

УДК 612.6:616-053:616.7:616.8

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТУРАЛЬНОГО РЕАГИРОВАНИЯ И ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ У ЖЕНЩИН 60–69 ЛЕТ

Дёмин А.В.

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

Цель данной работы – оценка скоординированных моторных реакций, скорости и эффективности контроля движения центра тяжести (ЦТ) у женщин 60–69 лет. Обследовано 743 женщины в возрасте 60–69 лет (средний возраст –  $64,7 \pm 2,8$  года). В первую группу были включены женщины в возрасте 60–64 лет ( $n = 332$ ), во вторую – 65–69 лет ( $n = 411$ ). Для оценки постурального реагирования проводили Motor Control Test (МСТ), а для оценки особенностей скорости и эффективности контроля движения ЦТ – тест Rhythmic Weight Shift (RWS) компьютерного динамического постурографического комплекса «Smart Equitest Balance Manager». Установлено, что у женщин 65–69 лет, по сравнению с женщинами 60–64 лет, наблюдается повышение показателя результирующей оценки всего МСТ, снижение скорости целенаправленного движения ЦТ во фронтальном направлении и эффективности контроля движения ЦТ в сагиттальном направлении теста RWS. Полученные данные указывают на ослабление у женщин после 64 лет нервно-мышечных реакций, уменьшение адаптационных возможностей ЦНС при контроле резких изменений движений ЦТ в пределах базы поддержки его опоры, снижение параметров сложнокоординационных и сложнодвигательных актов, а также предела устойчивости вертикальной позы в сагиттальном направлении, что негативно отражается на их постуральной стабильности и увеличивая риск падений.

Ключевые слова: женщины 60–69 лет, центр тяжести, компьютерная динамическая постурография, Motor Control Test, Rhythmic Weight Shift.

## CHARACTERISTIC OF POSTURAL RESPONSE AND PURPOSE MOVEMENT OF THE CENTER OF GRAVITY IN WOMEN AGED 60–69

Dyomin A.V.

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk*

The purpose of this work is to assess coordinated motor responses, speed and efficiency of control of the Center of Gravity (CoG) movement in women 60–69 years old. We examined 743 women aged 60–69 years (average age -  $64.7 \pm 2.8$  years). The first group included women aged 60–64 years ( $n = 332$ ), the second those of 65–69 years old ( $n = 411$ ). The Motor Control Test (MCT) was performed to evaluate the postural response. To assess the characteristics of the speed and effectiveness of the CoG movement control we used the Rhythmic Weight Shift (RWS) test of the “Smart Equitest Balance Manager” computer dynamic posturographic complex. During the experiment we compared women aged 65–69 with women aged 60–64. The test showed an increase in the indicator of the resultant assessment of the total MCT and a decrease in the speed of purposeful movement of the CoG in the frontal direction. The effectiveness of control of the CoG movement in the sagittal direction of the RWS test was noted. The obtained data indicate a weakening of neuromuscular reactions in women after 64 years of age. At the same time there is a decrease in the adaptive capabilities of the central nervous system in the situations of abrupt changes control for the CoG movements within the base of its reliance support. A decrease in the parameters of complex coordination and complex motor acts was detected. The study demonstrated the limit of the vertical posture stability in the sagittal direction, which negatively affects women’s postural stability and increases the risk of falls.

Key words: women aged 60–69, Center of Gravity, computer dynamic posturography, Motor Control Test, Rhythmic Weight Shift.

**Введение.**

Изучение особенностей компонентов пострурального баланса у женщин в позднем периоде жизни является приоритетной темой наших исследований, которые позволяют получить новые и дополнить уже существующие знания о возрастных изменениях пострурального баланса, а также повысить эффективность диагностики поструральной нестабильности и риска падений. В предыдущих исследованиях нами уже отмечалось, по данным Sensory Organization Test компьютерного постурографического комплекса «Smart Equitest Balance Manager», о значительном снижении у женщин после 64 лет качества функции равновесия, зрительной и вестибулярной информации в контроле над балансом [1]. Однако не изученными оставались вопросы, связанные с особенностями пострурального реагирования и целенаправленного движения центра тяжести (ЦТ) у женщин 60–69 лет. Это и стало побудительным мотивом для данного исследования, цель которого заключается в оценке скоординированных моторных реакций, скорости и эффективности контроля движения ЦТ у женщин 60–69 лет.

#### **Материалы и методы исследования.**

Было обследовано 743 женщины в возрасте 60–69 лет (средний возраст ( $M \pm SD$ ) –  $64,7 \pm 2,8$  года). В первую возрастную группу были включены женщины в возрасте 60–64 года ( $n = 332$ ). Во вторую группу – женщины 65–69 лет ( $n = 411$ ). Субъективное состояние здоровья в период обследования они оценивали не ниже удовлетворительного. В исследование не были включены женщины находящиеся на учете в психоневрологических диспансерах, имеющие в анамнезе инсульты, деменцию, черепно-мозговые травмы, нарушения мозгового кровообращения, хронические заболевания в стадии декомпенсации, злоупотребляющие алкоголем, а также постоянно проживающие в учреждениях стационарного типа.

