

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-2-58-73

УДК 612.766



Научная статья | Физиология

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ПОСТУРАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ

*Т.П. Ширяева, Д.М. Федотов, И.Н. Крайнова,
Ф. Рамирез Наварро*

Обоснование. Сохранность постурального баланса позволяет пожилым оставаться мобильными и вести активный образ жизни. Имеются данные о вкладе ВНС в обеспечение координации постуральных реакций и поддержание постуральной устойчивости у молодых лиц. Однако аналогичных данных для пожилых недостаточно и этот вопрос требует дополнительного изучения.

Цель. Выявить особенности функционирования ВНС у лиц пожилого возраста с постуральной нестабильностью.

Материалы и методы. У 120 женщин 60-74 лет провели анкетирование, антропометрию, оценку динамического компонента постурального баланса методом стабилотрии и вариабельности сердечного ритма методом кардиоинтервалографии. В группу исследования вошли пожилые с постуральной нестабильностью (60 человек), в группу контроля – 60 женщин, не отмечавших таких фактов. Анализ данных выполнен с помощью «SPSS 27.0».

Результаты. Состояние постурального баланса в группе исследования характеризовалось снижением скорости ходьбы ($p=0,008$) и индекса подъема при движении с правой ноги ($p=0,016$), увеличением скорости колебания ЦМТ в фазе подъема ($p=0,047$), колебаний центра тяжести ($p<0,001$; $p=0,003$) и времени поворота ($p=0,44$; $p=0,36$) при движении с левой и правой ног.

Заключение. Полученные результаты демонстрируют снижение качества и эффективности регуляции постурального баланса у женщин пожилого возраста с постуральной нестабильностью. Мы не выявили значимых различий показателей, характеризующих активность различных отделов ВНС в зависимости от фактов постуральной нестабильности.

Ключевые слова: постуральная нестабильность; динамический компонент; постуральный баланс, вегетативная нервная система

Для цитирования. Ширяева Т.П., Федотов Д.М., Крайнова И.Н., Рамирез Наварро Ф. Функциональное состояние вегетативной нервной системы у лиц пожилого возраста с постуральной нестабильностью // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023. Т. 15, №2. С. 58-73. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-2-58-73

Original article | Physiology

FUNCTIONAL STATE OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN ELDERLY PERSONS WITH POSTURAL INSTABILITY

*T.P. Shiryayeva, D.M. Fedotov, I.N. Krainova,
F. Ramirez Navarro*

Background. Preservation of postural balance allows the elderly people to remain mobile and lead an active lifestyle. There is evidence of the contribution of the ANS to the coordination of postural responses and the maintenance of postural stability in young adults. However, similar data for the elderly is not enough and this issue requires further study.

Purpose. To reveal the peculiarities of ANS functioning in elderly people with postural instability.

Materials and methods. In 120 women aged 60-74 years, a survey, anthropometry, assessment of the dynamic component of postural balance by stabilometry and heart rate variability by cardiointervalography were performed. The study group included elderly people with postural instability (60 people), the control group included 60 women who did not report such facts. Data analysis was performed using "SPSS 27.0".

Results. The state of postural balance in the study group was characterized by a decrease in walking speed ($p = 0.008$) and a rise index when moving from the right leg ($p = 0.016$), an increase in the speed of oscillations of the center of body mass in the lifting phase ($p = 0.047$), oscillations of the center of gravity during rotation when moving on the left ($p < 0.001$) and right ($p = 0.003$) legs, turn time when moving on the left ($p = 0.44$) and right ($p = 0.36$) legs.

Conclusion. The results demonstrate a decrease in the quality and efficiency of postural balance regulation in elderly women with postural instability. We did not reveal any significant differences in the indicators characterizing the activity of different parts of the ANS depending on the facts of postural instability.

Keywords: *postural instability; dynamic component; postural balance; autonomic nervous system*

For citation. *Shiryayeva T.P., Fedotov D.M., Krainova I.N., Ramirez Navarro F. Functional State of the Autonomic Nervous System in Elderly People with Postural Instability. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2023, vol. 15, no. 2, pp. 58-73. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-2-58-73*

Обеспечение постуральной устойчивости является необходимым компонентом повседневного функционирования человека. Способность поддержания равновесия динамически изменяется в течение жизни и зависит от эффективности совместной работы опорно-двигательной и сенсорной систем, координируемых в свою очередь нервной системой [3, 4, 8].

