

**ФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА
ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА У ЖЕНЩИН 60–74 ЛЕТ
С РАЗЛИЧНЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА**

Т.П. Ширяева* ORCID: [0000-0001-9458-3224](https://orcid.org/0000-0001-9458-3224)

Д.М. Федотов** ORCID: [0000-0002-4067-8364](https://orcid.org/0000-0002-4067-8364)

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(г. Архангельск)

**Северный государственный медицинский университет
(г. Архангельск)

Изменение массы тела у женщин пожилого возраста заметно влияет на их поструральный баланс. Возникают ограничения подвижности при осуществлении основных видов деятельности в повседневной жизни человека, происходят изменения, свидетельствующие об ухудшении функционирования нейрофизиологических механизмов, обеспечивающих удержание вертикальной позы. У пожилых женщин с дефицитом и избытком массы тела отмечаются признаки адаптивных перестроек параметров простой и сложной ходьбы. Целью данного исследования явилось построение факторных моделей для определения поструральных индикаторов и степени их влияния на динамический компонент пострурального баланса у женщин 60–74 лет при недостаточной, нормальной и избыточной массе тела. Обследованы 109 женщин, которые были разделены на 3 группы: с недостаточной, нормальной и избыточной массой тела. Состояние пострурального баланса у женщин оценивалось с помощью компьютерного стабилметрического комплекса Balance Manager. Факторный анализ динамического компонента пострурального баланса у женщин 60–74 лет показал, что женщины с дефицитом и избытком массы тела в отличие от женщин с нормальной массой тела демонстрируют разнонаправленные сдвиги в распределении и структуре факторов. Так, у женщин с избытком массы тела к наиболее значимому фактору относятся показатели теста «Быстрый разворот», в большей степени характеризующие контроль выполняемого движения, а при дефиците массы тела ведущим фактором становятся показатели теста «Шаг/перешагивание», который наиболее ярко демонстрирует непосредственно перемещение тела в пространстве.

Ключевые слова: поструральный баланс, индекс массы тела, женщины пожилого возраста.

Ответственный за переписку: Ширяева Таисия Петровна, адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3; e-mail: taisia.moroz@yandex.ru

Для цитирования: Ширяева Т.П., Федотов Д.М. Факторная модель динамического компонента пострурального баланса у женщин 60–74 лет с различным индексом массы тела // Журн. мед.-биол. исследований. 2019. Т. 7, № 4. С. 464–471. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.464

Известно, что изменение массы тела влияет на поструральный баланс женщин пожилого возраста [1–3]. Лица с недостатком или избытком массы тела демонстрируют трудности при сгибании, вставании на колени, вставании из различных положений, стоянии и ходьбе [4–7]. Проблемы, связанные с выполнением этих физических задач, создают ограничения подвижности при осуществлении основных видов деятельности в повседневной жизни человека [8–11]. У пожилых женщин с дефицитом и избытком массы тела отмечаются признаки адаптивных перестроек параметров простой и сложной ходьбы. При оценке пространственно-временных характеристик движения у женщин пожилого возраста в зависимости от индекса массы тела (ИМТ) выявлены изменения, свидетельствующие об ухудшении функционирования нейрофизиологических механизмов, обеспечивающих удержание вертикальной позы [5, 7].

Избыточная масса тела является одним из наиболее значимых вызовов современному здравоохранению. За последние 30 лет количество людей с избыточной массой тела во всем мире увеличилось более чем в два раза. Избыточный вес и ожирение являются фактором риска снижения функционального состояния и пятым по значимости фактором риска смертности в мире. Также люди с лишним весом сталкиваются со значительной вероятностью возникновения нарушений мобильности [1, 12–14].

