

## Постуральные нарушения у пациентов с вибрационной болезнью

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 12-а мкр, 3, г. Ангарск, Иркутская область, Россия, 665827

**Введение.** Вибрационная болезнь (ВБ) является одним из ведущих профессиональных заболеваний. Одним из проявлений данного заболевания при воздействии общей вибрации может быть нарушение равновесия.

**Цель исследования** — выявить нарушения равновесия и причины их возникновения у пациентов с вибрационной болезнью.

**Материалы и методы.** Обследовано 3 группы пациентов. Первая группа — 50 пациентов с диагнозом ВБ, связанная с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации (возраст  $48,7 \pm 3,1$  года); вторая группа — 50 пациентов с диагнозом ВБ, связанная с воздействием локальной вибрации (возраст  $48,9 \pm 2,8$  года); группа контроля — 50 относительно здоровых мужчин, не контактирующих с вибрацией (возраст  $49,1 \pm 2,5$  года). Проведено обследование на электронном стабилометрическом тренажере ST-150 (Биомера, Россия). Пациенты выполняли тест Ромберга, стоя босиком вертикально на стабилометрической платформе с «европейской» установкой стоп. Статистическая обработка результатов проведена при помощи программного пакета «Statistica 10.0» (StatSof, USA, 2011). Методы описательной статистики включали в себя оценку медианы, нижнего и верхнего квартилей. Определение статистической значимости различий проводилось с помощью непараметрического метода по Вилкинсону. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** При анализе полученных стабилометрических показателей установлено, что в первой группе пациентов отмечаются выраженные нарушения равновесия. Причем, по сравнению со второй группой и группой контроля, в фазу закрытых глаз пациентам сложнее удерживать заданную позу, поэтому увеличивается длина статокинезиограммы ( $p = 0,02$  и  $p = 0,005$ ), растет скорость перемещения центра давления ( $p = 0,03$  и  $p = 0,004$ ) и площадь отклонения центра давления ( $p = 0,03$  и  $p = 0,004$ ). При закрывании глаз пациенты прикладывают больше усилий для поддержания равновесия, что сказывается на показателе механической работы ( $p = 0,001$  и  $p = 0,001$ ). При сравнении второй группы с группой контроля по основным стабилометрическим показателям статистически значимой разницы не выявлено.

**Выводы:** В группе пациентов с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, отмечаются выраженные (64%) и умеренные (36%) постуральные нарушения, особенно в фазе закрытых глаз. В группе пациентов с ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации, и в группе контроля нарушения равновесия выявлены у 10% и 6% соответственно. Ведущую роль в возникновении постуральных нарушений у пациентов с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, играет образование очага застойного возбуждения в центрах вибрационной чувствительности. В дальнейшем может происходить распространение импульса на рядом расположенные центры болевой, температурной чувствительности и проприорецепции, что способствует возникновению полиневропатий нижних конечностей и нарушению устойчивости у больных вибрационной болезнью.

**Ключевые слова:** вибрационная болезнь; полиневропатия; стабилометрия; постуральные нарушения

**Для цитирования:** Васильева А.С., Сливницына Н.В., Лахман О.Л. Постуральные нарушения у пациентов с вибрационной болезнью. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (5). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-314-318>

**Для корреспонденции:** Васильева Лариса Сергеевна, аспирант, врач-невролог ФГБНУ ВСИМЭИ. E-mail: [lorik.shalamova@yandex.ru](mailto:lorik.shalamova@yandex.ru).

**Финансирование.** Исследование выполнено за счет бюджетных средств, выделенных ВСИМЭИ в рамках государственного задания.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Larisa S. Vasileva, Natalya V. Slivnitsyna, Oleg L. Lakhman

## Postural disorders in patients with vibration disease

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 3, 12a m/d, Angarsk, Russia, 665827

**Introduction.** Vibration disease (VD) is one of the leading occupational diseases. One of the manifestations of this disease when exposed to general vibration may be a violation of balance.

**The aim of the study** is to identify the imbalance and the causes of their occurrence in patients with vibration disease.