Сохранность постурального баланса, определяемого как способность организма удерживать тело в вертикальном положении в покое, при ходьбе и других двигательных актах у пожилых людей обеспечивает возможность оставаться мобильными, вести активный образ жизни и быть интегрированными в социум. При этом с возрастным отмечается нарастающее снижение мышечной силы и осанки, нарушение когнитивных функций и снижение двигательных реакций, ухудшение зрительной и вестибулярной систем снижает чувство ориентации и осознание тела, что увеличивает время двигательной реакции и влияет на координацию движений. Случаи постуральной нестабильности и их следствия – падения встречаются у 15–36% пожилых являются значительным фактором риска, способным привести к травмам и ограничению подвижности [5, 6, 18].

Одним из факторов, определяющих качество поддержания постуральной устойчивости, является эффективность функционирования вегетативной нервной системы (ВНС). Известно, что мышечная и вегетативная нервная системы у человека имеют значительные компенсаторные возможности, и при длительных перегрузках постуральное перепрограммирование протекает постепенно [6, 11, 19, 27]. Однако в результате воздействия экзогенных и эндогенных факторов механизмы адаптации не могут компенсировать постуральное равновесие, возникает «синдром постурального дефицита», что в свою очередь приводит к дисбалансу вегетативной нервной системы [15, 17, 23].

О вкладе ВНС в координацию постуральных реакций в случае нарушения вертикальной устойчивости свидетельствует ряд исследований. Так в работах иностранных коллег отмечено усиление активности симпатического отдела ВНС как следствие возникновения постуральной нестабильности,

что рассматривается авторами как индикатор участия ВНС в поддержании постурального баланса [16]. Исследования также демонстрируют вклад ВНС в обеспечение координации постуральных реакций и поддержание постуральной устойчивости [21]. Однако данных, характеризующих участие ВНС в поддержании постурального баланса у пожилых людей с учетом комплекса физиологических изменений, происходящих в данном возрасте, недостаточно и данный вопрос требует дополнительного изучения.

Целью данной работы является выявление особенностей функционирования ВНС у лиц пожилого возраста с постуральной нестабильностью.

Материалы и методы

В нашем исследовании приняли участие 120 женщин в возрасте 60-74 года. Для каждой из участниц были проведены: анкетирование для сбора анамнеза и изучения частоты падений, оценка антропометрических характеристик, анализ динамического компонента постурального баланса и вариабельности сердечного ритма. В рамках анкетирования проводился опрос о текущем состоянии здоровья, уточнялось наличие заболеваний (как острых, так и хронических), выявлялись противопоказания к проведению исследования и формировались критерии включения и исключения в исследование. К числу критериев исключения мы относили наличие в анамнезе острого нарушения мозгового кровообращения, черепно-мозговых травм, острого инфаркта миокарда, хронической сердечной недостаточности, нарушений ритма сердца выше 3-го класса по Ryan и Lown, психиатрических заболеваний, признаков старческой деменции. Все участники исследования предоставили добровольное информированное согласие на медицинские вмешательства и обработку персональных данных.

Также в рамках анкетирования уточнялись факты наличия постуральной нестабильности, под которыми мы рассматривали ситуацию, при которой происходит непреднамеренное пребывание человека на земле или на полу или другой поверхности, находящейся ниже первоначального его положения. На основании полученных данных всех участниц исследования разделили на группу исследования, сообщивших об 1 и более фактах постуральной нестабильности за последний год численностью 60 человек. Контрольную группу включила 60 женщин, не отмечавших случаев постуральной нестабильности.

Антропометрические показатели (длина и масса тела) оценивались с помощью стандартизированного инструментария с дальнейшим расчетом индекса массы тела.

В рамках оценки динамического компонента постурального баланса была проведена компьютерная стабилметрия в рамках выполнения следующих проб: «Подъем из положения сидя», «Простая ходьба», «Тандемная ходьба», «Шаг – быстрый поворот», «Шаг – перешагивание». Перед началом исследования все участницы были ознакомлены с методикой выполнения тестов путем просмотра видео инструкций и дополнительного разъяснения уточняющих вопросов, если они возникали.

Функционирование ВНС оценивали методом кардиоинтервалографии по стандартизированной методике в течение 5 минут после предварительного 10-минутного отдыха в горизонтальном положении. Для анализа использовали спектральные показатели variability сердечного ритма.

