

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-371-374>

УДК 616.1:616.85:613.62

© Коллектив авторов, 2020

Гидаятова М.О., Флейшман А.Н., Мартынов И.Д., Ямщикова А.В.

Динамика показателей variability ритма сердца у шахтеров с профессиональной полинейропатией при проведении клиноортостатической пробы

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», ул. Кутузова, 23, Новокузнецк, Россия, 654041

Введение. Интенсивное развитие угодобычи в Кузбассе способствует росту профессиональной патологии. Производственные факторы приводят к автономной дисрегуляции и повреждению периферических нервов, развитию полинейропатии верхних конечностей. Анализ variability ритма сердца в настоящее время широко используется для определения особенностей вегетативного обеспечения, в условиях клиноортостатической пробы позволяет оценить сохранность вегетативной регуляции, дает возможность прогнозировать течение заболевания.

Цель исследования — изучить динамику показателей variability ритма сердца в условиях клиноортостатической пробы у шахтеров с профессиональной полинейропатией верхних конечностей для оценки характера и уровня вегетативных нарушений.

Материалы и методы. Проводился анализ изменений спектральных и нелинейных показателей variability ритма сердца на этапах выполнения активной клиноортостатической пробы у 40 горнорабочих с установленным диагнозом полинейропатия верхних конечностей и 20 человек, не имеющих вредных профессиональных факторов и симптомов полинейропатии, составивших контрольную группу.

Результаты. У обследуемых с полинейропатией наблюдалось исходное снижение высокочастотных и низкочастотных спектральных показателей variability ритма сердца как признак вегетативной недостаточности. Отсутствие прироста показателя низкой частоты на пробу с активным ортостазом свидетельствует о нарушении реакции симпатического звена, сниженной чувствительности барорецепторов. Изменения спектрального показателя очень низкой частоты variability ритма сердца оставались в диапазоне нормальных значений на всех этапах пробы.

Выводы. Исследование variability ритма сердца на этапах клиноортостатической пробы позволяет определить характер и уровень нарушений вегетативной регуляции у горнорабочих с профессиональной полинейропатией, а также возможности компенсаторных механизмов.

Ключевые слова: variability ритма сердца; клиноортостатическая проба; профессиональная полинейропатия; шахтеры

Для цитирования: Гидаятова М.О., Флейшман А.Н., Мартынов И.Д., Ямщикова А.В. Динамика показателей variability ритма сердца у шахтеров с профессиональной полинейропатией при проведении клиноортостатической пробы. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(6). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-371-374>

Для корреспонденции: Гидаятова Маргарита Олеговна, науч. сотр. лаб. прикладной нейрофизиологии ФГБНУ «НИИ КПППЗ». E-mail: samodurova.margarita@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 30.04.2020 / Дата принятия к печати: 14.05.2020 / Дата публикации: 06.2020

Margarita O. Gidayatova, Arnold N. Fleishman, Ilya D. Martynov, Anastasia V. Yamshchikova

Dynamics of heart rate variability indicators in miners with professional polyneuropathy during clinorthostatic testing

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23, Kutuzova Str., Novokuznetsk, Russia, 654041

Introduction. Intensive development of coal mining in Kuzbass contributes to the growth of professional pathology. Production factors lead to autonomous dysregulation and damage to peripheral nerves, and the development of upper limb polyneuropathy. Analysis of heart rate variability is currently widely used to determine the features of vegetative maintenance, in the conditions of a clinorthostatic test, it allows you to assess the safety of vegetative regulation, and makes it possible to predict the course of the disease.

The aim of the study was to study the dynamics of heart rate variability in clinorthostatic samples in miners with professional upper limb polyneuropathy to assess the nature and level of vegetative disorders.

Materials and methods. The analysis of changes in spectral and nonlinear parameters of heart rate variability at the stages of performing an active clinorthostatic test in 40 miners with the established diagnosis of upper limb polyneuropathy and 20 people who do not have harmful occupational factors and symptoms of polyneuropathy, who made up the control group, was carried out.

