепринятой методике. Одновременно у 86 работников определяли ДДЛЖ сердца с помощью датчика ОКЭКГ (DuoEK 118, Lepu Medical) по разработанной нами методике [7, 8].

Результаты исследования. Среди обследованных 511 работников УПО было выявлено 65 человек (12,7 %) с ДДЛЖ сердца, при этом у 62 из них был установлен диагноз «Гипертоническая болезнь I-й стадии, I–II степени». Результаты клинических и ЭхоДКГ исследований показали, что лица с ДДЛЖ сердца по сравнению с контрольной группой (75 человек) без ДДЛЖ были существенно старше по возрасту ($p < 0,000$), у них было достоверно повы-

шено диастолическое артериальное давление ($p < 0,032$), ЭхоДКГ размеры левого желудочка ($p < 0,000$) и левого предсердия ($p < 0,000$).

По лабораторным данным, у исследуемой группы были значимо выше показатели сахара крови ($p < 0,013$), липопротеидов низкой плотности ($p < 0,040$), триглицеридов ($p < 0,000$) и снижено количество липопротеидов высокой плотности ($p < 0,036$). Показатели стандартной ЭКГ в анализируемых группах существенно не отличались. ДДЛЖ сердца, определенная методом спектрального анализа по нашему способу у 86 человек в сравнении с ЭхоДКГ-методом показала высокую чувствительность (0,81) и специфичность (0,97). Прогностическая значимость положительного результата (0,87) и прогностическая значимость отрицательного результата (0,96) также оказались очень высокой.

Обсуждение. Известно, что организм человека во время пребывания в условиях высокогорья испытывает нагрузку прежде всего на сердечно-сосудистую систему, которая приводит в первые дни адаптации к усилению сократительной функции миокарда и ухудшению его диастолического расслабления [9, 10]. Выявлена высокая распространенность и значительная положительная связь между числом метаболических факторов риска и ДДЛЖ среди населения, проживающего на большой высоте, особенно у взрослых среднего возраста [11, 12]. Среди обследованных 511 работников на УПО было выявлено 65 человек (12,7 %) с ДДЛЖ сердца, при этом у 62 из них был установлен диагноз «Гипертоническая болезнь 1-й стадии, I–II степени». Относительно меньшая частота ДДЛЖ у работников УПО на высотах от 2800 до 3800 метров над уровнем моря, по нашему мнению, связана с тем, что при приеме на работу они проходят комплексное медицинское обследование, и лица с явными сердечно-сосудистыми заболеваниями не допускаются к работе в условиях высокогорья. Кроме того, возраст обследованного нами контингента не превышал 60 лет.

Важно отметить, что почти все лица с ДДЛЖ сердца имели начальную и умеренную стадии гипертонической болезни (ГБ), когда подъёмы артериального давления могут быть непостоянными, к тому же рабочие скрывали

этот факт. Высокая распространенность АГ и предгипертонии выявлена и среди работающего населения на больших высотах в Китае, у жителей с очень низким уровнем осведомленности, лечения и контроля [13]. Установлено, что у пациентов с легкой и умеренной АГ систолическое АД в высокогорье повышается более чем на 20 мм рт. ст. [14]. Показано также, что у лиц с АГ при подъеме на большие высоты (5400 метров) происходит дальнейшее повышение АД, которое сохраняется во время пребывания на высоте (12 дней), причем более значительно у пожилых людей [15]. Такие же данные были получены в исследовании HIGHCARE-Andes Lowlanders Study [16] на высоте 3259 метров при суточном мониторинговании АД в Китае у шахтеров на высоте 4500 метров [17].

Важно, что восстановление диастолической функции сердца после кратковременного пребывания (50 дней) на большой высоте (3700 метров) не происходит в течение 15 дней [18]. Высокую восприимчивость людей с АГ к высокогорью объясняют повышением чувствительности периферических и центральных хеморецепторов, а также изменениями в кальциевом обмене [19]. Показано, что пациенты с гипертрофией левого желудочка (ГЛЖ) сердца имели значительно чаще большие размеры левого предсердия и ДДЛЖ сердца, чем пациенты без ГЛЖ сердца [20]. Установлено, что масса миокарда ЛЖ и выраженная ДДЛЖ сердца независимо друг от друга имеют неблагоприятное прогностическое значение для развития хронической сердечной недостаточности у больных с АГ, а выраженная ДДЛЖ сердца более значима для ее развития, чем наличие ГЛЖ сердца [21].