Статистический анализ полученных данных выполнялся с помощью «SPSS 27.0». Проверка распределения данных на соответствие закону нормального распределения осуществлялась с помощью критерия Шапиро-Уилка, описательная статистика случае распределения отличающегося от нормального представлена медианными значениями показателей (Me) и межквартильным размахом (Q1-Q3). Значимость различий количественных данных оценивали согласно критерию U Манна-Уитни, качественных – критерия χ^2 . Критический уровень значимости принимался при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Сформированные нами группы исследования и контроля были сопоставимы и не имели статистически значимых различий по следующим показателям: календарный возраст ($p=0,607$), длина тела ($p=0,181$), масса тела ($p=0,908$), индекс массы тела ($p=0,652$). Так, медианный возраст в группе исследования составил 65,0 (62,0-69,8) лет, а в группе контроля 65,0 (62,0-68,0) лет соответственно.

Оценка постурального баланса выявила статистически значимые различия между группами при выполнении таких проб как «Подъем из положения сидя», «Тандемная ходьба», «Шаг – быстрый поворот», «Шаг – перешагивание», при этом наибольший объем различий отмечался в пробе «Шаг – быстрый поворот» (рис. 1). Полученные результаты наглядно демонстрируют снижение качества и эффективности регуляции постурального баланса у женщин пожилого возраста с постуральной нестабильностью.

При более детальном анализе полученных результатов следует отметить, что в повседневной активности выполнение подъемов из положения сидя является одним из наиболее частых двигательных актов.

Возрастные изменения компонентов опорно-двигательного аппарата, встречающиеся у значительной части пожилых людей, в свою очередь являются факторами, лимитирующими выполнение данной пробы. Полученные результаты свидетельствуют о значимом снижении скорости колебания ЦМТ в фазе подъема.

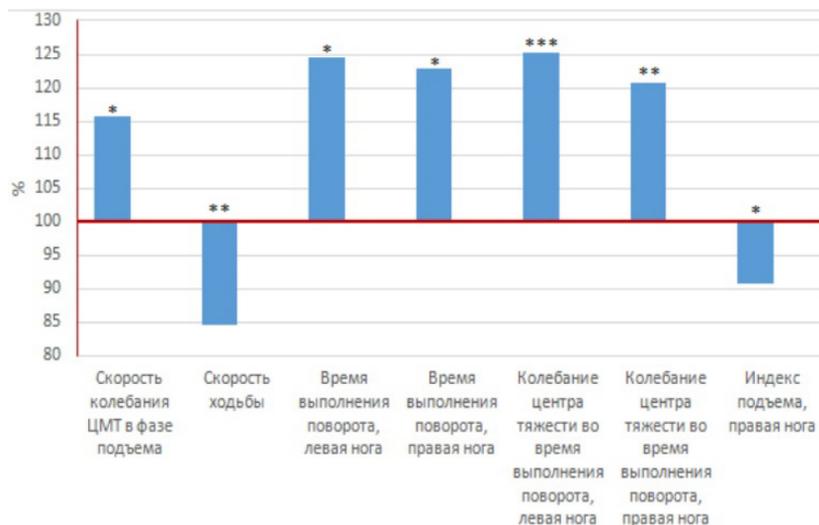


Рис. 1. Показатели динамического компонента пострального баланса у пожилых женщин с постральной нестабильностью.

Примечания: за 100 % приняты значения соответствующих показателей в контрольной группе; звездочками обозначена статистическая значимость различий показателей в исследуемой и контрольной группах * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Тандемная ходьба является достаточно простым и эффективным способом оценки состояния пострального баланса и может быть использована для диагностики постральной нестабильности и синдрома падений [7, 20]. Результаты нашего исследования так же демонстрируют снижение скорости ходьбы в группе лиц с постральной нестабильностью, что свидетельствует об ухудшения управления постральным балансом в данной группе.

Наибольший объем различий выявлен при выполнении пробы «Шаг – быстрый поворот», связанной с необходимостью выполнения изменения направления движения центра тяжести без ущерба для стабильности положения тела в пространстве. Качество данной пробы в значительной степени определяется эффективностью функционирования зрительного

и вестибулярного анализаторов, подверженных значимым возрастным изменениям [26]. Таким образом, можно констатировать, что у пожилых с постуральной нестабильностью ухудшение реализации сложных двигательных актов может быть следствием снижения у них зрительной и вестибулярной информации в контроле над балансом, неэффективности стабилизации головы и тела при ходьбе, особенно при резких разворотах, дисфункции опорно-двигательного аппарата.