Цель нашего исследования – построение факторных моделей для определения поструральных индикаторов и степени их влияния на динамический компонент пострурального баланса у женщин 60–74 лет при недостаточной, нормальной и избыточной массе тела.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 109 женщин в возрасте 60–74 лет. Все обследованные были разделены на 3 группы в зависимости от их ИМТ. Как известно, ИМТ – это величина, применяемая для оценки степени соответствия длины и массы

человека, она может быть нормальной, недостаточной и избыточной. ИМТ рассчитывался по формуле: масса тела, кг / (длина тела, м)². В 1-ю группу вошли женщины с дефицитом массы тела (ИМТ < 22,9; $n = 35$), во 2-ю – женщины с нормальной массой тела (ИМТ = 23,0–28,9; $n = 37$), в 3-ю – женщины с избыточной массой тела (ИМТ > 29,0; $n = 37$). Все женщины на момент обследования были мобильны, не использовали при ходьбе дополнительные средства опоры, не имели в анамнезе черепно-мозговых травм. Средний возраст в группах был равен 67,6±1,3; 66,8±1,4 и 68,1±1,1 лет соответственно. Нами не были выявлены статистически значимые различия по данному критерию между исследуемыми группами.

Для оценки особенностей динамического компонента пострурального баланса у женщин использовались следующие тесты компьютерного стабилметрического комплекса Balance Manager: «Вставание из положения сидя» – для оценки времени перемещения веса (WTTSTS), индекса подъема (RISTS) и скорости колебания центра тяжести (SVSTS); «Простая ходьба» – для оценки ширины (SWWA) и длины (SLWA) шага, скорости ходьбы (SWA); «Тандемная ходьба» – для оценки ширины шага (SWTW), скорости ходьбы (STW) и конечного колебания (ESTW); «Быстрый разворот» – для оценки времени разворота (TSQTL, TSQTR) и колебаний при развороте в левую и правую стороны (SSQTL, SSQTR); «Шаг/перешагивание» – для оценки индекса подъема (LUIUOL, LUISUOR), времени движения (MTSUOL, MTSUOR), индекса касания при перешагивании с левой и правой ноги (IISUOL, IISUOR).

Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с применением пакета прикладных программ SPSS 23.0. Для достижения поставленной цели проводился факторный анализ данных с использованием ортогонального вращения по методу «Варимакс». Нижнюю границу коэффициента значимости для переменных принимали равной 0,6.

Результаты. Особенности динамического компонента пострурального баланса у женщин 60–74 лет с различным ИМТ нашли свое отражение в результатах проведенного факторного анализа. Так, у женщин с нормальной массой тела первый фактор (информативность – 21,2 %) включает в себя показатели тестов «Быстрый разворот» и «Простая ходьба». Информативность второго фактора составила 14,3 %, в нем отражены показатели тестов «Вставание из положения сидя» и «Простая ходьба». Третий фактор, информативность которого составила 13,7 %, объединил в себе показатели тестов «Тандемная ходьба», «Вставание из положения сидя» и «Простая ходьба». Четвертый фактор (информативность – 13,6 %) отражает показатели теста «Тандемная ходьба» (рис. 1).

Анализ результатов женщин с дефицитом массы тела выявил (рис. 2), что первый фактор (информативность – 20,9 %) объединяет показатели тестов «Шаг/перешагивание», «Простая

ходьба» и «Вставание из положения сидя». Во второй фактор, информативность которого составила 18,7 %, вошли показатели теста «Быстрый разворот». Информативность третьего фактора составила 12,4 %, в нем отражены показатели теста «Тандемная ходьба». Четвертый фактор (информативность – 12,3 %) также включает в себя показатели теста «Шаг/перешагивание».

В группе женщин с избыточной массой тела информативность первого фактора составила 21,3 %, в него вошли показатели тестов «Быстрый разворот» и «Тандемная ходьба». Второй (информативность – 15,7 %) и третий (информативность – 15,1 %) факторы включают в себя показатели теста «Шаг/перешагивание», однако к третьему фактору добавляются и параметры теста «Тандемная ходьба». Четвертый фактор (информативность – 13,3 %) объединяет показатели тестов «Тандемная ходьба» и «Вставание из положения сидя» (рис. 3).