**Materials and methods.** 3 groups of patients were examined. The first group consisted of 50 patients diagnosed with VD associated with combined exposure to local and general vibration (age  $48.7 \pm 3.1$  years); the second group consisted of 50 patients diagnosed with VD associated with exposure to local vibration (age  $48.9 \pm 2.8$  years); the control group consisted of 50 relatively healthy men not in contact with vibration (age  $49.1 \pm 2.5$  years). Survey on electronic stabilometer ST-150 (Biomera, Russia). Patients performed the Romberg test standing barefoot vertically on a stabilometric platform with a “European” stop position. Statistical processing of the results was carried out using the software package “Statistica 10.0” (StatSof, USA, 2011). Methods of descriptive statistics included estimation of median, lower and upper quartiles. The statistical significance of the differences was determined using the nonparametric Wilcoxon method. Differences were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

**Results.** In the analysis of the obtained stabilometric parameters found that in the first group of patients marked imbalance. Moreover, in comparison with the second group and the control group in the phase with eyes closed, patients are more difficult to maintain a given posture, which increases the length of statokinesigram ( $p=0.02$  and  $p=0.005$ ), increasing the speed of movement of the center of pressure ( $p=0.03$  and  $p=0.004$ ) and the square of the deviation of the center of pressure ( $p=0.03$  and  $p=0.004$ ). When closing the eyes, patients put more effort to maintain balance, which affects the rate of mechanical work ( $p=0.001$  and  $p=0.001$ ). When comparing the second group with the control group, no statistically significant difference was found in the main stabilometric indicators.

**Conclusions:** *In the group of patients with VD associated with the combined effects of local and general vibration, marked (64%) and moderate (36%) postural disorders, especially in the phase of closed eyes. In the group of patients with VS associated with local vibration exposure and in the control group, imbalance was detected in 10% and 6%, respectively. The leading role in the occurrence of postural disorders in patients with VD, associated with the combined effects of local and general vibration, plays the formation of a focus of stagnant excitation in the centers of vibration sensitivity. In the future, the pulse can spread to nearby centers of pain, temperature sensitivity and proprioception, which contributes to the emergence of lower limb polyneuropathy and impaired stability in patients with vibration disease.*

**Key words:** *vibrational disease; polyneuropathy; stabilometry; postural disorders*

**For citation:** Vasileva L.S., Slivnitsyna N.V., Lakhman O.L. Postural changes in patients with vibration disease. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (5). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-314-318>

**For correspondence:** Larisa S. Vasileva, post-graduate student, neurologist of East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research. E-mail: [lorik.shalamova@yandex.ru](mailto:lorik.shalamova@yandex.ru)

**Funding.** The study was performed at the expense of budget funds, allocated to East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research in the framework of the state assignment.

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

**Введение.** Вибрационная болезнь (ВБ) является одним из ведущих профессиональных заболеваний и держится на этой позиции уже многие годы. ВБ — это полисиндромальное заболевание, при котором страдают как периферические, так и центральные отделы нервной системы. Основными синдромами при ВБ являются полиневропатия и периферический ангиодистонический синдром [1–4]. Одним из проявлений, сопровождающих полиневропатию при воздействии общей вибрации, является сенситивная атаксия, проявляющаяся постуральной неустойчивостью, особенно с закрытыми глазами [5]. В настоящее время существуют методы качественной и количественной оценки устойчивости пациентов. Наиболее удобным и чувствительным методом можно назвать компьютерную стабилometriю. Она позволяет оценить вклад многих систем организма (опорно-двигательной, нервной, вестибулярной, зрительной, проприоцептивной и других) в поддержание равновесия за несколько минут исследования [6].

**Цель исследования** — выявить нарушения равновесия и причины их возникновения у пациентов с вибрационной болезнью.

**Материалы и методы.** В условиях клиники обследованы 150 человек, разделенных на 3 группы.

В первую группу вошли 50 пациентов с установленным диагнозом ВБ, связанная с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации. По профессии это были машинисты бульдозера, машинисты экскаватора, трактористы; 22 человека с диагнозом ВБ I степени, 28 человек с диагнозом ВБ II степени. Средний возраст составил  $48,7 \pm 3,1$  года.