Проведение сравнительного анализа функционального состояния ВНС не выявило статистически значимых различий в сравниваемых группах по всем изучаемым показателям (табл. 1).

Таблица 1.

**Показатели вариабельности сердечного ритма у женщин
пожилого возраста (Ме, Q1-Q3)**

Показатель	Группа исследования	Группа контроля	P
TP (мс ²)	1720,5 (695,2-5236,1)	1334,3 (571,3-4587,0)	0,378
LF/HF (y.e.)	0,62 (0,45-1,05)	0,58(0,45-0,82)	0,264
VLF(%)	23,2 (14,7-53,8)	27,5 (15,4-41,8)	0,838
LF(%)	25,9 (20,5-30,1)	26,2 (19,6-29,9)	0,941
HF (%)	45,0 (23,4-55,6)	48,3 (32,8-56,6)	0,372

Примечание: p – уровень статистической значимости различий.

Известно, что симпатический отдел ВНС связан со срочными реакциями организма на внешние возмущающие факторы. Выполнение двигательных актов и связанное с этим изменение положение тела в пространстве может в определенной степени рассматриваться как внешний возмущающий фактор, эффективность реагирования на который опосредуется функциональным состоянием ВНС [1, 2, 22]. В работе иностранных исследователей выявлено усиление активности симпатического отдела ВНС в ситуации постуральной нестабильности, что расценивается авторами как индикатор участия ВНС в постуральном балансе [16]. При этом показано, что для группы лиц с высоким риском ситуаций постуральной нестабильности характерен высокий порог активации ВНС, что может снижать эффективность реализации постуральных реакций [9, 13, 25].

В данном исследовании мы не выявили наличие статистически значимых различий в показателях, характеризующих активность различных отделов ВНС в зависимости от фактов постуральной нестабильности. Данный факт может быть связан с рядом причин. Так в проведенных ранее исследованиях оценка вклада вегетативной регуляции в постуральный

баланс проводилась в ситуациях значительной постуральной нестабильности, однако тесты для оценки состояния постурального баланса, предлагаемые участникам нашего исследования, имитировали повседневную двигательную активность и не приводили к значительной постуральной нестабильности. Соответственно, отсутствие значимых различий в сравниваемых группах может иллюстрировать низкую вовлеченность ВНС в поддержание постурального баланса в условиях повседневной активности без сильных возмущающих воздействий. Также известно, что с возрастом происходит значительное снижение интенсивности симпатических и парасимпатических реакций [10, 12, 24]. В связи с этим в рамках данной выборки пожилых лиц, ожидаемые различия активности отделов ВНС также могли быть нивелированы её возрастными изменениями.

Заключение

Глобальный тренд к старению населения диктует всю большую необходимость детального изучения функционального состояния организма лиц пожилого возраста. В рамках исследования нами продемонстрировано наличие статистически значимого снижения качества выполнения пожилыми женщинами с постуральной нестабильностью таких тестов как «Подъем из положения сидя», «Тандемная ходьба», «Шаг – быстрый поворот», «Шаг – перешагивание». Таким образом, мы можем констатировать более низкое качество реализации сложных двигательных актов в данной группе. При этом сохранение активного долголетия в значительной степени зависит от качества постурального баланса и факторов его определяющих. Для пожилых лиц, отмечающих случаи постуральной нестабильности, крайне актуальными становятся программы реабилитации, связанные с улучшением динамического компонента постурального баланса, позволяющие в значительной степени снизить риски падений.

Вместе с этим в группе исследования по сравнению с контрольной не выявлено значимых различий в функционировании симпатического и парасимпатического отдела ВНС, что может демонстрировать незначительную роль ВНС в поддержании постурального баланса при отсутствии ситуаций постуральной нестабильности. Также отсутствие значимых различий могло быть вызвано комплексом иных факторов, таких как достаточно высокий средний возраст участниц исследования, наличия у части из них заболеваний сердечно-сосудистой системы и как следствие, приемом соответствующих лекарственных препаратов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук в рамках научного проекта № МК-4405.2022.1.4. А также при поддержке научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