Results. The subjects with polyneuropathy had an initial decrease in high-frequency and low-frequency spectral parameters of heart rate variability as a sign of vegetative insufficiency. The absence of an increase in the low frequency index for a sample with active orthostasis indicates a violation of the sympathetic link reaction, reduced sensitivity of baroreceptors. Changes in the spectral index of a very low frequency of heart rate variability remained in the range of normal values at all stages of the test.

Conclusions. The study of heart rate variability at the stages of a clinorthostatic test allows us to determine the nature and level of violations of vegetative regulation in miners with professional polyneuropathy, as well as the possibility of compensatory mechanisms.

Key words: heart rate variability; clinorthostatic sample; professional polyneuropathy; miners

For citation: Gidayatova M.O., Fleishman A.N., Martynov I.D., Yamshchikova A.V. Dynamics of heart rate variability indicators in miners with professional polyneuropathy during clinorhthostatic testing. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(6). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-371-374>

For correspondence: Margarita O. Gidayatova, researcher of applied neurophysiology laboratory of the Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases. E-mail: samodurova.margarita@mail.ru

ORCID: Gidayatova M.A. 0000-0002-8003-036X, Fleishman A.N. 0000-0002-2823-4074, Martynov I.D. 0000-0001-5098-9185, Yamshchikova A.V. 0000-0002-6609-8923

Funding. The study had no funding.

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

Received: 30.04.2020 / Accepted: 14.06.2020 / Published: 06.2020

Введение. Угледобывающая отрасль в Кузбассе интенсивно развивается [1]. Наиболее актуальной и частой профессиональной патологией периферической нервной системы является полинейропатия верхних конечностей [2]. Физические перегрузки, воздействующие на мышцы кистей и предплечий, микротравматизация сенсорных и вегетативных рецепторов ладоней, воздействие вибрации и низких температур играют основополагающую роль в развитии заболевания [3-5]. Производственные факторы приводят к автономной дисрегуляции и повреждению периферических нервов.

Анализ variability ритма сердца (BPC) получил широкое распространение, позволив исследовать особенности вегетативной регуляции [6-9]. В условиях клиноортостатической пробы (КОП) анализ BPC дает возможность определить реактивность автономной нервной системы, что является важной информацией в оценке вегетативного обеспечения организма, прогнозировании развития заболеваний [10-14].

Цель исследования — изучение динамики показателей variability ритма сердца в условиях клиноортостатической пробы у шахтеров с профессиональной полинейропатией верхних конечностей для оценки характера и уровня вегетативных нарушений.

Материалы и методы. Обследованы 40 пациентов клиники ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (НИИ КППГЗ) с установленным диагнозом «полинейропатия верхних конечностей». Возраст обследуемых от 43 до 61 года, стаж работы во вредных условиях от 16 до 40 лет. Контрольную группу составили 20 человек, занимающихся преимущественно умственным и легким физическим трудом и не имеющих вредных профессиональных факторов. Все обследуемые подписали добровольное информированное согласие на обработку персональных данных. Исследование было одобрено биоэтическим ко-

митетом НИИ КППГЗ. Критерии исключения из обеих групп: наличие имплантированного водителя ритма сердца, травм нервов, сахарного диабета, сердечных аритмий.

Исследовались показатели BPC в условиях выполнения активной КОП. Производилась запись ЭКГ во II стандартном отведении с набором 256 интервалов R-R последовательно в положениях: лежа, стоя, лежа. Артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС) фиксировались в начале и в конце каждого этапа.

Анализировались спектральные показатели: VLF (очень низкочастотный диапазон 0,004...0,07 Гц), LF (низкочастотный диапазон 0,08...0,15 Гц), HF (высокочастотный диапазон 0,16...0,5 Гц); нелинейные феномены: аппроксимированная энтропия (ApEn), детрентный флюктуационный анализ (DFA). HF отражает парасимпатическую активность вегетативной нервной системы (диапазон нормальных значений — 15-35 мс²/Гц), LF связан с симпатическим вазомоторным влиянием (в норме 15-30 мс²/Гц), VLF — многокомпонентный показатель, отражающий уровень надсегментарного контроля (диапазон значений в норме 30-130 мс²/Гц) [15]. DFA отражает вагосимпатическое отношение, состояние эйтонии наблюдается в диапазоне 0,75-0,85; о преобладании симпатического влияния свидетельствует увеличение выше 0,85; снижение менее 0,75 указывает на преобладание парасимпатического влияния. Показатель ApEn отражает сложность структуры, снижение ApEn менее 180 свидетельствует о низких ресурсах адаптации, неблагоприятном прогнозе восстановления [15].