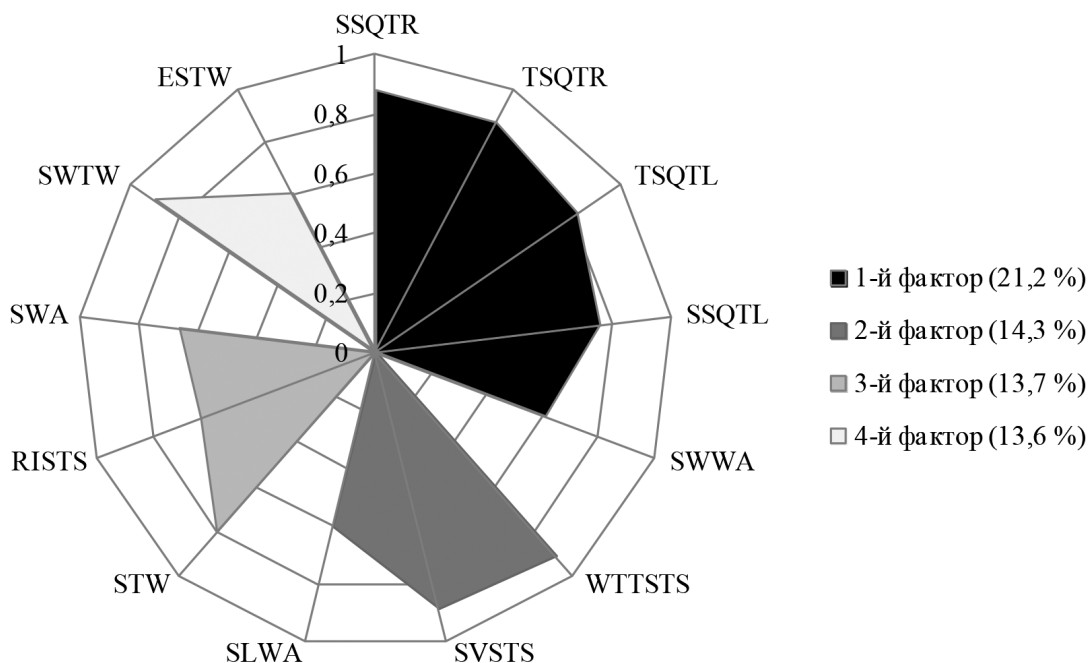


Рис. 1. Факторная модель динамического компонента пострурального баланса у женщин 60–74 лет с нормальной массой тела