Список литературы

1. Мелькова Л.А., Федотов Д.М. Состояние вегетативной регуляции ритма сердца при пассивном ортостазе у женщин пожилого и старческого возраста // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015. № 2. С. 44-52.
2. Писарук А. В. Количественная оценка эффективности барорефлекторной регуляции сердечного ритма при старении // Проблемы старения и долголетия. 1998. №2. С. 108–112.
3. Ширияева Т.П., Грибанов А.В., Федотов Д.М., Румянцева О.А. Оценка параметров динамического компонента постурального баланса у женщин пожилого возраста // Якутский медицинский журнал. 2020. № 4 (72). С. 27-31.
4. Ширияева Т.П., Федотов Д.М. Рекомендации по оценке динамического компонента постурального баланса у женщин пожилого возраста // Архангельск. 2020. С. 23.
5. Ширияева Т.П., Федотов Д.М., Грибанов А.В., Панков М.Н., Соколова Л.В. Возрастные изменения динамического компонента вертикальной устойчивости у женщин 60-74 лет // Успехи геронтологии. 2021. Т. 34. № 2. С. 300-305.
6. Ширияева Т.П., Федотов Д.М., Дерябина И.Н., Грибанов А.В. Ходьба и когнитивные нарушения у женщин пожилого возраста // Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации Федерации специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. 2022. Т. 10. № S2S1. С. 40-42.
7. Ang S. G. M., O'Brien A. P., Wilson A. Carers' concern for older people falling at home: An integrative review // Singapore Medical Journal, 2020, vol. 61, pp. 272-280.
8. Bhangu J., King-Kallimanis B.L., Donoghue O. A., Carroll L., Kenny R. A. Falls non-accidental falls and syncope in community-dwelling adults aged 50 years and older: Implications for cardiovascular assessment // PLoS ONE, 2017, vol. 12, pp. e018099.
9. Catai A.M., Pastre C.M., Godoy M.F., Silva E.D., Takahashi A.C.M., Vanderlei L.C.M. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures // Brazil Journal Physiotherapy, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 91-102.

10. Dalise A.M., Prestano R., Fasano R., Gambardella A., Barbieri M., Rizzo M.R. Autonomic Nervous System and Cognitive Impairment in Older Patients: Evidence from Long-Term Heart Rate Variability in Real-Life Setting // *Frontiers Aging Neuroscience*, 2020, vol. 12, no. 40. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00040>
11. Duray M., Genc A. The relationship between physical fitness and falling risk and fear of falling in community-dwelling elderly people with different physical activity levels // *Turkish Journal of Medical Science*, 2017, vol. 47, pp. 455-462.
12. Espinoza-salinas A., Molina-sotomayor E., Cano-montoya J., Gonzalez-jurado J. A. Is active lifestyle related to autonomic nervous system function and lipid profile in people with overweight? // *Sustainability*, 2021, vol. 12, pp. 1-11.
13. Furtado H. L., Sousa N., Simao R., Pereira F. D., Vilaca-Alves J., “Physical exercise and functional fitness in independently living vs institutionalized elderly women: A comparison of 60-to 79-year-old city dwellers” // *Clinical Interventions in Aging*, 2015, vol. 10, pp. 795-801.
14. Goh H., Ng S. C., Kamaruzzaman S. B., Chin A. V., Tan M. P. Standing beat-to-beat blood pressure variability is reduced among fallers in the Malaysian Elders Longitudinal Study // *Medicine (United States)*, 2017, vol. 96, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000008193>
15. Hu M. X., Lamers F., De Geus E. J. C., Penninx B. W. J. H. Influences of lifestyle factors on cardiac autonomic nervous system activity over time // *Preventive Medicine*, 2017, vol. 94, pp. 12-19.
16. Maki B. E., Mellroy W. E. Influence of arousal and attention on the control of postural sway // *J. Vestib. Res.*, 1996, vol. 6, pp. 53–59.
17. Nascimento R. D., Viana A., Sartori M., Zaffalon Junior J. R., Dias D. da S. et al. Sedentary lifestyle in adolescents is associated with impairment in autonomic cardiovascular modulation // *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 2019, vol. 25, pp. 191-195.
18. Pirrie M., Saini G., Angeles R., Marzanek F., Parascandalo J., Agarwal G. Risk of falls and fear of falling in older adults residing in public housing in Ontario Canada: Findings from a multisite observational study // *BMC Geriatrics*, 2020, vol. 20, pp. 1-8.
19. Shahimi N. H., Goh C. -H., Tan M. P., Lim E. Association between Physical Performance and Autonomic Nervous System in Elderly Fallers // 2021 IEEE National Biomedical Engineering Conference (NBEC), 2021, pp. 131-135.
20. Shahril N., Shahein N. A., Yoep N., Mahmud N. A., Sooryanarayana R., Tan M. P. et al. Prevalence and factors associated with falls among older persons in Malaysia // *Geriatrics & Gerontology International*, 2020, vol. 20, pp. 33-37.