Статистическая обработка данных осуществлялась на базе программ Biostat 2006, Statistica v. 10. Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильных интервалов (25/75 процентиля). Оценка значимости парных различий между группами проводилась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни, значимость измене-

Таблица 1 / Table 1

Изменение показателей при выполнении активной ортостатической пробы Changes in indicators when performing an active orthostatic test

Показатель	Основная группа (n=40)		Контрольная группа (n=20)	
	Лежа (1)	Стоя	Лежа (1)	Стоя
VLF	68(35-109)*	47(17-110)	182(64-292)	59(36-131) #
LF	11,1(8,4-19,8)*	5,4(3,3-10,4) #	41(25-76)	36(8,6-60)
HF	3,6(2,5-8,5)*	1,3(0,7-1,8) #	13,8(5,5-29,6)	2(1,3-5,3) #
DFA	0,96(0,9-0,99) *	1,14(1,08-1,16) #	0,74(0,65-0,87)	0,85(0,82-0,93)
ApEnt	204(193-227)	161(145-197) #	225(221-228)	200(181-220) #
ЧСС	65(58-69)	84(72-90) #	66(59-72)	84(79-91) #
САД	126(114-129)	117(110-133)	121(116-129)	123(115-129)
ДАД	79(75-84)	82(76-88) #	78(74-86)	85(82-92) #

Примечания: * — значимость различий по критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$; # — значимость различий по критерию Уилкоксона, $p < 0,05$.

Notes: * — significance of differences according to the Mann-Whitney criterion, $p < 0,05$; # — significance of differences according to the Wilcoxon criterion, $p < 0,05$.

Изменение показателей при выполнении активной клиностатической пробы Changes in indicators when performing an active clinostatic test

Показатель	Основная группа (n=40)		Контрольная группа (n=20)	
	Стоя	Лежа (2)	Стоя	Лежа (2)
VLF	47(17–110)	108(38–243)*	59(36–131)	216(106–245)*
LF	5,4(3,3–18,4)	19,8(9,8–30,4)*	36(8,6–60)	43(22–62)
HF	1,3(0,7–1,8)	6,1(3,6–10,5)*	2(1,3–5,2)	13(9–42)*
DFA	1,14(1,08–1,16)	0,94(0,87–1,02)*	0,85(0,82–0,93)	0,71(0,62–0,81)
ApEnt	161,1(145,1–196,6)	211,6(189,3–224,2)*	200(181–220)	223(220–230)*
ЧСС	83(69–89)	66(59–72)*	82(78–90)	67(59–71)*
САД	120(113–131)	126(119–136)*	125(117–130)	128(119–133)*
ДАД	86(77–89)	81(76–82)*	87(83–93)	81(77–87)*

Примечание: * — значимость различий по критерию Уилкоксона, $p < 0,05$.

Note: # — significance of differences according to the Wilcoxon criterion, $p < 0.05$.

ний в пробе оценивалась с помощью критерия Уилкоксона. Статистически значимыми считались величины при $p < 0,05$.

Результаты. В исходном положении лежа у обследуемых с полинейропатией определялось снижение спектральных показателей HF и LF ($p < 0,05$) как признак вегетативной недостаточности. Увеличение показателя DFA у шахтеров с полинейропатией указывает на симпатическую активацию (табл. 1).

Повышение спектральных показателей VLF и LF в группе контроля в исходном положении лежа можно объяснить эмоциональным напряжением, вызванным проведением обследования. Нормальные значения нелинейных показателей ВРС у обследуемых данной группы свидетельствуют о вегетативном балансе.