У пациентов с ВБ I степени отмечались признаки нерезко выраженной вегетативно-сенсорной полиневропатии рук и ног или периферический ангиодистонический синдром; у пациентов с ВБ II степени умеренно выраженная вегетативно-сенсорная полиневропатия рук и ног сочеталась с явлениями ангиодистонии пальцев рук.

Во вторую группу вошли 50 пациентов с установленным диагнозом ВБ, связанная с воздействием локальной вибрации. По профессии это были сборщики-клепальщики, горнорабочие очистного забоя (ГРОЗ); 19 человек с диагнозом ВБ I степени, 31 человек с диагнозом ВБ II степени. Средний возраст составил  $48,9 \pm 2,8$  года.

Клинически у пациентов с ВБ I степени выявлены признаки нерезко выраженной вегетативно-сенсорной полиневропатии рук; у пациентов с ВБ II степени — умеренно выраженная вегетативно-сенсорная полиневропатия рук в сочетании либо с периферическим ангиодистоническим синдромом, либо с остеоартрозом локтевых суставов различной степени выраженности.

В третью группу вошли 50 относительно здоровых мужчин, не контактирующих с вибрацией (средний возраст  $49,1 \pm 2,5$  года).

При отборе пациентов критериями исключения являлись: тяжелая сопутствующая патология, перенесенные черепно-мозговые травмы и инсульты, для исключения синдрома позвоночной артерии проводились рентгенография шейного отдела позвоночника и дуплексное сканирование экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий.

В каждой группе пациентов проводились опрос, объективный и неврологический осмотр, обследование на электронном стабилотренажере ST-150 (Биомера, Россия). Пациенты выполняли тест Ромберга, стоя босиком вертикально на стабилметрической платформе с «европейской» установкой стоп — пятки вместе, носки врозь, руки вдоль тела. На экране, расположенном прямо на уровне глаз на расстоянии 1,5 метра, визуализировалась «метка» на оси координат, соответствующая центру тяжести пациента. В начале теста данную «метку» необходимо было удерживать в выделенной на экране области с открытыми глазами в течение 60 секунд, затем компьютер давал команду закрыть глаза и необходимо было удерживать принятое положение тела с закрытыми глазами в течение 60 секунд [7].

Обследование пациентов проходило в соответствии с этическим стандартом Хельсинкской декларации всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ №266 от 19.06.2003 г. Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка результатов проведена при помощи программного пакета «Statistica 10.0» (StatSof, USA, 2011). Методы описательной статистики включали в себя оценку медианы, нижнего и верхнего квартилей.

Таблица 1 / Table 1

**Сравнение стабилметрических показателей пациентов первой и второй групп, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )**  
**Comparison of stabilometric parameters of patients of the first and second groups, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )**

Параметр	Первая группа	Вторая группа	p
Длина статокинезиограммы с открытыми глазами, мм	403,5 (198,0–89,3)	285,1 (91,1–808,4)	0,005
Длина статокинезиограммы с закрытыми глазами, мм	714,3 (254,6–8896,8)	435,5 (113,9–953,9)	0,02
Скорость перемещения центра давления с открытыми глазами, мм/с	13,5 (6,6–29,6)	9,5 (3,0–26,9)	0,005
Скорость перемещения центра давления с закрытыми глазами, мм/с	18,2 (7,9–43,6)	14,5 (3,8–31,7)	0,03
Площадь отклонения центра давления с открытыми глазами, мм <sup>2</sup>	201,1 (22,9–889,7)	118,3 (14,7–424,8)	0,004
Площадь отклонения центра давления с закрытыми глазами, мм <sup>2</sup>	353,6 (30,2–2534,7)	226,2 (4,3–931,5)	0,03
Максимальная амплитуда колебаний центра давления относительно фронтальной оси с открытыми глазами, мм	8,8 (3,0–19,6)	6,8 (2,1–30,6)	0,003
Максимальная амплитуда колебаний центра давления относительно сагиттальной оси с открытыми глазами, мм	13,5 (5,5–31,6)	10,3 (3,3–32,2)	0,004
Работа с закрытыми глазами, Дж	8,3 (0,9–41,7)	5,4 (0,3–31,2)	0,001

Примечание: p — уровень статистических различий по Вилкинсону.