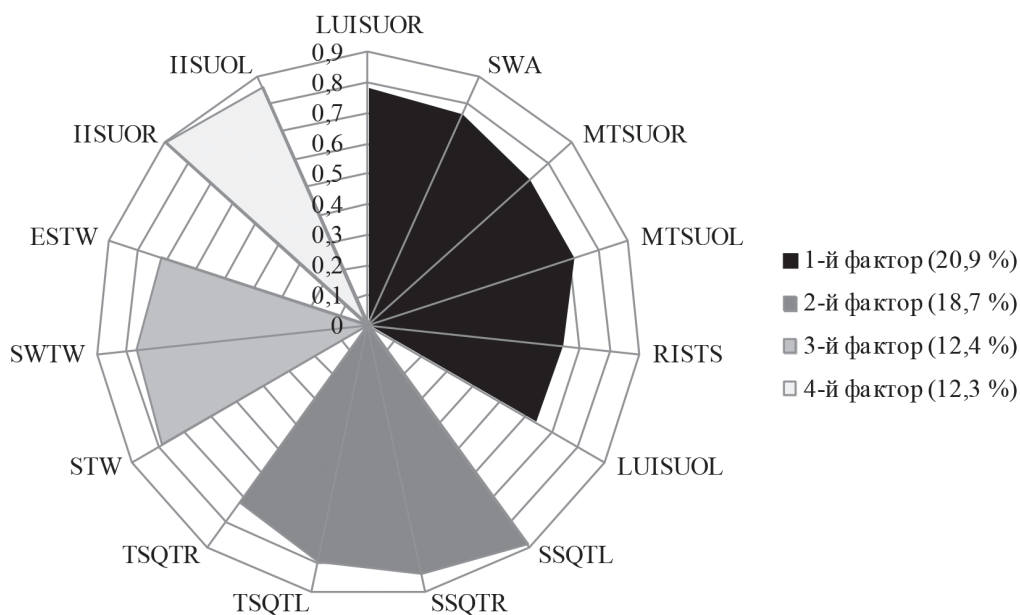


Рис. 2. Факторная модель динамического компонента пострурального баланса у женщин 60–74 лет с дефицитом массы тела

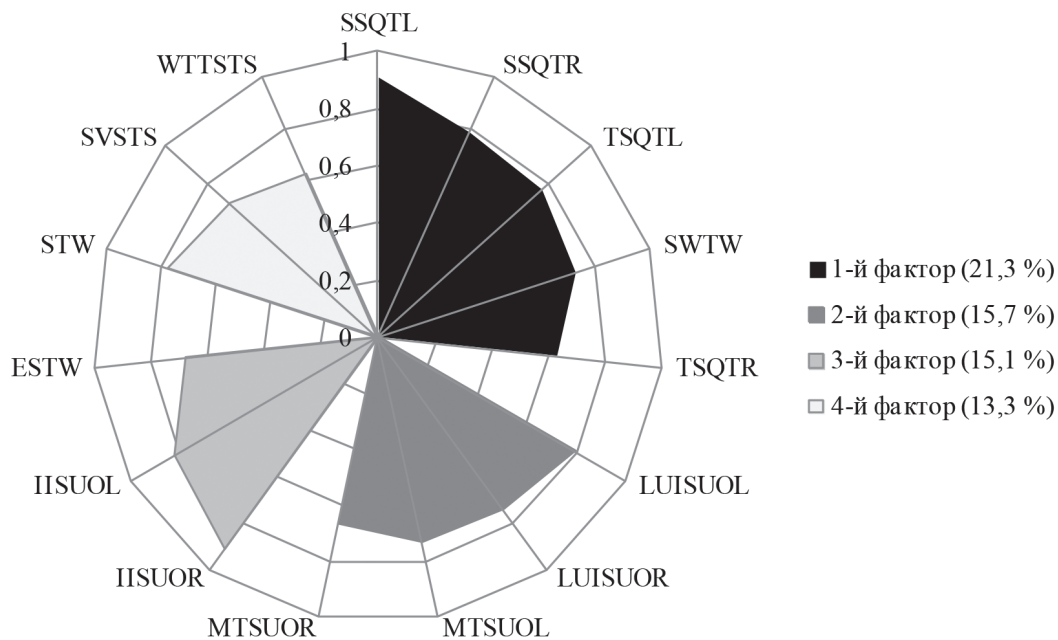


Рис. 3. Факторная модель динамического компонента пострурального баланса у женщин 60–74 лет с избыточной массой тела

Обсуждение. Проведенное исследование продемонстрировало наличие связи между ИМТ и эффективностью управления постуральным балансом. Данные результаты согласуются с результатами исследований, выявивших связь между ИМТ и общим индексом нестабильности у пожилых женщин (60–79 лет) [1, 2].

Вместе с тем некоторые исследователи отмечают, что ИМТ имеет недостаточно высокую диагностическую эффективность для определения избытка жировой ткани в организме, особенно у пожилых людей [3, 9]. Следует уделять внимание и компонентному составу тела человека, а именно количеству жировой и мышечной массы, поскольку эти факторы напрямую связаны с социальной независимостью и мобильностью у пожилых людей [10, 11]. Выявление факторов, влияющих на постуральный баланс, может помочь повысить точность диагностики, качество лечения и эффективность реабилитационных мероприятий, а также имеет фундаментальное значение для предотвращения падений и возможной нетрудоспособности у пожилых людей [4, 6].

