

УДК [612.67+612.7] – 055.2

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТОВ ПОСТУРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ У ЖЕНЩИН 55–64 ЛЕТ

© 2016 г. ^{1,2}А. Б. Гудков, ²А. В. Дёмин, ²А. В. Грибанов, ³В. И. Торшин, ⁴Л. Е. Дерягина

¹Северный государственный медицинский университет; ²Институт медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск; ³Российский университет дружбы народов, г. Москва; ⁴Московский университет МВД РФ им. В. Я. Кикотя, г. Москва

Цель работы заключалась в выявлении возрастных особенностей компонентов постурального контроля у женщин 55–64 лет. Для комплексной оценки состояния функции равновесия у женщин пожилого возраста использовался компьютерный динамический постурографический (стабилометрический) комплекс «Smart Equitest Balance Manager». Проводились следующие тесты: Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Rhythmic Weight Shift (RWS). По данным SOT установили у женщин после 59 лет снижение качества функции равновесия в функциональных пробах 1–4 и степени участия соматосенсорной информации в контроле над балансом. Кроме того, сравнительный анализ выявил у них ослабление стратегии поддержания позы во всех шести функциональных пробах SOT. Однако не обнаружено возрастных изменений качества функции равновесия в пробах 5 и 6, результирующей оценки всего SOT, а также степени участия зрительной и вестибулярной информации в контроле над балансом. Данные MCT выявили замедление скорости координированных моторных реакций; RWS установил, что у женщин с 59 лет снижается качество управления центром тяжести при движении во фронтальном и сагиттальном направлениях, а также скорость движений центра тяжести в сагиттальном направлении.

Ключевые слова: компьютерная стабилометрия (постурография), постуральный контроль, пожилые женщины, гериатрический синдром падений

AGE CHARACTERISTICS OF POSTURAL CONTROL COMPONENTS IN WOMEN 55-64 YEARS OLD

^{1,2}A. B. Gudkov, ²A. V. Dyomin, ²A. V. Gribanov, ³V. I. Torshin, ⁴L. E. Deryagina

¹Northern State Medical University; ²Institute of Medical-Biological Research, Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk; ³Peoples' Friendship University of Russia, Moscow; ⁴Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia, Moscow, Russia

The purpose of the study was to reveal age characteristics of the components of postural control in women 55-64 years old. Computer dynamic stabilometrical complex «Smart Equitest Balance Manager» was used for the comprehensive evaluation of the equilibrium function in elderly women. The following tests were used: Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Rhythmic Weight Shift (RWS). On the basis of the analysis of postural control parameters and according to the SOT data, we have found a quality decrease of the equilibrium function in the functional tests 1-4, as well as reduction in the degree of involvement of the somatosensory information in the balance control in women after 59 years. In addition, comparative analysis also revealed a weakening of postural strategy in all six functional tests SOT. However, no age-related changes have been found in the quality of the equilibrium function (functional tests 5 and 6), being the result of SOT assessment, as well as the degree of involvement of visual and vestibular information in the balance control. The analysis of the MCT test has shown deceleration of coordinated motor reactions. RWS test analysis has shown that women from 59 years had a quality deterioration of gravity control center while moving in the frontal and sagittal directions, as well as speed reduction of the gravity center movements in the sagittal direction.

Keywords: computer posturography, postural control, elderly women, geriatric fallers

Библиографическая ссылка:

Гудков А. Б., Дёмин А. В., Грибанов А. В., Торшин В. И., Дерягина Л. Е. Возрастные особенности компонентов постурального контроля у женщин 55–64 лет // Экология человека. 2016. № 11. С. 35–41.

Gudkov A. B., Dyomin A. V., Gribanov A. V., Torshin V. I., Deryagina L. E. Age Characteristics of Postural Control Components in Women 55-64 Years Old. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 11, pp. 35-41.

Оценка возрастных особенностей функции равновесия продолжает оставаться одной из актуальных задач постурологии, поскольку знания о параметрах и наиболее выраженных этапах этих изменений — необходимое условие эффективной реабилитационной работы, направленной на сохранение постурального контроля, особенно у людей в пожилом и старческом возрасте [7]. Последние исследования свидетельствуют о том, что вредные привычки, трудовая деятельность в

неблагоприятных условиях, прогрессирование хронических заболеваний, среда проживания, экстремальные ситуации и многие другие факторы способствуют более ранним изменениям постурального контроля человека [2, 15]. Многообразие предпосылок определяет важность постоянных исследований возрастных особенностей функции равновесия для совершенствования стратегии реабилитационной работы с людьми разных возрастов. Кроме того, эти знания о возрастных из-

менениях функции равновесия полезны для формирования нормативной документации по профессиям, для которых особенно важно эффективное функционирование постурального контроля. В настоящее время нет точных данных об особенностях функции равновесия у женщин пенсионного возраста (55 лет и старше) и их изменениях после 59 лет [1, 2]. Поэтому цель работы – выявить возрастные особенности компонентов постурального контроля у женщин 55–64 лет.