Для оценки пострурального реагирования проводили Motor Control Test (МСТ), а для оценки особенностей скорости и эффективности контроля движения ЦТ – тест Rhythmic Weight Shift (RWS) компьютерного динамического постурографического комплекса «Smart Equitest Balance Manager»[2].

МСТ позволяет оценить способность поструральной системы человека быстро восстанавливаться после неожиданных внешних воздействий в виде толчков опорной платформы в направлениях вперед или назад с разными темпами: слабый (со скоростью толчков 2,8 градуса в секунду (град./с), равной смещению ЦТ на 0,7 град.), средний (6 град./с, смещение ЦТ на 1,8 град.) и сильный (8 град./с, смещение ЦТ на 3,2 град.). Одним из важных параметров данного теста является Latency (LAT), который характеризует продолжительность времени (мс) от момента начала толчков разной интенсивности до начала активной реакции пациента с целью удержания равновесия и сохранения ЦТ в

пределах базы поддержки его опоры. Показатель Composite of all Latencies (LAT-CMP) представляет собой среднее значение LAT при средних и сильных толчках во всех направлениях.

Тест RWS позволяет проводить количественную оценку двух характеристик движения, связанных со способностью пациента произвольно перемещать собственный ЦТ и при этом ритмично раскачиваться в направлениях влево/вправо или вперед/назад совместно с ориентиром (так называемой мишенью), который движется с разной скоростью. При этом скорость мишени при медленных движениях влево/вправо составляет 2,67 град./с, при средних – 4 град./с, быстрых – 8 град./с; при медленных движениях мишени вперед/назад – 1,78 град./с, при средних – 2,68 град./с, быстрых – 5,35 град./с. Способность управлять движением ЦТ в заданном направлении, замедлять, ускорять движение и менять направление, реципрокно двигаться и адаптироваться к временным ограничениям является составной частью нормального, не подверженного изменениям, постурального баланса [2]. Теста RWS позволяет оценить следующие параметры: осевая скорость (On-Axis Velocity) и эффективность контроля направления (Directional Control).

On-Axis Velocity (V) – это скорость движения ЦТ (град./с) во фронтальном и сагиттальном направлениях. В первой пробе учитывается лишь скорость движения пациента в направлении влево/вправо (left/right (L/R)), а любые другие направления скорости движения ЦТ не принимаются во внимание;  $V-L/R_m$  – это среднее значение скорости при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях влево/вправо. Во второй пробе учитывается лишь скорость движения ЦТ пациента в направлениях вперед/назад (forward/backward (F/B)), все остальные направления скорости перемещения ЦТ не рассматриваются;  $V-F/B_m$  – это среднее значение скорости при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях вперед/назад.

Directional Control (DC) характеризует количество движений в указанном направлении (к мишени) и количество излишних движений (от мишени) и позволяет оценить эффективность контроля движением ЦТ во фронтальном и сагиттальном направлениях. Рассчитывается по такому же принципу, что и осевая скорость. Выражается данный показатель в процентах. Если все движения пациента направлены к мишени (прямая линия), то количество излишних движений будет равно нулю, соответственно, наилучший результат эффективности контроля направления будет равен 100 %. Использовались следующие показатели DC:  $DC-L/R_m$  – среднее значение контроля направления при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях влево/вправо;  $DC-F/B_m$  – среднее значение контроля направления при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях вперед/назад [2].

Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием компьютерной программы «SPSS 22». В связи с тем, что не во всех выборках обнаружено нормальное распределение показателей, оценка параметров по группам представлена медианой (Me) и процентильным интервалом 25–75 (Q1–Q3). Для сравнения групп и исследования связей использовались непараметрические методы (тест Манна–Уитни для сравнения двух независимых выборок).

### Результаты исследования и их обсуждение.

Сравнительная оценка МСТ выявила (см. таблицу), что у женщин 65–69 лет все квартили LAT–CMP были выше, чем у женщин 60–64 года (статистика U (Манна–Уитни) = 55151;  $p < 0,001$ ). Полученные данные свидетельствуют, что у женщин после 64 лет наблюдается повышение времени скоординированных моторных реакций. Таким образом, у женщин 65–69 лет происходит ослабление нервно-мышечных реакций, уменьшение адаптационных возможностей ЦНС при контроле резких изменений движений ЦТ в пределах базы поддержки его опоры. Снижение двух сенсорных информаций в контроле над балансом у пожилых людей негативно отражается на параметрах постурального реагирования, указывая на риски преждевременного изменения в ЦНС [1, 3].