Анализ полученных нами данных выявил, что у женщин с нормальной массой тела первый фактор включает в себя показатели тестов, отражающие особенности сложных двигательных актов при выполнении быстрого разворота на 180° во время ходьбы и, как следствие, эффективность контроля над центром масс и сохранения равновесия тела. Показатели тестов, представленные во втором факторе, демонстрируют некоторые особенности выполнения двигательного акта при вставании из положения сидя. Третий фактор объединил в себе показатели тестов, которые отразили характерные черты сложных двигательных актов при выполнении названных тестов и, как следствие, эффективность перемещения тела в пространстве. Четвертый фактор характеризует особенности постурального баланса, проявляющиеся при сложной ходьбе.

В группе женщин с дефицитом массы тела было выявлено, что показатели, вошедшие в

первый фактор, отражают особенности выполнения сложных двигательных актов при прохождении перечисленных тестов. В данной группе на первое место выходит фактор эффективности и качества перемещения центра масс и, как следствие, перемещения тела в пространстве. Во второй фактор включены показатели, характеризующие особенности сложных двигательных актов при выполнении быстрого разворота на 180° во время ходьбы. Показатели, вошедшие в третий фактор, описывают параметры сложной ходьбы. Второй и третий факторы в данной группе в большей степени отражают эффективность контроля над центром масс и сохранения равновесия тела в целом. Четвертый фактор характеризует параметры ходьбы при перешагивании через препятствие.

В группе женщин с избыточной массой тела выявлено, что показатели, вошедшие в первый фактор, характеризуют особенности сложных двигательных актов при выполнении быстрого разворота на 180° во время ходьбы, что отражает эффективность контроля над центром масс и сохранения равновесия тела. Второй и третий факторы включают в себя показатели, описывающие параметры ходьбы при перешагивании через препятствие, однако к третьему фактору добавляются и параметры, которые характеризуют показатели сложной ходьбы. Эти факторы подчеркивают эффективность и качество перемещения центра масс и, как следствие, перемещения тела в пространстве. Четвертый фактор характеризует особенности выполнения сложных двигательных актов при вставании и сложной ходьбе.

Таким образом, проведенный факторный анализ динамического компонента постурального баланса у женщин 60–74 лет с различным ИМТ показал, что женщины с дефицитом и избытком массы тела в отличие от женщин с нормальной массой тела демонстрируют разнонаправленные сдвиги в распределении и структуре факторов постурального баланса. Так, у женщин с избытком массы тела к наи-

более значимому фактору относятся показатели теста «Быстрый разворот», в большей степени характеризующие контроль выполняемого движения, а при дефиците массы тела ведущим фактором становятся показатели те-