Методы

Были обследованы 509 женщин в возрасте 55–64 лет (средний возраст ($M \pm SD$) – (59,9 \pm 3,0) года). Первую возрастную группу составили лица 55–59 лет ($n = 210$), вторую – 60–64 лет ($n = 299$). В группы исследования не были включены женщины, находящиеся на учете в психоневрологических диспансерах, имеющие в анамнезе инсульты, деменцию, черепно-мозговые травмы, а также постоянно проживающие в домах престарелых.

Для комплексной оценки состояния функции равновесия использовался компьютерный динамический постурографический (стабилометрический) комплекс «Smart Equitest Balance Manager» производства США. Проводились следующие тесты: Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Rhythmic Weight Shift (RWS).

Тест SOT основан на оценке способности человека эффективно обрабатывать отдельные сигналы сенсорных систем (зрительной, вестибулярной и соматосенсорной), участвующих в поддержании постурального контроля и управлении им. В данном тесте используются следующие функциональные пробы (Conditions): Condition N 1 (COND1) – при спокойном стоянии с открытыми глазами; COND2 – при спокойном стоянии с закрытыми глазами; COND3 – стояние с открытыми глазами при дестабилизирующем пространственном воздействии; COND4 – стояние с открытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности; COND5 – стояние с закрытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности; COND6 – стояние с открытыми глазами при полном дестабилизирующем пространственном воздействии и при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности. Оценивается особенность качества функции равновесия (Equilibrium Score) в шести функциональных пробах. Центр тяжести (ЦТ) здорового человека при спокойном стоянии может отклоняться вперед и назад в диапазоне примерно 12,5 градуса, сохраняя при этом устойчивое равновесие. Результаты испытания оцениваются путем сравнения углового отклонения ЦТ пациента в той или иной функциональной пробе с теоретическим максимумом и выражаются в баллах от 0 до 100. Равная 100 баллам Equilibrium Score (EQL) указывает на идеальную устойчивость человека. Представленная величина EQL (от 1 до 6) – это среднее значение трех выполненных попыток в той или иной функциональной пробе. EQL-CMP (Composite of all equilibrium scores) SOT – это со-

ставная результирующая оценка всего теста, включающая в себя среднее значение трех выполненных попыток COND1 и COND2 и сумму всех выполненных попыток COND3–6. Данный показатель позволяет характеризовать адаптационные возможности качества функции равновесия пациента и его статические нейрофизиологические механизмы постурального контроля. Как и EQL, у здорового человека EQL-CMP должна стремиться к 100 баллам.

Анализ SOT позволяет дать качественную оценку сенсорных систем, участвующих в постуральном контроле. Расчет производили следующим образом: степень участия соматосенсорной информации в контроле над балансом (RAT-SOM) равна отношению среднего показателя трех выполненных попыток COND2 к среднему показателю трех выполненных попыток COND1; степень участия зрительной информации в постуральном контроле (RAT-VIS) – отношению среднего показателя трех выполненных попыток COND4 к среднему показателю трех выполненных попыток COND1; степень участия вестибулярной информации в контроле над балансом (RAT-VEST) – отношению среднего показателя трех выполненных попыток COND5 к среднему показателю трех выполненных попыток COND1; степень предпочтения зрительной информации в постуральном контроле под воздействием факторов окружающей среды (RAT-PREF) равна отношению показателей суммы средних значений COND3 и COND6, деленному на сумму показателей средних значений COND2 и COND5. Все полученные данные были умножены на 100 %.

Кроме того, SOT также дает возможность проанализировать стратегию поддержания позы человека (Strategy). При спокойном стоянии на устойчивой поверхности медленные возмущения ЦТ у человека компенсируются преимущественно за счет изменения положения голеностопных суставов (голеностопная стратегия). При быстром возмущении ЦТ или при стоянии на неустойчивой поверхности человек использует для стабилизации равновесия тазобедренные суставы (тазобедренная стратегия). Показатель Strategy (от 1 до 6), равный или стремящийся к 100 %, свидетельствует о преобладании голеностопной стратегии в постуральном контроле, а равный или стремящийся к 0 % – о преобладании тазобедренной. В работе данный показатель представлен как среднее значение трех выполненных попыток в той или иной функциональной пробе.