Note: p is the level of statistical differences for Wilkinson.

Таблица 2 / Table 2

**Сравнение стабилметрических показателей пациентов первой группы и группы контроля, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )**  
**Comparison of stabilometric parameters of patients of the first group and control group, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )**

Параметр	Первая группа	Группа контроля	p
Длина статокинезиограммы с открытыми глазами, мм	403,5 (198,0–889,3)	239,8 (124,9–396,4)	0,001
Длина статокинезиограммы с закрытыми глазами, мм	714,3 (254,6–8896,8)	358,2 (100,3–648,7)	0,005
Скорость перемещения центра давления с открытыми глазами, мм/с	13,5 (6,6–29,6)	7,9 (4,2–13,2)	0,001
Скорость перемещения центра давления с закрытыми глазами, мм/с	18,2 (7,9–43,6)	11,9 (3,3–21,6)	0,004
Площадь отклонения центра давления с открытыми глазами, мм <sup>2</sup>	201,1 (22,9–889,7)	101,7 (9,9–357,7)	0,006
Площадь отклонения центра давления с закрытыми глазами, мм <sup>2</sup>	353,6 (30,2–2534,7)	183,8 (9,3–457,7)	0,004
Максимальная амплитуда колебаний центра давления относительно фронтальной оси с открытыми глазами, мм	8,8 (3,0–19,6)	6,1 (1,5–22,0)	0,001
Максимальная амплитуда колебаний центра давления относительно сагиттальной оси с открытыми глазами, мм	13,5 (5,5–31,6)	9,5 (3,0–22,4)	0,007
Работа с закрытыми глазами, Дж	8,3 (0,9–41,7)	3,0 (0,3–8,9)	0,001

Примечание: p — уровень статистических различий по Вилкинсону.

Note: p is the level of statistical differences for Wilkinson.

Определение статистической значимости различий проводили с помощью непараметрического метода по Вилкинсону. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Пациенты с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации (первая группа), предъявляли жалобы на боли в руках, ногах, чувство онемения рук до средней трети предплечья или плеча, ног до средней трети голени, которые больше беспокоили в ночное время, снижение силы, зябкость рук и ног, некоторые отмечали приступы побеления пальцев рук на холоде. При неврологическом осмотре выявлены: дистальная гипестезия конечностей различного уровня, гипергидроз и гипотермия кистей и стоп, положительные симптомы Паля, «белого пятна» и Боголепова.

Пациенты с ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации (вторая группа), предъявляли жалобы на боли и чувство онемения в руках до средней трети предплечья или плеча, особенно по ночам и во время отдыха, боли и ограничение движений в локтевых суставах различной степени выраженности, зябкость рук, некоторые отмечали приступы побеления пальцев рук на холоде. В неврологическом статусе выявлены: дистальная гипестезия рук

различного уровня, гипергидроз и гипотермия кистей, у некоторых пациентов отмечалось ограничение движений в локтевых суставах при сгибании, разгибании, пронации и супинации, болезненность при движениях в локтевых суставах, а также положительные симптомы Паля, «белого пятна» и Боголепова.

Пациенты третьей группы активно жалоб не предъявляли. В неврологическом статусе отклонений не выявлено.

Всем обследованным была проведена стабилметрия по общепринятой методике. По результатам исследования в первой группе зарегистрированы выраженные (64%) и умеренные (36%) нарушения функции равновесия, во второй группе — у 5 человек (10%) выявлены легкие нарушения функции равновесия, у остальных показатели соответствуют норме; в группе контроля (ГК) — у 3 человек (6%) выявлены легкие нарушения функции равновесия, у остальных обследованных показатели функции равновесия соответствовали норме.