После перехода в положение стоя у лиц с полинейропатией наблюдалось выраженное (более чем на 50% от исходных значений) снижение показателей LF и HF спектра ВРС, снижение нелинейного показателя ApEnt ($p < 0,05$). При возврате исследуемых в горизонтальное положение во время клиностатической пробы у обследуемых с полинейропатией спектральные показатели ВРС значимо превысили исходные фоновые значения (табл. 2).

Изменения спектрального показателя VLF спектра на всех этапах пробы в обеих группах обследуемых оставались в диапазоне нормальных значений. Ни в одном случае не наблюдалось развития ортостатической гипотензии и/или тахикардии.

Обсуждение. Динамика показателей ВРС в условиях КОП имеет важное диагностическое и прогностическое значение [15–19]. Наблюдаемое у шахтеров с полинейропатией стойкое снижение спектрального показателя HF являлось характерным для полинейропатии признаком и диагностическим критерием [17,20]. Схожие нарушения определяются, в частности, у больных с диабетической полинейропатией [13,20]. Отсутствие прироста LF-компонента спектра ВРС в ортостазе может свидетельствовать о нарушении реакции симпатического звена, сниженной чувствительности барорецепторов [19].

У обследуемых лиц с полинейропатией отношение LF/HF в ортостазе значимо не изменялось, на симпатическую активацию указывало лишь изменение нелинейного показателя DFA. У здоровых обследуемых при выполнении ортостатической пробы увеличение коэффициента LF/HF говорит об адекватной реакции барорецепторов на нагрузку.

Изменение ЧСС и диастолического артериального давления в обеих группах обследуемых имело однонаправленный характер в виде увеличения показателей при выполнении ортостатической пробы с последующим восста-

нованием до исходных значений в клиностатической фазе. Отмечалось незначительно снижение систолического артериального давления в ортостазе и статистически значимое повышение при возвращении в положение лежа.

Сохранение нормальных значений показателя VLF на всех этапах КОП свидетельствует об участии надсегментарных вегетативных центров в реализации адаптивной реакции [21]. Однако низкие значения нелинейного показателя ApEnt у обследуемых с полинейропатией косвенно указывают на ограничение адаптивных возможностей [6,13].

Выявленные ограничения вегетативной регуляции у лиц с профессионально обусловленной полинейропатией позволяют прогнозировать сердечно-сосудистые заболевания [15]. Серьезным осложнением автономной недостаточности является развитие безболевого формы ишемии миокарда, повышается риск развития внезапной сердечной смерти [15,17,22].

Выводы:

1. Нарушение вегетативной реакции на ортостатическую нагрузку у шахтеров с профессиональной полинейропатией проявляется снижением парасимпатического и симпатического влияний.

2. Снижение спектральных показателей LF и HF вариабельности ритма сердца в ортостазе является признаком нарушения барорецепторной регуляции. Об относительном симпатическом преобладании свидетельствует коэффициент LF/HF, изменения нелинейного показателя DFA вариабельности ритма сердца.

3. Наиболее информативными маркерами оценки вегетативной регуляции на ортостатическую нагрузку являются спектральные показатели LF и HF и нелинейный показатель DFA вариабельности ритма сердца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь–декабрь 2018 года. *Уголь*. 2019; (3): 64–79.
2. Мартынова Н.А., Кислицына В.В. Профессиональная заболеваемость шахтеров (обзор литературы). *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017; (5): 46–52.
3. Гидаятова М.О., Ямщикова А.В., Флейшман А.Н. Клинико-электронейромиографическое исследование у шахтеров с профессиональной полинейропатией верхних конечностей. *Гигиена и сан.* 2019; 98(7): 713–7. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-7-713-717
4. Филимонов С.Н., Панев Н.И. и др. Распространенность соматической патологии у работников угольных шахт с профессиональными заболеваниями органов дыхания. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; (6): 381–4.