Тест MCT позволяет оценить способность постуральной системы человека быстро восстанавливаться после неожиданных внешних воздействий в виде толчков опорной платформы в направлениях вперед или назад с разными темпами: слабых (со скоростью 2,8 град./с, равной смещению ЦТ на 0,7 град.), средних (6 град./с, равной смещению ЦТ на 1,8 град.) и сильных (8 град./с, равной смещению ЦТ на 3,2 град.). Одним из важных параметров данного теста является показатель Latency (LAT), который характеризует количество времени (мс) от

момента начала толчков разной интенсивности до начала активной реакции обеих ног пациента для удержания равновесия и сохранения ЦТ в пределах базы поддержки его опоры. Величина Composite of all latencies (LAT-CMP) включает в себя среднее значение реакции обеих ног пациента 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. Скорость мишени при медленных движениях влево/вправо составляет 2,67 градуса в секунду; при средних движениях влево/вправо – 4; при быстрых движениях влево/вправо – 8; при медленных движениях мишени вперед/назад – 1,78; при средних движениях вперед/назад – 2,68; при быстрых движениях вперед/назад – 5,35. Способность управлять движением ЦТ в заданном направлении, замедлять, ускорять его и быстро менять направление, реципрокно двигаться и адаптироваться к временным ограничениям является составной частью нормального постурального контроля. Измеряемые параметры данного теста – это осевая скорость (On-Axis Velocity) и контроль направления (Directional Control).

On-Axis Velocity (V) – это скорость движения ЦТ (град./с) в заданном направлении. В первой пробе учитывается лишь скорость движения пациента в направлении влево/вправо (left/right – L/R), а любые другие скорости движений ЦТ являются излишними. Mean V-L/R – это среднее значение показателей скоростей при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях влево/вправо. Во второй пробе учитывается лишь скорость движения пациента в направлениях вперед/назад (forward/backward – F/B), все остальные скорости перемещения ЦТ являются излишними. Mean V-F/B – это среднее значение показателей скоростей 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 качество управления движением ЦТ во фронтальном и сагиттальном направлениях. Выражается данный показатель в процентах. Если все движения пациента направлены к мишени (прямая линия), то количество излишних движений будет равно нулю, соответственно наилучший результат контроля направления будет равен 100 %. Использовали следующие показатели DC: Mean DC-L/R – среднее значение контроля направления при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях влево/вправо; Mean DC-F/B – среднее значение контроля направления при медленных, средних и быстрых движениях ЦТ в направлениях вперед/назад.

Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием компьютерной

программы SPSS 22. В связи с тем, что не во всех выборках обнаружено нормальное распределение показателей, параметры по группам оценивались и представлены медианой (Me) и процентильным интервалом 25–75 (Q1–Q3). Для сравнения групп и исследования связей использовался непараметрический статистический метод (тест Манна – Уитни для сравнения двух независимых выборок), а для выявления наличия связей между показателями – коэффициент корреляции ρ -Спирмена. Пороговый уровень статистической значимости соответствовал значению критерия $p \leq 0,05$.

Результаты

При сравнительной оценке SOT установлено (табл. 1), что медиана и третий квартиль EQL-1 были одинаковы у обследованных обеих возрастных групп, а первый квартиль был выше у женщин 55–59 лет (критерий U Манна – Уитни = 23 720,0; $p < 0,001$). Таким образом, у женщин старше 59 лет наблюдается тенденция к снижению качества функции равновесия при спокойном стоянии с открытыми глазами ниже 95 баллов.

Таблица 1
Результаты Sensory Organization Test, Me (Q1–Q3)

Показатель	Женщины 55–59 лет (n=210)	Женщины 60–64 лет (n=299)	p
EQL-1, баллы	95,0 (95,0–96,0)	95,0 (94,0–96,0)	< 0,001
Strategy-1, %	99,0 (98,0–100,0)	98,0 (98,0–99,0)	0,001
EQL-2, баллы	93,0 (91,0–94,5)	92,0 (89,0–94,0)	< 0,001
Strategy-2, %	98,0 (97,0–99,0)	98,0 (96,0–99,0)	0,008
EQL-3, баллы	91,0 (87,0–93,0)	89,0 (86,0–92,0)	0,010
Strategy-3, %	98,0 (96,0–98,0)	97,0 (95,0–98,0)	0,013
EQL-4, баллы	87,0 (82,5–91,0)	85,0 (80,0–90,0)	0,014
Strategy-4, %	89,0 (85,0–92,0)	87,0 (83,0–90,0)	0,001
EQL-5, баллы	64,0 (56,0–71,0)	63,0 (53,0–70,0)	0,131
Strategy-5, %	76,0 (70,0–81,0)	74,0 (68,0–79,0)	0,001
EQL-6, баллы	62,0 (53,0–71,0)	62,0 (53,0–71,0)	0,917
Strategy-6, %	77,0 (70,0–80,0)	74,0 (68,0–74,0)	< 0,001
EQL – CMP, баллы	77,8 (73,6–82,2)	76,9 (71,8–81,5)	0,137
RAT – SOM, %	97,9 (94,8–98,9)	96,9 (94,7–98,9)	0,031
RAT – VIS, %	90,6 (86,9–94,8)	90,4 (85,2–94,7)	0,118
RAT – VEST, %	67,7 (59,2–74,6)	66,3 (56,0–73,6)	0,250
RAT – PREF, %	97,9 (92,1–101,8)	98,1 (93,9–103,6)	0,074