21. Sibley K. M., Mochizuki G., Lakhani B., McIlroy W. E. Autonomic contributions in postural control, a review of the evidence // *Rev. Neurosci*, 2014, vol. 25, pp. 687–697.
22. Soares-Miranda L., Sattelmair J., Chaves P., Duncan G. E., Siscovick D. S., Stein P. K., et al. Physical activity and heart rate variability in older adults: The cardiovascular health study // *Circulation*, 2014, vol. 129, pp. 2100-2110.
23. Takeda J. R. T., Matos T. M., de Souza-Talarico J. N. Cardiovascular risk factors and cognitive performance in aging // *Dement. Neuropsychology*, 2017, vol. 11, pp. 442–448. <https://doi.org/10.1590/1980-57642016dn11-040015>
24. Tebar W. R., Ritti-Dias R. M., Mota J., Farah B. Q., Saraiva B. T. C., Damato T. M. M., et al. Relationship between domains of physical activity and cardiac autonomic modulation in adults: a cross-sectional study // *Scientific Reports*, 2020, vol. 10, pp. 1-7.
25. Terroba-Chambi C., Bruno V., Vigo D. E., Merello M. Heart rate variability and falls in Huntington's disease // *Clinical Autonomic Research*, 2020, vol. 2, pp. 1-12.
26. Tonello L., Rodrigues F. B., Souza J. W. S., Campbell C. S. G., Leicht A. S., Boulosa D. A. The role of physical activity and heart rate variability for the control of work-related stress // *Frontiers in Physiology*, 2014, vol. 5, pp. 1-9.
27. Tornberg J., Ikaheimo T. M., Kiviniemi A., Pyky R., Hautala A., Mantysaari M., et al. Physical activity is associated with cardiac autonomic function in adolescent men // *PLoS ONE*, 2019, vol. 14, pp. 1-10.

References

1. Mel'kova L.A., Fedotov D.M. Sostoyanie vegetativnoj regulyacii ritma serdca pri passivnom ortostaze u zhenshchin pozhilogo i starcheskogo vozrasta [The state of autonomic regulation of the heart rhythm in passive orthostasis in women of elderly and senile age]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Biomedical Sciences], 2015, no. 2, pp. 44-52.
2. Pisaruk A. V. Kolichestvennaya ocenka effektivnosti baroreflektornoj regulyacii serdechnogo ritma pri starenii [Quantitative assessment of the effectiveness of baroreflex regulation of heart rate during aging]. *Problemy stareniya i dolgoleitiya* [Problems of Aging and Longevity], 1998. vol. 2, pp. 108–112.
3. SHiryaeva T.P., Griбанov A.V., Fedotov D.M., Rummyanceva O.A. Ocenka parametrov dinamicheskogo komponenta postural'nogo balansa u zhenshchin pozhilogo vozrasta [Estimation of the parameters of the dynamic component of postural balance in elderly women]. *Yakutskij medicinskij zhurnal* [Yakut medical journal], 2020, no. 4 (72), pp. 27-31.