5. Гидаятова М.О., Флейшман А.Н., Ямщикова А.В., Мартынов И.Д. Влияние нарушений вегетативной регуляции на развитие профессиональной полинейропатии верхних конечностей у горнорабочих Кузбасса. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(3): 162–6. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-3-162-166
6. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации). *Вестн. аритмологии.* 2001; (24): 65–87.
7. Lombardi F, Sandrone G. et al. Heart rate variability as an index of sympathovagal interaction after myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1987; 60 (16): 1239–45.
8. Lombardi F. Clinical implications of present physiological understanding of HRV components. *Card Electrophysiol Rev.* 2002; 6 (3): 245–9.
9. Сабирьянов А.Р., Ена С.А. и др. Ортогостатическая реакция сосудистого кровообращения у женщин в онтогенезе. *Современные проблемы науки и образования.* 2015; (2): 122.
10. Алейникова Т.В. Вариабельность сердечного ритма (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии.* 2012; (1): 17–23.
11. Кретова И.Г., Ведясова О.А. и др. Анализ и прогнозирование резервных возможностей организма студентов по параметрам вариабельности сердечного ритма. *Гигиена и сан.* 2017; 96(6): 556–61. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-556-561
12. Панков Д.Д., Панкова Т.Б. и др. К вопросу о клинической значимости вегетативной дистонии. *Российский вестник перинатологии и педиатрии.* 2019; 64(4): 210–1.
13. Ямщикова А.В., Флейшман А.Н. и др. Особенности вегетативной регуляции у больных вибрационной болезнью на основе активной ортогостатической пробы. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; (6): 11–4. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-6-11-15
14. Одинак М.М. Методы исследования вегетативной нервной системы. http://psyera.ru/metody-issledovaniya-vegetativnoy-nervnoy-sistemy_9475.htm
15. Флейшман А.Н. *Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики: нелинейные феномены в клинической практике.* 2-е изд. Новосибирск; 2009.
16. Koskinen T, Kähönen M. et al. Short-term heart rate variability in healthy young adults. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical.* 2009; 145 (1–2): 81–8. DOI: 10.1016/j.autneu.2008.10.011
17. Флейшман А.Н., Мартынов И.Д. Определение структуры медленных колебаний сердечного ритма и анализ ее компонентов на фоне функциональных нагрузок. В кн.: *Социально-гигиенические подходы в решении фундаментальных и прикладных проблем современной медицины: М-алы 49-й научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, организация здравоохранения и профпатология» и семинара «Актуальные вопросы современной профпатологии».* Новокузнецк; 2014: 186–9.
18. Куликов В.Ю., Арчибасова Е.А. Фурье-анализ изменения средних интервалов RR (RRNN) у практически здоровых лиц при выполнении клинортогостатической пробы. *Медицина и образование в Сибири.* 2015; (6): 58.
19. Михайлов В.М. *Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения.* Иваново; 2000.
20. Герус А.Ю., Флейшман А.Н. Особенности вариабельности ритма сердца у больных с сахарным диабетом 2 типа. *Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина.* 2010; 8(1): 96–100.
21. Фролов А.В. *Контроль механизмов адаптации сердечной деятельности в клинике и спорте.* Минск: Полипринт; 2011.
22. Бабанов С.А., Бараева Р.А. Механизмы эндотелиального повреждения при сочетанном течении вибрационной болезни и артериальной гипертензии. В кн.: *Сборник материалов юбилейной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 55-летию медико-профилактического факультета УО «БГМУ».* Минск; 2019: 521–7.
3. Gidayatova M.O., Yamshchikova A.V., Fleishman A.N. Clinico-electroneuromyographic study in miners with occupational polyneuropathy of the upper extremities. *Gigiena i sanitariya.* 2019; 98(7): 713–7 (in Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-7-713-717
4. Filimonov S.N., Panev N.I. et al. Prevalence of somatic pathology in coal mine workers with occupational respiratory diseases. *Med. труда i prom. ekol.* 2019; (6): 381–4 (in Russian).