Анализ Strategy-1 обнаружил, что первый квартиль был одинаковый в обеих группах, а у женщин 55–59 лет медиана и третий квартиль были выше, чем у обследованных 60–64 лет (критерий U Манна – Уитни = 26 093,0; $p = 0,001$). Установлено, что у женщин после 59 лет происходит ослабление стратегии поддержания позы при спокойном стоянии с открытыми глазами.

Характеристика EQL-2 показала, что все квар-

тили у обследованных 55–59 лет были выше, чем у лиц второй группы (U Манна – Уитни = 25 304,0; $p < 0,001$). Из этого следует, что у женщин после 59 лет снижается качество функции равновесия при спокойном стоянии с закрытыми глазами.

У женщин 55–59 лет медиана и третий квартиль Strategy-2 были одинаковыми, а первый квартиль выше по сравнению с показателем женщин 60–64 лет (U Манна – Уитни = 27 063,0; $p = 0,008$). Следовательно, у женщин старше 59 лет наблюдается тенденция к снижению стратегии поддержания позы при спокойном стоянии с закрытыми глазами ниже 97 %.

Все квартили EQL-3 у женщин 55–59 лет были выше, чем у лиц 60–64 лет (U Манна – Уитни = 27 063,5; $p = 0,010$). Результаты пробы стоя с открытыми глазами при дестабилизирующем пространственном воздействии указывают на снижение у женщин после 59 лет качества функции равновесия.

Анализ Strategy-3 обнаружил, что у женщин 55–59 лет медиана и первый квартиль были выше, а третий квартиль совпадал с показателем обследуемых 60–64 лет (статистика U Манна – Уитни = 27 258,0; $p = 0,013$). Полученные результаты исследования указывают на снижение у женщин после 59 лет стратегии поддержания позы в пробе стоя с открытыми глазами при дестабилизирующем пространственном воздействии.

Сравнительная оценка EQL-4 установила, что все квартили у женщин 55–59 лет были выше, чем у обследованных 60–64 лет (U Манна – Уитни = 27 263,5; $p = 0,014$). Данные говорят о снижении у женщин после 59 лет качества функции равновесия в пробе стоя с открытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности.

Анализ Strategy-4 показал, что все квартили у женщин 55–59 лет были выше, чем у женщин 60–64 лет (U Манна – Уитни = 25 967,0; $p = 0,001$). Эти данные свидетельствуют об ослаблении у женщин после 59 лет стратегии поддержания позы в пробе стоя с открытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности.

Сравнительная оценка EQL-5 у обследованных в возрасте 55–64 лет не выявила статистически значимых различий ($p > 0,1$). Это позволяет сделать вывод об отсутствии изменений качества функции равновесия в пробе стоя с закрытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности у женщин старше 59 лет.

Обнаружено, что все квартили Strategy-5 у обследованных 55–59 лет были выше, чем во второй группе (U Манна – Уитни = 25 671,0; $p = 0,001$). Это указывает на ослабление у женщин после 59 лет стратегии поддержания позы в пробе стоя с закрытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности.

Анализ EQL-6 не выявил статистически значимых различий ($p > 0,1$), при этом все квартили данного показателя в обеих возрастных группах были одинаковыми. Результаты исследования позволяют сделать

вывод об отсутствии возрастных изменений качества функции равновесия в пробе стоя с открытыми глазами при полном дестабилизирующем воздействии (как пространственном, так и опорной поверхности) у женщин после 59 лет.

Все квартили Strategy-6 у женщин 55–59 лет были выше по сравнению с показателями лиц 60–64 лет (U Манна – Уитни = 25 121,0; $p < 0,001$). У женщин после 59 лет снижается стратегия поддержания позы в пробе стоя с открытыми глазами при полном дестабилизирующем воздействии (как пространственном, так и опорной поверхности).

Сравнительная характеристика возрастных особенностей EQL-CMP двух групп женщин не выявила статистически значимых различий ($p > 0,1$). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что у женщин после 59 лет не происходит изменений адаптационных возможностей функции равновесия, а также статических нейрофизиологических механизмов пострального контроля.

У женщин 55–59 лет медиана и первый квартиль RAT-SOM были выше, а третий квартиль был таким же, как у женщин 60–64 лет (U Манна – Уитни = 27 731,0; $p = 0,031$). Выявленные данные позволяют сделать вывод, что у женщин после 59 лет снижается степень участия соматосенсорной информации в контроле над балансом.