Результаты наших клинических и ЭхоДКГ исследований показали, что лица с ДДЛЖ по сравнению с контрольной группой (75 человек) без ДДЛЖ были существенно старше по возрасту, у них было достоверно повышено диастолическое артериальное давление, размеры левого желудочка и левого предсердия. Показатели стандартной ЭКГ в анализируемых группах существенно не отличались. Следует подчеркнуть, что вышеуказанные ЭхоДКГ параметры в исследуемой группе не превышали общепринятых нормальных значений, но они были значимо

выше, чем в контрольной группе. Это свидетельствует о том, что выявленные изменения носят компенсаторный характер, что подтверждается отсутствием гипертрофии миокарда как по данным ЭКГ, так и по данным ЭхоДКГ и отсутствием клинических симптомов ХСН.

В то же время мы предполагаем, что у части наших работников можно обнаружить «скрытые» признаки диастолической сердечной недостаточности с помощью теста с физической нагрузкой и определением уровня предсердного натрийуретического гормона. Это должно стать предметом отдельного исследования. Важно отметить, что ДДЛЖ сердца возникает задолго до появления ГЛЖ сердца, что подтвердили и наши результаты.

По лабораторным данным, в исследуемой группе были значимо выше показатели сахара крови ($P < 0,013$), липопротеидов низкой плотности ($P < 0,040$), триглицеридов ($P < 0,000$) и снижено количество липопротеидов высокой плотности ($P < 0,036$). Эти показатели в исследуемой группе не выходили за пределы общепринятых нормальных значений, но они были существенно выше, чем в нашей контрольной группе. Мы полагаем, что это можно объяснить возрастной разницей исследуемой и контрольной групп.

Выводы. Полученные нами результаты говорят о необходимости дальнейших исследований для выяснения роли основных и дополнительных факторов, способствующих прогрессированию ДДЛЖ сердца в условиях высокогорья (АГ, высотная гипоксия, легочная АГ, физические нагрузки, холод и др.), что может помочь ее персонифицированной терапии. Учитывая неизбежность перехода ДДЛЖ сердца в стадию клинической диастолической, а затем и систолической ХСН, необходимо мониторировать это состояние у работников высокогорных предприятий с помощью метода, который не требует больших материальных ресурсов.

Высокая чувствительность и специфичность метода спектрального анализа ОЭКГ позволяет рекомендовать предложенный нами способ диагностики ДДЛЖ сердца при проведении регулярных медицинских осмотров.

Поступила: 26.08.24; рецензирована: 09.09.24;
принята: 10.09.24.

Литература

1. Wan S.H., Vogel M.W., Chen H.H. Pre-clinical diastolic dysfunction // *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63: 407–16.
2. Van Riet E.E., Hoes A.W., Wagenaar K.P., Limburg A. et al. Epidemiology of heart failure: the prevalence of heart failure and ventricular dysfunction in older adults over time. A systemic review // *Eur J Heart Fail*. 2016; 18: 242–52. DOI: 10.1002/ejhf.483.
3. Zheng C., Wang X., Tang H., Chen Z. et al. Habitation altitude and left ventricular diastolic function: a population-based study // *J Am Heart Assoc*. 2021 Feb 2; 10(3): e018079. DOI: 10.1161/JAHA.120.018079.
4. Maufrais C., Rupp T., Bouzat P., Doucende G. Heart mechanics at high altitude: 6 days on the top of Europe // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017; 18: 1369–1377 [PubMed].
5. Qi X., Xu S., Ma R., Jiang L. et al. Comparison of echocardiographic parameters in healthy Chinese children born and living at high altitude or at sea-level // *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*. 2015; 43: 774–781 [PubMed].
6. Ашырбаев А.А. Структура основных заболеваний среди персонала на удаленном промышленном объекте в горной местности Кыргызской Республики / А.А. Ашырбаев, Ч.А. Мамбетова, Э.М. Мурзалиев // *Вестник КPCY*. 2024. Т. 24. № 5. С. 184–189. DOI:10.36979/1694-500X-2024-24-5-184-189.
7. Mitchell C., Ranko P.S., Blaurwet L.A., Canaday B. et al. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American society of echocardiography // *J Am Soc Echocardiogr*. 2019 Jan; 32 (1): 1–64. DOI: 10.1016/j.echo.2018.06.004. Epub 2018. Oct 1.
8. Moldotashev I.K., Bogdanov Y.A., Sorokin A.A. Evaluation of the possibility of using spectral analysis of a single-channel ECG for the diagnosis of diastolic dysfunction of the left ventricle of the heart // *Heart, Vessels and Transplantation* 2023; 7: 329–37. DOI: 10.24969/hvt.2023.424.
9. Mehata S., Shrestha N., Ghimire S., Atkins E. et al. Association of altitude and urbanization with hypertension and obesity: Analysis of the Nepal Demographic and Health Survey 2016 // *Int Health*. 2021, Feb 24; 13 (2): 151–160. DOI: 10.1093/inthealth/ihaa034.
10. Mallet R.T., Burtscher J., Richalet J-P., Millet G.P. et al. Impact of High Altitude on Cardiovascular Health: Current Perspectives // *Vasc Health Risk Manag*. 2021; 17: 317–355.