### Характеристика показателей тестов: Motor Control Test (MCT) и теста Rhythmic Weight Shift (RWS) у женщин 60–69 лет

Показатели	60–64 года n = 332	65–69 лет n = 411	Уровень статистической значимости (p)
	Me (Q1–Q3)		
<b>MCT</b>			
LAT–CMP, мс	131 (126–138)	134 (129–141)	< 0,001
<b>RWS</b>			
V–L/R <sub>m</sub> , град./с	8,1 (6,7–9,6)	7,8 (6,3–9,2)	0,027
V–F/B <sub>m</sub> , град./с	4,9 (3,7–6,0)	4,9 (3,7–5,8)	0,612
DC–L/R <sub>m</sub> , %	89 (86–90)	88 (86–90)	0,202
DC–F/B <sub>m</sub> , %	80 (72–85)	77 (67–83)	< 0,001

Все квартили V–L/R<sub>m</sub> теста RWS у женщин 65–69 лет были ниже, чем у женщин 60–64 года (U = 61810;  $p = 0,027$ ). Не выявлено статистически значимых различий между показателями V–F/B<sub>m</sub>. При этом первые квартиль и медиана в обеих возрастных группах были одинаковыми. Выявлено, что у женщин после 64 лет наблюдается снижение скорости целенаправленного движения ЦТ во фронтальном направлении. Однако не выявлено возрастных изменений скорости целенаправленного движения ЦТ в сагиттальном направлении, что может оказывать положительное влияние на продолжительность жизни.

У женщин 65–69 лет все квартили DC–F/B<sub>m</sub> были ниже, в то же время не выявлено значимых различий между показателем DC–L/R<sub>m</sub>. Таким образом, у женщин после 64 лет не

наблюдается снижения эффективности контроля движений ЦТ во фронтальной направлении, однако происходит снижение эффективности контроля движений ЦТ в сагиттальном направлении. Уменьшение показателя  $DC-L/R_m$  будет сопровождаться снижением параметров простой ходьбы, а уменьшение  $DC-F/V_m$  будет отражаться на сложнокоординационных и сложнодвигательных актах, а также на продолжительности двигательных перестроек при быстрой ходьбе для удержания ЦТ в пределах контролируемой базы поддержки его опоры [2, 4–6]. Кроме этого, уменьшение  $DC-F/V_m$  теста RWS у женщин 65–69 лет указывает на снижение автоматического постурального контроля в сагиттальной плоскости, о чем уже отмечалось ранее [1]. Таким образом, у женщин после 64 лет наблюдается снижение параметров сложнокоординационных и сложнодвигательных актов, а также продолжительности двигательных перестроек при быстрой ходьбе.

Уменьшение  $DC-L/R_m$  и  $DC-F/V_m$  теста RWS будет указывать на снижение пределов устойчивости вертикальной позы в сагиттальном и фронтальном направлениях [2, 7]. Под пределами устойчивости вертикальной позы человека принято понимать наибольшее отклонение ЦТ человека в любом направлении, при котором человек может сохранять устойчивую вертикальную позу и не упасть, тем самым определяя границы сохранения его постурального равновесия [2, 4–6]. Следовательно, у женщин после 64 лет наблюдается снижение предела устойчивости вертикальной позы в сагиттальном направлении.

Снижение эффективности контроля движения ЦТ в сагиттальном направлении, повышение времени скоординированных моторных реакций может сопровождаться риском запинания и пошатыванием при быстрой ходьбе и тем самым повышать риск падений [4–6]. Результаты исследований указывают, что у обследованных женщин в возрасте 65–69 лет, увеличивается риск падений, особенно при различных динамических актах. Именно после 64 лет происходит увеличение частоты падений как у женщин, так и у мужчин [3–6]. На основании полученных данных исследования и предыдущих выводов [1], период жизни женщин от 65 до 69 лет, следует рассматривать как неблагоприятный для их постурального баланса, требующего от них особого внимания во время выполнения различных двигательных актов. Все это позволяет рассматривать значения МСТ и тест RWS у женщин 60–64 года как эталонные параметры для всех пожилых женщин. Полученные данные обосновывают необходимость разработки и внедрения профилактических мероприятий для женщин старше 64 лет, направленных на снижение риска падений. Выявленные особенности МСТ и тест RWS можно считать предикторами возрастного обесценивания компонентов постурального баланса и риска падений у 60-летних женщин. Данные тесты целесообразно использовать в профилактических целях при работе с лицами 65 лет и старше для

прогнозирования у них риска падений, преждевременных изменений компонентов постурального баланса, а также влияния на него пережитых стрессовых ситуаций [3].