Анализ возрастных особенностей RAT-VIS и RAT-VEST не обнаружил статистически значимых различий ($p > 0,1$). Это еще раз доказывает важность зрительной и вестибулярной информации в контроле над балансом у женщин 60 лет и старше [15], что будет положительно отражаться на продолжительности их жизни.

При сравнительной оценке возрастных особенностей RAT-PREF у обследованных обнаружены различия на уровне статистической тенденции ($p \leq 0,1$). При этом все квартили данного показателя у женщин 55–59 лет были ниже, чем у женщин 60–64 лет. Полученные результаты позволяют предположить, что у женщин 55–59 лет снижается степень предпочтения зрительной информации в контроле над балансом под воздействием факторов окружающей среды, что, по-видимому, будет негативно отражаться на продолжительности их жизни после 59 лет.

У женщин 55–59 лет все квартили CMP-LAT MCT (табл. 2) были ниже, чем у женщин 60–64 лет (U Манна – Уитни = 26 776,5; $p = 0,006$). Установлено замедление скорости координированных моторных реакций у женщин после 59 лет. Анализ коэффициентов ранговой корреляции Спирмена обнаружил обратные умеренные связи между показателями CMP-LAT и EQL-CMP (ρ -Спирмена = $-0,380$, с учетом поправки Бонферрони, $p < 0,001$), а также между показателями CMP-LAT и RAT-VEST (ρ -Спирмена = $-0,330$, с учетом поправки Бонферрони, $p < 0,001$). Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: во-первых, замедление координированных моторных реакций у женщин в возрасте 55–64 лет будет при-

водить к снижению адаптационных возможностей функции равновесия; во-вторых, снижение степени участия вестибулярной информации в контроле над балансом вызовет замедление координированных моторных реакций у женщин 55–64 лет.

Таблица 2

Результаты Motor Control Test и Rhythmic Weight Shift, Me (Q1–Q3)

Показатель	Женщины 55–59 лет (n=210)	Женщины 60–64 лет (n=299)	p
Motor Control Test			
СМР – LAT, мс	129 (125–136)	131 (126–138)	0,006
Rhythmic Weight Shift			
Mean DC – L/R, %	90,0 (87,0–91,0)	89,0 (86,0–90,0)	< 0,001
Mean DC – F/B, %	83,0 (76,0–87,0)	80,0 (72,0–85,3)	0,001
Mean V – L/R, град./с	8,5 (7,2–10,1)	8,1 (6,7–9,6)	0,052
Mean V – F/B, град./с	5,4 (4,3–6,5)	4,9 (3,7–6,1)	< 0,001

Сравнительная оценка возрастных особенностей теста RWS установила, что все квартили показателей Mean DC-L/R (U Манна – Уитни = 25 411,5; $p < 0,001$) и Mean DC-F/B (U Манна – Уитни = 26 791,5; $p = 0,001$) у женщин 55–59 лет были выше, чем у женщин 60–64 лет. Можно сделать вывод, что у женщин после 59 лет снижается качество управления ЦТ во фронтальном и сагиттальном направлениях. Изучение ранговой корреляции Спирмена выявило прямые умеренные связи между показателями Mean DC-L/R и EQL-CMP (ρ -Спирмена = 0,327 с учетом поправки Бонферрони, $p < 0,001$), а также между показателями Mean DC-F/B и EQL-CMP (ρ -Спирмена = 0,309 с учетом поправки Бонферрони, $p < 0,001$). Кроме того, установлены прямые умеренные связи между Mean DC-F/B и RAT-SOM (ρ -Спирмена = 0,309 с учетом поправки Бонферрони, $p < 0,001$). Можно сделать следующие выводы: во-первых, снижение качества управления ЦТ во фронтальном и сагиттальном направлениях у женщин в возрасте 55–64 лет будет негативно отражаться на адаптационных способностях функции равновесия; во-вторых, снижение степени участия соматосенсорной информации в контроле над балансом у женщин 55–64 лет приведет к снижению качества управления ЦТ в сагиттальном направлении.

У женщин 55–64 лет при сравнении Mean V-L/R обнаружены возрастные различия на уровне статистической тенденции ($p \leq 0,1$). При этом все квартили данного показателя у женщин 55–59 лет были выше. Также выявлено, что все квартили Mean V-F/B у женщин 55–59 лет были выше, чем у женщин 60–64 лет (U Манна – Уитни = 25 547,5; $p < 0,001$). Следовательно, у женщин после 59 лет снижается скорость движений ЦТ в сагиттальном направлении, а также существует риск снижения скорости движений ЦТ во фронтальном направлении. Анализ коэффициентов ранговой корреляции Спирмена обнаружил прямые

умеренные связи между показателями Mean V-F/B и EQL-CMP (ρ -Спирмена = 0,306 с учетом поправки Бонферрони, $p < 0,001$). Можно сделать вывод, что снижение скорости движений ЦТ в сагиттальном направлении у женщин в возрасте 55–64 лет будет негативно отражаться на адаптационных способностях функции равновесия.