ста «Шаг/перешагивание», который наиболее ярко демонстрирует непосредственно перемещение тела в пространстве.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Chambers A.J., Sukits A.L., McCrory J.L., Cham R. The Effect of Obesity and Gender on Body Segment Parameters in Older Adults // *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2010. Vol. 25, № 2. Art. № 131.
2. Fabris de Souza S.A., Faintuch J., Valezi A.C., Sant'Anna A.F., Gama-Rodrigues J.J., de Batista Fonseca I.C., de Melo R.D. Postural Changes in Morbidly Obese Patients // *Obes. Surg.* 2005. Vol. 15, № 7. P. 1013–1016.
3. Moroz T.P., Fedotov D.M., Gribanov A.V. Postural Balance Characteristics in Women Aged 55–64 Years // *Международ. науч.-исслед. журн.* 2017. № 12-4. P. 41–44.
4. Corbeil P., Simoneau M., Rancourt D., Tremblay A., Teasdale N. Increased Risk for Falling Associated with Obesity: Mathematical Modeling of Postural Control // *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 2011. Vol. 9, № 2. P. 126–136.
5. Мороз Т.П., Дёмин А.В. Особенности проявления синдрома падений у женщин пожилого возраста при стабилметрическом исследовании // *Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки.* 2016. № 2. С. 25–30. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.25
6. DeVita P., Hortobágyi T. Obesity Is Not Associated with Increased Knee Joint Torque and Power During Level Walking // *J. Biomech.* 2003. Vol. 36, № 9. P. 1355–1362.
7. Bloom D., Hultcrantz M. Vestibular Morphology in Relation to Age and Circling Behavior // *Acta Otolaryngol.* 1994. Vol. 114, № 4. P. 387–392.
8. Matrangola S.L., Madigan M.L. The Effects of Obesity on Balance Recovery Using an Ankle Strategy // *Hum. Mov. Sci.* 2011. Vol. 320, № 3. P. 584–595.
9. Beauchet O., Barden J., Liu-Ambrose T., Chester V.L., Szturm T., Allali G. The Relationship Between Hippocampal Volume and Static Postural Sway: Results from the GAIT Study // *Age.* 2016. Vol. 38, № 1. Art. № 19.
10. Дёмин А.В., Гудков А.Б., Грибанов А.В. Особенности постуральной стабильности у мужчин пожилого и старческого возраста // *Экология человека.* 2010. № 12. С. 50–54.
11. Гудков А.Б., Дёмин А.В., Грибанов А.В. Характеристика постурального контроля у женщин пожилого возраста с синдромом падений // *Успехи геронтологии.* 2015. Т. 28, № 3. С. 513–520.
12. Deliagina T.G., Beloozerova I.N., Orlovsky G.N., Zelenin P.V. Contribution of Supraspinal Systems to Generation of Automatic Postural Responses // *Front. Integr. Neurosci.* 2014. Vol. 8. Art. № 76.
13. Gabell A., Nayak U.S.L. The Effect of Age on Variability in Gait // *J. Gerontol.* 1984. Vol. 39, № 6. P. 662–666.
14. Horak F.B. Postural Orientation and Equilibrium: What Do We Need to Know about Neural Control of Balance to Prevent Falls? // *Age Ageing.* 2006. Vol. 35, suppl. 2. P. ii7–ii11.

References

1. Chambers A.J., Sukits A.L., McCrory J.L., Cham R. The Effect of Obesity and Gender on Body Segment Parameters in Older Adults. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*, 2010, vol. 25, no. 2. Art. no. 131.
2. Fabris de Souza S.A., Faintuch J., Valezi A.C., Sant'Anna A.F., Gama-Rodrigues J.J., de Batista Fonseca I.C., de Melo R.D. Postural Changes in Morbidly Obese Patients. *Obes. Surg.*, 2005, vol. 15, no. 7, pp. 1013–1016.
3. Moroz T.P., Fedotov D.M., Gribanov A.V. Postural Balance Characteristics in Women Aged 55–64 Years. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2017, no. 12-4, pp. 41–44.