Сегодня хорошо известно, что мышцы нижних конечностей, а также мышцы спины играют существенную роль в корректировке ЦТ в сагиттальной плоскости [3–6]. У женщин после 64 лет наблюдается снижение функционирования мышц и суставов ног, а также спины. Для женщин 65–69 лет необходимо разработать комплекс физических упражнений, направленных в первую очередь на укрепление мышц и суставов ног, а также спины, что будет оказывать благоприятное воздействие на сохранение контроля целенаправленного движения ЦТ во всех плоскостях.

Поскольку представленные данные основаны на большой выборке обследуемых, то проведенные исследования позволили выявить общепопуляционные особенности скоординированных моторных реакций и целенаправленного движения ЦТ у женщин 60–69 лет, которые указывают на общие тенденции изменения компонентов постурального баланса при календарном возрасте. Использование этих данных в исследованиях, а именно учет значений МСТ выше третьего квартиля, а также теста RWS ниже первого квартиля у женщин данного возраста, позволяет выявить общепопуляционные изменения компонентов постурального баланса, которые необходимы для обнаружения пожилых женщин, склонных к падениям, а также изменению параметров сложнокоординационных и сложнодвигательных актов. В то же время, помимо общепопуляционных особенностей, становится, очевидным, изучение параметров МСТ и теста RWS у данной группы женщин, не испытавших ни одного падения. Эти результаты позволят охарактеризовать скоординированные моторные реакции и особенности целенаправленного движения ЦТ у женщин 60–69 лет с учетом сохранности (не подверженных изменениям) компонентов постурального баланса и тем самым обосновать значения параметров «нормального» баланса.

### **Список литературы**

1. Дёмин А.В., Гудков А.Б., и др. Возрастная характеристика постурального баланса у женщин 60–69 лет // Журнал медико-биологических исследований. – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 332–339.
2. NeuroCom International. Balance Manager Systems. Clinical Operations Guide. NeuroCom International, Inc., a division of Natus: Clackamas (OR). 2011. – 234 p.
3. Дёмин А.В., Гудков А.Б., Попова О.Н. Характеристика постурального реагирования и колебательных движений центра тяжести у женщин-погорельцев пожилого возраста // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2019. – № 2. – С. 303–308.

4. Falls, Gait and Balance Disorders in the Elderly: From Successful Aging to Frailty (Facts and Research in Gerontology) / C. LaFont, A. Baroni, M. Allard et al. New York: Springer Publishing Company, 1996. – 185 p.
5. Lord S.R., Close C.T., Sherrington C., Menz H.B. Falls in Older People: Risk Factors and Strategies for Prevention. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 408 p.
6. Shumway-Cook A. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice, 4th Edition / A. Shumway-Cook, M. Woollacott. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2011. – 656 p.
7. Vervoort G., Nackaerts E., Mohammadi F., et al. Which Aspects of Postural Control Differentiate between Patients with Parkinson's Disease with and without Freezing of Gait? // Parkinson's Disease. – 2013. Epub. URL: <https://www.hindawi.com/journals/pd/2013/971480> (дата обращения 16.03.2021). doi:10.1155/2013/971480

#### **The list of references**

1. Demin A.V., Gudkov A.B., et al. Vozrastnaya kharakteristika postural'nogo balansa u zhenshchin 60–69 let (Age Characteristics of Postural Balance in Women Aged 60–69 Years). Journal of Medical and Biological Research, 2018, vol. 6, no. 4, pp. 332–339.
2. NeuroCom International. Balance Manager Systems. Clinical Operations Guide. NeuroCom International, Inc., a division of Natus: Clackamas (OR). 2011. 234 p.
3. Dyomin A.V., Gudkov A.B., Popova O.N. Kharakteristika postural'nogo reagirovaniya i kolebatel'nykh dvizhenii tsentra tyazhesti u zhenshchin-pogorel'tsev pozhilogo vozrasta (Characteristics of postural response and oscillatory movements of the center of gravity in elderly female fire victims). Vestnik ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki 2019. no. 2, pp. 303–308.
4. Falls, Gait and Balance Disorders in the Elderly: From Successful Aging to Frailty (Facts and Research in Gerontology). C. LaFont, A. Baroni, M. Allard et al. New York: Springer Publishing Company, 1996. 185 p.
5. Lord S.R., Close C.T., Sherrington C., Menz H.B. Falls in Older People: Risk Factors and Strategies for Prevention. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 408 p.
6. Shumway-Cook A. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice, 4th Edition / A. Shumway-Cook, M. Woollacott. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2011. 656 p.
7. Vervoort G., Nackaerts E., Mohammadi F., et al. Which Aspects of Postural Control Differentiate between Patients with Parkinson's Disease with and without Freezing of Gait? // Parkinson's Disease. 2013. Epub. URL: <https://www.hindawi.com/journals/pd/2013/971480> (accessed 16.03.2021). doi:10.1155/2013/971480