Обсуждение результатов

На основании анализа возрастных особенностей параметров постурального контроля по данным SOT у обследованных 55–64 лет можно заключить, что у женщин после 59 лет снижается качество функции равновесия в COND1–4, степень участия соматосенсорной информации в контроле над балансом. Однако возрастные изменения качества функции равновесия в COND5 и COND6, а также результирующей оценки всего SOT не обнаружены. Кроме того, у женщин после 59 лет не выявлено снижения степени участия зрительной и вестибулярной информации в контроле над балансом. На основании полученных данных можно сделать следующие выводы: во-первых, у женщин после 59 лет снижается качество функции равновесия (при спокойном стоянии как с открытыми, так и закрытыми глазами), наблюдается тенденция к ослаблению механизмов перестройки позы при различных воздействиях (пространственном и опорной поверхности); во-вторых, у них не наблюдается адаптационных изменений качества функции равновесия, статических нейрофизиологических механизмов постурального контроля; и в-третьих, еще раз доказана важность сохранения высокой степени участия зрительной и вестибулярной информации в контроле над балансом у женщин в пожилом и старческом возрасте [15]. По-видимому, все эти изменения будут оказывать негативное влияние на продолжительность жизни у женщин.

В возрасте 60–64 лет у женщин изменяется стратегия поддержания позы во всех шести функциональных пробах SOT. В большинстве современных публикаций по анализу данного теста показателями Strategy 1–6 уделяется мало внимания, либо их вообще не рассматривают [9]. Strategy SOT позволяет оценить стратегию реагирования для удержания позы, характеризующую использование движений около лодыжек, бедер и верхней части тела обследуемого для сохранения устойчивого равновесия в той или иной функциональной пробе. Колебания в пределах голеностопных суставов характеризуются низкими частотами (0,5 Гц и ниже), в то время как колебания в пределах тазобедренных – высокими (от 1 Гц и выше) [12]. Преобладание тазобедренной стратегии в поддержании баланса у обследуемого повышает скорость и площадь колебания ЦТ, которые, как известно, являются важными и информативными количественными показателями компьютерной стабилометрии, наиболее чувствительными к возрастным изменениям постурального контроля [5, 6]. Таким образом, полученные результаты и выводы других авторов указывают на повышение у женщин после 59 лет скорости и площади колебания ЦТ. Y. Fukuoка

и соавт. [10] обнаружили, что соматосенсорная информация в контроле над балансом у обследуемых играла доминирующую роль, когда они, сохраняя равновесие, полагались на голеностопную стратегию. Можно сделать вывод, что уменьшение степени участия соматосенсорной информации в контроле над балансом будет приводить к изменению стратегии поддержания позы во всех функциональных пробах SOT.

В возрастных изменениях статических компонентов пострального контроля у людей при старении, по данным SOT, можно выделить два этапа: первый — увеличение скорости и площади колебания ЦТ, т. е. изменение количественных показателей компьютерной стабилотрии (постурографии); второй — снижение качества функции равновесия, т. е. качественных показателей компьютерной стабилотрии (постурографии). Поскольку EQL-CMP — это составная результирующая оценка всего SOT, то наши исследования обосновывают важность определения такого же показателя для стратегии поддержания позы человека (Composite of all Strategy (Strategy-CMP)), который позволит оценить общие тенденции преобладания и адаптационные возможности стратегии поддержания позы обследуемого. Данный показатель мы предлагаем рассчитывать как среднее значение Strategy каждого из шести тестов.

Некоторые авторы [15] отмечают, что снижение показателя результирующей оценки SOT у людей старше 54 лет может быть следствием уменьшения у них физической и социальной активности, которые являются одними из определяющих факторов изменения пострального контроля при старении. Можно предположить, что у женщин после 59 лет не происходит изменений физической и социальной активности, что оказывает благоприятное воздействие на адаптационные возможности функции равновесия, а также статические нейрофизиологические механизмы пострального контроля.

Анализ результатов МСТ обследованных женщин позволяет сделать вывод: в возрасте 60–64 лет у них наблюдается ослабление нервно-мышечных реакций, что приводит к снижению адаптационных возможностей моторных компонентов к быстрому реагированию на изменения ЦТ в пределах базы поддержки его опоры. Изменение этого компонента способствует снижению скорости ходьбы и тем самым косвенно ухудшает мобильность [15]. Некоторые исследователи отмечают, что нарушение баланса во фронтальной плоскости у пожилых лиц негативно отражается на параметрах простой и сложной ходьбы [13]. Таким образом, у женщин после 59 лет будет наблюдаться тенденция снижения параметров простой и сложной ходьбы. В связи с этим необходимо провести оценку возрастных особенностей пострально-моторного контроля у женщин 55–64 лет.