4. Corbeil P., Simoneau M., Rancourt D., Tremblav A., Teasdale N. Increased Risk for Falling Associated with Obesity: Mathematical Modeling of Postural Control. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, 2011, vol. 9, no. 2, pp. 126–136.
5. Moroz T.P., Demin A.V. Osobennosti proyavleniya sindroma padeniy u zhenshchin pozhilogo vozrasta pri stabilometricheskom issledovanii [The Signs of Fall Syndrome in Older Women During the Stabilometric Analysis]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2016, no. 2, pp. 25–30. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.25
6. DeVita P., Hortobágyi T. Obesity Is Not Associated with Increased Knee Joint Torque and Power During Level Walking. *J. Biomech.*, 2003, vol. 36, no. 9, pp. 1355–1362.
7. Bloom D., Hultcrantz M. Vestibular Morphology in Relation to Age and Circling Behavior. *Acta Otolaryngol.*, 1994, vol. 114, no. 4, pp. 387–392.
8. Matrangola S.L., Madigan M.L. The Effects of Obesity on Balance Recovery Using an Ankle Strategy. *Hum. Mov. Sci.*, 2011, vol. 320, no. 3, pp. 584–595.
9. Beauchet O., Barden J., Liu-Ambrose T., Chester V.L., Szturm T., Allali G. The Relationship Between Hippocampal Volume and Static Postural Sway: Results from the GAIT Study. *Age*, 2016, vol. 38, no. 1. Art. no. 19.
10. Demin A.V., Gudkov A.B., Gribanov A.V. Osobennosti postural'noy stabil'nosti u muzhchin pozhilogo i starcheskogo vozrasta [Features of Postural Balance in Elderly and Old Men]. *Ekologiya cheloveka*, 2010, no. 12, pp. 50–54.
11. Gudkov A.B., Demin A.V., Gribanov A.V. Kharakteristika postural'nogo kontrolya u zhenshchin pozhilogo vozrasta s sindromom padeniy [Postural Control Characteristics in Elderly Women with Falls]. *Uspekhi gerontologii*, 2015, vol. 28, no. 3, pp. 513–520.
12. Deliagina T.G., Beloozerova I.N., Orlovsky G.N., Zelenin P.V. Contribution of Supraspinal Systems to Generation of Automatic Postural Responses. *Front. Integr. Neurosci.*, 2014, vol. 8. Art. no. 76.
13. Gabell A., Nayak U.S.L. The Effect of Age on Variability in Gait. *J. Gerontol.*, 1984, vol. 39, no. 6, pp. 662–666.
14. Horak F.B. Postural Orientation and Equilibrium: What Do We Need to Know About Neural Control of Balance to Prevent Falls? *Age Ageing*, 2006, vol. 35, suppl. 2, pp. ii7–ii11.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.464

Taisiya P. Shiryayeva* ORCID: [0000-0001-9458-3224](https://orcid.org/0000-0001-9458-3224)
Denis M. Fedotov** ORCID: [0000-0002-4067-8364](https://orcid.org/0000-0002-4067-8364)

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
(Arkhangelsk, Russian Federation)
**Northern State Medical University
(Arkhangelsk, Russian Federation)

FACTOR MODEL OF THE DYNAMIC COMPONENT OF POSTURAL BALANCE IN WOMEN AGED 60–74 YEARS DEPENDING ON THE BODY MASS INDEX

It is known that changes in body weight affect postural balance in older women. Certain mobility limitations arise during common daily activities and changes take place indicating deterioration of the neurophysiological mechanisms responsible for maintaining vertical posture. Underweight and overweight older women show signs of adaptive rearrangements in the parameters of simple and

complex walking. Our study aimed to develop factor models to determine postural indicators and the extent of their influence on the dynamic component of postural balance in women aged 60–74 years with underweight, normal weight and overweight. The research involved 109 women, who were divided into 3 groups: underweight, normal weight, and overweight. Postural balance was evaluated using the Balance Manager system. The factor analysis of the dynamic component of postural balance showed that underweight and overweight older women, in contrast to those with normal body weight, demonstrate multidirectional shifts in factor distribution and structure. In overweight women, the most significant factor is the Step/Quick Turn test, which largely characterizes movement control, while in underweight women, the most significant factor is the Step Up/Over test, which most vividly describes the actual movement of the body.

Keywords: *postural balance, body mass index, older women.*

Поступила 24.05.2019

Принята 27.07.2019

Received 24 May 2019

Accepted 27 July 2019

Corresponding author: Taisiya Shiryaeva, *address:* proezd Badigina 3, Arkhangelsk, 163045, Russian Federation; *e-mail:* taisia.moroz@yandex.ru

For citation: Shiryaeva T.P., Fedotov D.M. Factor Model of the Dynamic Component of Postural Balance in Women Aged 60–74 Years Depending on the Body Mass Index. *Journal of Medical and Biological Research*, 2019, vol. 7, no. 4, pp. 464–471. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.464