5. Gidayatova M.O., Fleishman A.N., Yamshchikova A.V., Martynov I.D. Influence of violations of autonomic regulation on the development of occupational polyneuropathy of the upper extremities in Kuzbass miners. *Med. труда i prom. ekol.* 2020; 60(3): 162–6. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-3-162-166 (in Russian).
6. Baevskiy R.M., Ivanov G.G. et al. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (guidelines). *Vestnik aritmologii.* 2001; (24): 65–87.
7. Lombardi F, Sandrone G. et al. Heart rate variability as an index of sympathovagal interaction after myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1987; 60(16): 1239–45.
8. Lombardi F. Clinical implications of present physiological understanding of HRV components. *Card Electrophysiol Rev.* 2002; 6(3): 245–9.
9. Sabiryayev A.P., Ena S.A. et al. Orthostatic response of vascular blood circulation in women in ontogenesis. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya.* 2015; (2): 122 (in Russian).
10. Aleynikova T.V. Heart rate variability. *Problemy zdorov'ya i ekologii.* 2012; (1): 17–23. (in Russian).
11. Kretova I.G., Vedyasova O.A. et al. Analysis and prediction of students' body reserve capabilities based on heart rate variability parameters. *Gigiena i sanitariya.* 2017; 96(6): 556–61. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-556-561 (in Russian).
12. Pankov D.D., Pankova T.B. et al. To the question of the clinical significance of vegetative dystonia. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii.* 2019; 64(4): 210–1 (in Russian).
13. Yamshchikova A.V., Fleishman A.N. et al. Features of vegetative regulation in vibration disease patients, studied on basis of active orthostatic test. *Med. труда i prom. ekol.* 2018; (6): 11–4. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-6-11-15 (in Russian).
14. Odnak M.M. Methods of research of the autonomic nervous system. Available at: http://psyera.ru/metody-issledovaniya-vegetativnoy-nervnoy-sistemy_9475.htm (in Russian).
15. Fleishman A.N. *Heart rate variability and slow hemodynamic oscillations: nonlinear phenomena in clinical practice.* 2nd ed. Novosibirsk; 2009 (in Russian).
16. Koskinen T, Kähönen M. et al. Short-term heart rate variability in healthy young adults. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical.* 2009; 145 (1–2): 81–8. DOI: 10.1016/j.autneu.2008.10.011
17. Fleishman A.N., Martynov I.D. The structure determination of slow oscillations of heart rate and the analysis of its components at functional tests In: *Socio-hygienic approaches to solving the fundamental and applied problems of modern medicine. Materials of the 49th scientific and practical conference with international participation "Hygiene, health organization and occupational pathology" and the seminar "Topical issues of modern occupational pathology".* Novokuznetsk; 2014: 186–9 (in Russian).
18. Kulikov V.Yu., Archibasova E.A. Fourier-analysis of change of average intervals rr (rrnn) at almost healthy persons at performing clinorhthostatic test. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri.* 2015; (6): 58 (in Russian).
19. Mikhailov V.M. *Heart rate variability. Experience of practical application.* Ivanovo; 2000 (in Russian).
20. Gerus A.Yu., Fleishman A. N. Features of Heart Rate Variability at Sick with Type 2 Diabetes. *Vestnik NGU. Seriya: Biologiya, klinicheskaya meditsina.* 2010; 8(1): 96–100 (in Russian).
21. Frolov A.V. *Control of mechanisms for adaptation of cardiac activity in the clinical practice and sports.* Minsk: Poliprint; 2011 (in Russian).
22. Babanov S.A., Baraeva R.A. Mechanisms of endothelial damage in the combined course of vibration disease and arterial hypertension. In: *Collection of materials of the anniversary scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 55th anniversary of the faculty of medicine and prevention of UE "BSMU".* Minsk; 2019: 521–7 (in Russian).

REFERENCES

1. Tarazanov I.G. Results of the Russian coal industry in January-December 2018. *Coal.* 2019; (3): 64–79 (in Russian).
2. Martynova N.A., Kisilitsyna V.V. Occupational morbidity of miners (literature review). *Health. Medical ecology. The science.* 2017; (5): 46–52 (in Russian).