11. Huang X., Hu Y., Du L., Lin X. *et al.* Metabolic syndrome in native populations living at high altitude: a cross-sectional survey in Derong, China // *BMJ Open*. 2020 Jan 6; 10 (1): e032840. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-032840.
12. Zheng C., Chen Z., Zhang L., Wang X. *et al.* Metabolic risk factors and left ventricular diastolic function in middle-aged Chinese living in the Tibetan plateau // *J Am Heart Assoc*. 2019; 8: e010454. DOI: 10.1161/JAHA.118.010454 [Pub Med].
13. Shang Y., Chang C., Zhang J., Jiang Y. *et al.* Prevalence and risk factors associated with hypertension and prehypertension in a working population at high altitude in China: a cross sectional study // *Environment Health Prev Med*. 2017; 22. 19. DOI: 10.1186/s 12199-017-0634-7.
14. Hofstetter L., Scherrer U., Rimoldi S.F. Going to high altitude with heart disease // *Cardiovascular medicine*. 2017; 20 (4): 87–95.
15. Parati G., Bilo G., Faini A., Bilo B. *et al.* Changes in 24 h ambulatory blood pressure and effects of angiotensin II receptor blockage during acute and prolonged high-altitude exposure: Randomized clinical trial // *Eur Heart J*. 2014; 35: 3113–3122.
16. Bilo G., Villafuerte F.C., Faini A., Anza-Ramirez C. *et al.* Ambulatory blood pressure in untreated and treated hypertensive patients at high altitude: the High Altitude Cardiovascular Research-Andes study // *Hypertension*. 2015; 65: 1266–1272.
17. Yang S., Tian C., Yang F., Chen Qi. *et al.* Cardio-respiratory function, resting metabolic rate and heart rate variability in coal miners exposed to hypobaric hypoxia in highland workplace // *Peer J*. 2022, 10: e13899. DOI: 10.7717/peerj.13899.
18. Zhou Q., Yang S., Luo Y., Qi Y. A randomly-controlled study on the cardiac function at the early stage of return to the plains after short-term exposure to high altitude // *PloS ONE*. 2012. v. 7, issue 2, e31097. DOI:10.1371/journal.pone.00311097.
19. Parati G., Agostoni P., Basnyat B., Bilo G. *et al.* Clinical recommendations for high altitude exposure of individuals with pre-existing cardiovascular conditions // *European Heart Journal*. 2018. 0, 1–11. DOI: 10.1093/eurheart/ehx720.
20. Diaz-Lazo A., Barrientos-Huamani C., Cordova-Rosales C. Factors associated with left ventricular hypertrophy in adults living at high altitude city in Peru // *Rev. Fac. Med. Hum. Enero* 2021; 21 (1): 82–89. DOI: 10.25176/RFMH.V21i1.3270.
21. Veber V.R., Rubanova M.P., Zhmaylova S.V., Gubskaya P.M. Heart failure development in patients with arterial hypertension and various variants of heart remodeling // *Cardiovascular therapy and prophylactic*, 2007; 7 (7).