4. SHiryayeva T.P., Fedotov D.M. *Rekomendacii po ocenke dinamicheskogo komponenta postural'nogo balansa u zhenshchin pozhilogo vozrasta* [Recommendations for assessing the dynamic component of postural balance in elderly women]. Arhangel'sk, 2020, p. 23.
5. SHiryayeva T.P., Fedotov D.M., Griбанov A.V., Pankov M.N., Sokolova L.V. *Vozrastnye izmeneniya dinamicheskogo komponenta vertikal'noj ustojchivosti u zhenshchin 60-74 let* [Age-related changes in the dynamic component of vertical stability in women aged 60-74]. *Uspekhi gerontologii* [Advantages in Gerontology], 2021, vol. 34, no. 2, pp. 300-305.
6. SHiryayeva T.P., Fedotov D.M., Deryabina I.N., Griбанov A.V. *Hod'ba i kognitivnye narusheniya u zhenshchin pozhilogo vozrasta* [Walking and cognitive impairment in older women]. *Golova i sheya. Rossijskoe izdanie. ZHurnal Obshcherossijskoj obshchestvennoj organizacii Federaciiya specialistov po lecheniyu zabolevanij golovy i shei* [Head and Neck. Russian edition. Journal of the All-Russian Public Organization Federation of Specialists in the Treatment of Head and Neck Diseases], 2022, vol. 10, no. S2S1, pp. 40-42.
7. Ang S. G. M., O'Brien A. P., Wilson A. Carers' concern for older people falling at home: An integrative review. *Singapore Medical Journal*, 2020, vol. 61, pp. 272-280.
8. Bhangu J., King-Kallimanis B.L., Donoghue O. A., Carroll L., Kenny R. A. Falls non-accidental falls and syncope in community-dwelling adults aged 50 years and older: Implications for cardiovascular assessment. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, pp. e018099.
9. Catai A.M., Pastre C.M., Godoy M.F., Silva E.D., Takahashi A.C.M., Vanderlei L.C.M. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazil Journal Physiotherapy*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 91-102.
10. Dalise A.M., Prestano R., Fasano R., Gambardella A., Barbieri M., Rizzo M.R. Autonomic Nervous System and Cognitive Impairment in Older Patients: Evidence from Long-Term Heart Rate Variability in Real-Life Setting. *Frontiers Aging Neuroscience*, 2020, vol. 12, no. 40. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00040>
11. Duray M., Genc A. The relationship between physical fitness and falling risk and fear of falling in community-dwelling elderly people with different physical activity levels. *Turkish Journal of Medical Science*, 2017, vol. 47, pp. 455-462.
12. Espinoza-salinas A., Molina-sotomayor E., Cano-montoya J., Gonzalez-jurado J. A. Is active lifestyle related to autonomic nervous system function and lipid profile in people with overweight? *Sustainability*, 2021, vol. 12, pp. 1-11.
13. Furtado H. L., Sousa N., Simao R., Pereira F. D., Vilaca-Alves J., "Physical exercise and functional fitness in independently living vs institutionalized elderly

- women: A comparison of 60-to 79-year-old city dwellers". *Clinical Interventions in Aging*, 2015, vol. 10, pp. 795-801.
14. Goh H., Ng S. C., Kamaruzzaman S. B., Chin A. V., Tan M. P. Standing beat-to-beat blood pressure variability is reduced among fallers in the Malaysian Elders Longitudinal Study. *Medicine (United States)*, 2017, vol. 96, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000008193>
 15. Hu M. X., Lamers F., De Geus E. J. C., Penninx B. W. J. H. Influences of life-style factors on cardiac autonomic nervous system activity over time. *Preventive Medicine*, 2017, vol. 94, pp. 12-19.
 16. Maki B. E., McIlroy W. E. Influence of arousal and attention on the control of postural sway. *J. Vestib. Res.*, 1996, vol. 6, pp. 53-59.
 17. Nascimento R. D., Viana A., Sartori M., Zaffalon Junior J. R., Dias D. da S. et al. Sedentary lifestyle in adolescents is associated with impairment in autonomic cardiovascular modulation. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 2019, vol. 25, pp. 191-195.
 18. Pirrie M., Saini G., Angeles R., Marzanek F., Parascandalo J., Agarwal G. Risk of falls and fear of falling in older adults residing in public housing in Ontario Canada: Findings from a multisite observational study. *BMC Geriatrics*, 2020, vol. 20, pp. 1-8.
 19. Shahimi N. H., Goh C. -H., Tan M. P., Lim E. Association between Physical Performance and Autonomic Nervous System in Elderly Fallers. *2021 IEEE National Biomedical Engineering Conference (NBEC)*, 2021, pp. 131-135.
 20. Shahril N., Shahein N. A., Yoep N., Mahmud N. A., Sooryanarayana R., Tan M. P. et al. Prevalence and factors associated with falls among older persons in Malaysia. *Geriatrics & Gerontology International*, 2020, vol. 20, pp. 33-37.
 21. Sibley K. M., Mochizuki G., Lakhani B., McIlroy W. E. Autonomic contributions in postural control, a review of the evidence. *Rev. Neurosci*, 2014, vol. 25, pp. 687-697.
 22. Soares-Miranda L., Sattelmair J., Chaves P., Duncan G. E., Siscovick D. S., Stein P. K., et al. Physical activity and heart rate variability in older adults: The cardiovascular health study. *Circulation*, 2014, vol. 129, pp. 2100-2110.
 23. Takeda J. R. T., Matos T. M., de Souza-Talarico J. N. Cardiovascular risk factors and cognitive performance in aging. *Dement. Neuropsychology*, 2017, vol. 11, pp. 442-448. <https://doi.org/10.1590/1980-57642016dn11-040015>
 24. Tebar W. R., Ritti-Dias R. M., Mota J., Farah B. Q., Saraiva B. T. C., Damato T. M. M., et al. Relationship between domains of physical activity and cardi-