При анализе полученных стабилметрических показателей установлено, что в первой группе, по сравнению со второй, в фазу закрытых глаз пациентам сложнее удерживать заданную позу, поэтому увеличивается длина статокинезиограммы, растет скорость перемещения центра давле-

ния (ЦД) и площадь отклонения ЦД. При закрывании глаз пациенты прикладывают больше усилий для поддержания равновесия, что сказывается на показателе механической работы (табл. 1).

При сравнении первой группы с ГК также отмечают более высокие показатели длины статокинезиограммы, скорости перемещения ЦД, площади отклонения ЦД, максимальной амплитуды колебания ЦД по плоскостям, выполненной работы, особенно в фазу закрытых глаз (табл. 2).

При сравнении второй группы с группой контроля по основным стабилметрическим показателям статистически значимой разницы не выявлено.

**Обсуждение.** Как известно, в поддержании равновесия участвует несколько систем. При сравнении трех групп обследованных установлено, что постуральные нарушения у пациентов с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, вызваны снижением проприоцепции нижних конечностей, т. е. нарушения равновесия более выражены в фазу закрытых глаз. Подобные нарушения у пациентов с ВБ описаны Непершиной О.П. и Сушинской Т.М. с соавторами в ряде работ [8,9].

Известно, что все чувствительные проводящие пути проходят в составе медиальной и латеральной петель через ядра таламуса в свой корковый центр в постцентральной извилине. Затем, по эфферентным путям, в обратном направлении достигают органов-мишеней (зон воздействия локальной и общей вибрации) [10,11]. Длительное патологическое воздействие вибрации на организм может способствовать возникновению очагов застойного возбуждения в спинномозговом, таламическом и корковом центрах вибрационной чувствительности. При развитии заболевания патологическое возбуждение распространяется на рядом расположенные центры болевой и температурной чувствительности, проприорецепции, что в данном случае предполагает появление постуральных нарушений у пациентов.

#### Выводы:

1. В группе пациентов с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, отмечаются выраженные (64%) и умеренные (36%) постуральные нарушения, особенно в фазу закрытых глаз.

2. В группе пациентов с ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации, и пациентов группы контроля нарушения равновесия выявлены у 10% и 6% соответственно.

3. Ведущую роль в возникновении постуральных нарушений у пациентов с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, играет образование очага застойного возбуждения в центрах вибрационной чувствительности. В дальнейшем может происходить распространение импульса на рядом расположенные центры болевой, температурной чувствительности и проприорецепции, что способствует возникновению полиневропатий нижних конечностей и нарушению устойчивости у больных с вибрационной болезнью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азовскова Т.А., Вакурова Н.В., Лаврентьев Н.Е. О современных аспектах диагностики и классификации вибрационной болезни. *Русский медицинский журнал*. 2014; 16: 1206–19.
2. Попова А.Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 3: 7–13.
3. Картапольцева Н.В. Общие закономерности поражения центральной и периферической нервной системы при

действии физических факторов (локальной вибрации и шума) на организм работающих. *Бюллетень ВШЦ СО РАМН*. 2012; 2: 40–4.

4. Sauni R, Toivo P, Paakkonen R. Work disability after diagnosis of hand — arm vibration syndrome. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2015; 88: 1061–68.

5. Scoppaa F., Capra R., Gallamini M., Shiffer R. Clinical stabilometry standardization. Basic definitions — Acquisition interval — Sampling frequency. *J. Gait and Posture*. 2013; 2: 290–292.

6. Edouard P., Gasq D., Calmels P., Degache F. Sensorimotor control deficiency in recurrent anterior shoulder instability assessed with a stabilometric force platform. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2014; 3: 355–60.