S. Clark и D. J. Rose [8] отмечают, что мышцы нижних конечностей и мышцы спины играют существенную роль в корректировке баланса в сагиттальной плоскости. На основании этих утверждений

можно сделать следующий вывод: у женщин после 59 лет наблюдается изменение функционирования мышц и суставов ног, а также спины. Возможно, значительное ухудшение качества управления ЦТ во фронтальном и сагиттальном направлениях является первым признаком развития симптома скованности движений у людей в пожилом и старческом возрасте, сопутствующего ряду нервных заболеваний и заболеваний опорно-двигательного аппарата, в особенности суставов.

В предыдущих работах [2, 3] уже отмечалось, что повышение скорости и площади ЦТ, снижение управления балансом при движении во фронтальной и сагиттальной плоскостях негативно отражаются на психоэмоциональном состоянии пожилых людей. Можно предположить, что у женщин после 59 лет значительно повышается риск ухудшения психоэмоционального состояния. Необходимы исследования, направленные на характеристику возрастных особенностей психоэмоционального состояния женщин 55–64 лет.

Повышение скорости и площади ЦТ, замедление скорости координированных моторных реакций, снижение степени участия соматосенсорной информации в контроле над балансом, а также качества управления ЦТ во фронтальном и сагиттальном направлениях у пожилых людей повышает риск развития у них гериатрического синдрома падений [4, 14]. Известно, что проблема падений в основном характерна для людей 65 лет и старше [2, 3, 15]. В связи с этим можно предположить, что у женщин после 59 лет существует риск ранних изменений функции постральной стабильности, способствующих развитию гериатрического синдрома падений раньше 65-летнего возраста. Наши исследования обосновывают важность повсеместного внедрения компьютерной стабилотрии (постурографии) в практику гериатрии для ежегодного мониторинга состояния пострального контроля у лиц пожилого и старческого возраста. Это позволит своевременно выявлять у них изменения функции равновесия и снижать риск падений, тем самым оказывая положительное влияние на качество и продолжительность их жизни [2].

Сегодня хорошо известно, что физические упражнения в пожилом и старческом возрасте положительно влияют на показатели функции равновесия и сенсорную организацию пострального контроля, а также на функционирование опорно-двигательного аппарата [11, 15]. В связи с этим для лиц 60 лет и старше необходимо разработать и повсеместно внедрить комплекс физических упражнений, которые будут благоприятно воздействовать на статические и динамические компоненты пострального контроля. Со временем это должно привести к развитию геронтологической физической культуры как комплекса физкультурно-оздоровительных мер, направленных на реабилитацию и адаптацию людей в пожилом и старческом возрасте к возрастным и социальным изменениям, на преодоление барьеров, препятствующих процессу их успешного старения.

Список литературы

1. Белозерова Л. М. Работоспособность и возраст. Том избранных трудов. Пермь : Прикамский социальный институт, 2001. 328 с.
2. Гудков А. Б., Дёмин А. В., Грибанов А. В. Постуральный баланс у пожилого человека на Севере. Архангельск : ОАО «Соломбальская типография», 2014. 190 с.
3. Гудков А. Б., Дёмин А. В. Особенности пострурального баланса у мужчин пожилого и старческого возраста с синдромом страха падения // Успехи геронтологии. 2012. Т. 25, № 1. С. 166–170.
4. Дёмин А. В., Гудков А. Б., Грибанов А. В. Особенности поструральной стабильности у мужчин пожилого и старческого возраста // Экология человека. 2010. № 12. С. 50–54.
5. Кубряк О. В., Гроховский С. С. Практическая стабилметрия. Статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М. : ООО «ИПЦ „Маска“», 2012. 88 с.
6. Сковорцов Д. В. Стабилметрическое исследование : краткое руководство. М. : Маска, 2010. 176 с.
7. Cherry K. E., Brown J. S., Kim S., Jazwinski S. M. Social Factors and Healthy Aging: Findings from the Louisiana Healthy Aging Study (LHAS) // Kinesiology review. 2016. Vol. 5, N 1. P. 50–56.
8. Clark S., Rose D. J. Evaluation of dynamic balance among community-dwelling older adult fallers: A generalizability study of the limits of stability test // Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001. Vol. 82, N 4. P. 468–474.
9. De-la-Morena J. M., Alguacil-Diego I. M., Molina-Rueda F., Ramiro-González M., Villafañe J. H., Fernández-Carnero J. The Mulligan ankle taping does not affect balance performance in healthy subjects: a prospective, randomized blinded trial // Journal of physical therapy science. 2015. Vol. 27, N 5. P. 1597–1602.
10. Fukuoka Y., Nagata T., Ishida A., Minamitani H. Characteristics of somatosensory feedback in postural control during standing // IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 2001. Vol. 9, N 2. P. 145–153.
11. Granacher U., Gollhofer A., Hortobágyi T., Kressig R. W., Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review // Sports medicine (Auckland, N.Z.). 2013. Vol. 43, N 7. P. 627–641.
12. Horak F. B., Nashner L. M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations // Journal of neurophysiology. 1986. Vol. 55, N 6. P. 1369–1381.
13. Hurt C. P., Rosenblatt N., Crenshaw J. R., Grabiner M. D. Variation in trunk kinematics influences variation in step width during treadmill walking by older and younger adults // Gait and posture. 2010. Vol. 31, N 4. P. 461–464.
14. Lázaro M., Cuesta F., León A., Sánchez C., Feijoo R., Montiel M., Ribera J. M. Valor de la posturografía en ancianos con caídas de repetición [Elderly patients with recurrent falls. Role of posturographic studies] // Medicina clínica. 2005. Vol. 124, N 6. P. 207–210.
15. 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.