- ac autonomic modulation in adults: a cross-sectional study. *Scientific Reports*, 2020, vol. 10, pp. 1-7.
25. Terroba-Chambi C., Bruno V., Vigo D. E., Merello M. Heart rate variability and falls in Huntington's disease. *Clinical Autonomic Research*, 2020, vol. 2, pp. 1-12.
26. Tonello L., Rodrigues F. B., Souza J. W. S., Campbell C. S. G., Leicht A. S., Boullosa D. A. The role of physical activity and heart rate variability for the control of work-related stress. *Frontiers in Physiology*, 2014, vol. 5, pp. 1-9.
27. Tornberg J., Ikaheimo T. M., Kiviniemi A., Pyky R., Hautala A., Mantysaari M., et al. Physical activity is associated with cardiac autonomic function in adolescent men. *PLoS ONE*, 2019, vol. 14, pp. 1-10.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ширяева Тансия Петровна, канд. биол. наук, доцент кафедры биологии человека и биотехнических наук высшей школы естественных наук и технологий

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»
ул. Набережная Северной Двины, 17, г. Архангельск, 163000, Российская Федерация
t.shiryayeva@narfu.ru

Федотов Денис Михайлович, канд. мед. наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии; доцент кафедры техносферной безопасности высшей инженерной школы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет»; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» пр. Троицкий, 51, г. Архангельск, 163000, Российская Федерация; ул. Набережная Северной Двины, 17, г. Архангельск, 163000, Российская Федерация
doctorpro@yandex.ru

Крайнова Ирина Николаевна, канд. мед. наук, зам. главного врача по медицинской части

*Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Архангельской области «Архангельская областная детская клиническая больница им. П.Г. Выжлецова»
пр-т Обводный канал, 7, г. Архангельск, 163002, Российская Федерация
vitpost1982@yandex.ru*

Рамирез Наварро Франциско, магистр геологических наук, доцент кафедры геологии и минералогии отдела металлургии и материаловедения

*Технический университет Федерико Санта Марии
Викунья Маккена 3939, Сан-Хоакин, Чили
Francisco.ramirez@usm.cl*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Taisiya P. Shiryaeva, PhD (Physiology), Assistant Professor of The Department of Human Biology and Biotechnical Systems of The High School of Natural Science and Technologies

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
17, Northern Dvina Emb., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation
t.shiryaeva@narfu.ru*

SPIN-code: 6330-0832

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9458-3224>.

Researcher ID: GQY-7167-2022

Scopus Author ID: 57216510041

Fedotov D.M., PhD (Medicine), Assistant Professor of The Department of Hygiene and Medical Ecology; Assistant Professor of the Department of The Technosphere Security of The High Engineering School

Northern Federal Medical University; Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

51, Troitskiy ave., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; 17, Northern Dvina Emb., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation

Doctorpro@yandex.ru

SPIN-code: 1209-7657

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4067-8364>.

Researcher ID: P-7928-2016

Scopus Author ID: 57045772600

Krainova I.N., PhD (Medicine), MD

Arkhangelsk Regional Children's Clinical Hospital named after P.G. Vyzhletsov

7, Obvodniy ave., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation

SPIN-code: 9444-9816

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4509-7734>

Ramirez Navarro F., MSc (Geology), Assistant Professor of Geology and Mineralogy of The Department of Metallurgy and Materials Engineering

Technical University Federico Santa Maria

Vicuna Mackenna 3939, San Joaquin, Metropolitan Region, Chile

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7217-470X>

Researcher ID: GRJ-9210-2022

Поступила 25.09.2022

После рецензирования 10.10.2022

Принята 30.10.2022

Received 25.09.2022

Revised 10.10.2022

Accepted 30.10.2022