7. Masahiko Y., Kazuo I., Mitsuhiro A., Keisuke M., Yatsuji I., Masatsugu A., Hideo SH., Toshiaki Y., Chisato F., Toshihisa M., Tomoe Y. Japanese standard for clinical stabilometry assessment: Current status and future directions. *Auris Nasus Larynx*. 2018; 45(2): 201–206. DOI: /10.1016/j. anl. 2017.06.006

8. Непершина О.П., Лагутина Г.Н., Кузьмина А.П., Скрыпник О.В., Рябинина С.Н., Лагутина А.П. Современный подход к оценке сенсорных нарушений при полиневропатии вибрационного генеза. *Мед. труда и пром. экол.* 2016; (6):37–42.

9. Сушинская Т.М., Рыбина Т.М., Кардаш О.Ф., Марьенко И.П., Кругликова М.А. Возможности стабилграфического исследования для оценки устойчивости вертикальной позы у работников, занятых в условиях воздействия производственной вибрации. *Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники*. 2016; 7(101): 350–353.

10. Бабанов С.А., Татаровская Н.А. Вибрационная болезнь: современное понимание. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2013; 8: 51–63.

11. Бабанов С.А., Татаровская Н.А. Вибрационная болезнь: современное понимание и дифференциальный диагноз. *Русский медицинский журнал. Медицинское обозрение*. 2013; 35: 1777–84.

#### REFERENCES

1. Azovskova TA, Vakurova NV, Lavrent'ev NE. On modern aspects of diagnosis and classification of vibration disease. *Russkij medicinskij zhurnal*. 2014; 16: 1206–1209 (In Russian).
2. Popova AYU. Working conditions and occupational morbidity in the Russian Federation. *Med. truda i ekologiya cheloveka*. 2015; 3: 7–13 (In Russian).
3. Kartapoltseva NV. Common regularities in disorders of central and peripheral nervous system at the influence of physical factors (local vibration and noise) on employees' organisms. *Bull. VSNC SO RAMN*. 2012; (2): 40–4 (In Russian).
4. Sauni R, Toivo P, Paakkonen R. Work disability after diagnosis of hand — arm vibration syndrome. *International Archives of Occ. and Environmental Health*. 2015; 88: 1061–68.
5. Scoppaa F., Capra R., Gallamini M., Shiffer R. Clinical stabilometry standardization. Basic definitions — Acquisition interval — Sampling frequency. *J. Gait and Posture*. 2013; 2: 290–92.
6. Edouard P., Gasq D., Calmels P., Degache F. Sensorimotor control deficiency in recurrent anterior shoulder instability assessed with a stabilometric force platform. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2014; 3: 355–60.
7. Masahiko Y., Kazuo I., Mitsuhiro A., Keisuke M., Yatsuji I., Masatsugu A., Hideo SH., Toshiaki Y., Chisato F., Toshihisa M., Tomoe Y. Japanese standard for clinical stabilometry assessment: Cur-

rent status and future directions. *Auris Nasus Larynx*. 2018; 45(2): 201–206. DOI:/10.1016/j. anl. 2017.06.006.

8. Nepershina O.P., Lagutina G.N., Kuzmina L.P., Skrypnik O.V., Ryabinina S.N., Lagutina A.P. Contemporary approach to evaluation of sensory disorders in polyneuropathy due to vibration. *Med. truda i prom ekol.* 2016; 6: 37–42 (In Russian).

9. Sushinskaya T.M., Rybina T.M., Kardash O.F., Mar'enko I.P., Kruglikova M.A. Stabilographic study to assessment of the vertical posture stability in vibration-exposed workers. *Doklady BGUIR.* 2016; 7: 350–53 (In Russian).

10. Babanov S.A., Tatarovskaya N.A. Vibration disease: modern understanding. *Vestnik nevrologii, psikiatrii i neirohirurgii.* 2013; 8: 51–63 (In Russian).

11. Babanov S.A., Tatarovskaya N.A. Vibration disease: modern understanding and differential diagnosis. *Russkij medicinskij zhurnal. Medicinskoe obozrenie.* 2013; 35: 1777–1784 (In Russian).

Дата поступления / Received: 05.04.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 29.04.2019

Дата публикации / Published: 05.2019