References

1. Belozerova L. M. *Rabotosposobnost' i vozrast. Tom izbrannih trudov* [Efficiency and age. Volume of the selected works]. Perm, Prikamsky Social Institute, 2001, 328 p.
2. Gudkov A. B., Dyomin A. V., Gribanov A. V. *Postural'nyi balans u pozhilogo cheloveka na Severe* [Postural balance in an elderly person in the North]. Arkhangelsk, 2014, 190 p.

3. Gudkov A. B., Dyomin A. V. Peculiarities of postural balance in elderly and senile males with a syndrome of fear of falling. *Uspehy gerontologii* [Advances in gerontology]. 2012, 25 (1), pp. 166-170. [in Russian]

4. Dyomin A. V., Gudkov A. B., Gribanov A. V. Peculiarities of postural stability in elderly and senile men. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 12, pp. 50-54. [in Russian]

5. Kubryak O. V., Grohovskii, S. S. *Prakticheskaya stabilometriya. Staticheskie dvigatel'no-kognitivnye testy s biologicheskoi obratnoi svyaz'yu po opornoj reakzii* [Practical stabilometry. Static motor-cognitive tests with biofeedback for the support reaction]. Moscow, 2012, 88 p.

6. Skvorzov D. V. *Stabilometricheskoe issledovanie. Kраткое руководство*. [Stabilometric study. Quick Guide]. Moscow, 2010, 176 p.

7. Cherry K. E., Brown J. S., Kim S., Jazwinski S. M. Social Factors and Healthy Aging: Findings from the Louisiana Healthy Aging Study (LHAS). *Kinesiology review*. 2016, 5 (1), pp. 50-56.

8. Clark S., Rose D. J. Evaluation of dynamic balance among community-dwelling older adult fallers: A generalizability study of the limits of stability test. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001, 82 (4), pp. 468-474.

9. De-la-Morena J. M., Alguacil-Diego I. M., Molina-Rueda F., Ramiro-González M., Villafañe J. H., Fernández-Carnero J. The Mulligan ankle taping does not affect balance performance in healthy subjects: a prospective, randomized blinded trial. *Journal of physical therapy science*. 2015, 27 (5), pp. 1597-1602.

10. Fukuoka Y., Nagata T., Ishida A., Minamitani H. Characteristics of somatosensory feedback in postural control during standing. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. 2001, 9 (2), pp. 145-153.

11. Granacher U., Gollhofer A., Hortobágyi T., Kressig R. W., Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N. Z.)*. 2013, 43 (7), pp. 627-641.

12. Horak F. B., Nashner L. M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of neurophysiology*. 1986, 55 (6), pp. 1369-1381.

13. Hurt C. P., Rosenblatt N., Crenshaw J. R., Grabiner M. D. Variation in trunk kinematics influences variation in step width during treadmill walking by older and younger adults. *Gait and posture*. 2010, 31 (4), pp. 461-464.

14. Lázaro M., Cuesta F., León A., Sánchez C., Feijoo R., Montiel M., Ribera J. M. Valor de la posturografía en ancianos con caídas de repetición [Elderly patients with recurrent falls. Role of posturographic studies]. *Medicina clínica*. 2005, 124 (6), pp. 207-210.

15. 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.

Контактная информация:

Дёмин Александр Викторович — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрофизиологии и ВНД института медико-биологических исследований ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» Министерства образования и науки Российской Федерации

Адрес: 163045, г. Архангельск, пр. Бадигина, д. 3
E-mail: adi81@yandex.ru