**УДК 612.821**

**сравнение постурального контроля на устойчивой и подвижной опорах**

Николаев Р.Ю., кандидат биологических наук,

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск

Смирнова П.А., методист,

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Ярославль

Мельников А.А., доктор биологических наук, профессор

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва

**COMPARISON OF POSTURAL CONTROL ON solid and MOBILE SUPPORTs**

Nikolaev R. Yu., Candidate of biological sciences,

Rybinsk State Aviation Technical University named after P.A. Solovyov, Rybinsk.

Smirnova P.A., specialist, Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D.Ushinsky, Yaroslavl.

 Melnikov A.A. Doctor of Biological Sciences, Professor. Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow.

**Аннотация.** Целью работы было исследовать особенности постурального контроля в одноопорной вертикальной позе на твердой устойчивой платформе (Плт) и подвижной в сагиттальной плоскости опоре - пресс-папье (ПрПа). Устойчивость позы у здоровых молодых девушек (n=33) оценивали с помощью скорости колебаний общего центра давления (V-ОЦД, стабилография) и скорости колебаний углов в голеностопном (V-ГСС), коленном (V-КС) и тазобедренном суставах (V-ТБС) с помощью гониометрических датчиков. Установлено, что в стойке на ПрПа V-ОЦД, а также V колебаний в ГСС, КС и ТБС суставах были существенно больше, чем на твердой опоре (все р<0,001). Прирост V-ОЦД на 20% был связан с увеличением V-ГСС (r=0,61; p=0,001), V-КС (r=0,57; p<0,001) и V-ТБС (r=0,62; p<0.001). Однако множественный регрессионный анализ выявил прирост скоростей колебаний в ТБС и КС в качестве главных независимых факторов, определяющих увеличение V-ГСС в стойке на пресс-папье. Кроме того, V-ОЦД, V-ГСС, V-КС и V-ТБС в стойке на твердой платформе коррелировали с одноименными показателями в стойке на пресс-папье (все r=0,82-0,92). Таким образом, увеличение скорости колебаний ОЦД в стойке на пресс-папье, в большей мере, связано с приростом колебаний в ТБС и КС суставах. Кроме того, способность сохранять постуральную устойчивость в более сложных условиях стояния на подвижной опоре, в целом, сохраняется такой же, как и в простых условиях твердой опоры.

**Ключевые слова**: *постуральный баланс, стабилография, гониометрия, пресс-папье*

Annotation. The aim of the study was to investigate the features of postural control during static one-legged stance on a solid stable platform (Plt) and on a movable in the sagittal plane support (a see-saw device, SeS). The postural stability in healthy young girls (n=33) was assessed using the velocity of oscillations of the common center of pressure (V-COP, stabilography), angular velocities in hip (V-HJ), knee (V-KJ), ankle (V-AJ) joints using goniometric sensors. It was established that in the stance on SeS, V-COP, as well as V-HJ, V-KJ, V-AJ joints were significantly greater than on the solid support (all p<0.001). A 20% increase in V-COP was associated with increases in V-AJ (r=0,61; p=0,001), V-KJ (r=0,57; p <0,001) and V-HJ (r = 0,62; p<0,001). However, multiple regression analyzes revealed that the increases in V-HJ and V-KJ were the main independent factors determining the increase in V-COP in the see-saw. In addition, V-COP, V-AJ, V-KJ and V-HJ during standing on a solid platform correlated with the same indicators during the see-saw test (all r=0,82-0,92). Thus, the increase in the velocity of COP oscillations on the see-saw is more related to the increase in oscillations in hip and knee joints. In addition, the ability to maintain postural stability in more difficult standing conditions on a movable support, in general, remains the same as in simple standing conditions on the solid support.

**Keywords:** postural balance, stabilography, goniometry, a see-saw platform

**Введение.** Исследование устойчивости вертикальной позы имеет важное практическое значение. Показатели устойчивости позы могут служить мерой развития координационных способностей человека, в частности функции равновесия тела [1], а также – показателями различных нарушений в системах, ответственных за постуральный баланс [4]. Как правило, устойчивость позы определяют в биопорной стойке на твердой платформе. Увеличение амплитуды колебаний общего центра давления и скорости колебаний указывает на снижение постуральной устойчивости [1, 2, 5]. Однако во многих исследованиях с участием высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в развитии равновесия тела, не выявлено снижения амплитуд и/или скорости колебаний ОЦД в обычных условиях стояния на твердой опоре [2]. Причем различия выявлялись в более сложных условиях стояния, например, в одноопорной стойке [5] или на подвижной пресс-папье. Можно предположить, что показатели колебания позы в разных условиях стояния не связаны между собой и регулируются разными механизмами. Таким образом, целью нашей работы было исследовать особенности постурального контроля в одноопорной вертикальной позе на твердой устойчивой и подвижной опорах.

**Организация и методы исследования.** Обследованы молодые, без патологий в опорно-двигательном аппарате и нервной системе не занимающиеся спортом девушки-студентки (n=33), но имеющие двухразовые занятия в неделю по вузовской дисциплине «Физическая культура». Возраст – 18-22 года, масса тела – 43,6-69,7 кг, длина тела – 150-178 см.

Анализ устойчивости вертикальной позы определяли в одноопорном стойке (на не ведущей ноге) с открытыми глазами в двух положениях: 1) на твердой стбилоаплатформе (Плт) и 2) на подвижной по сагиттали пресс-папье (радиус полукруга 60 см, высота 10 см. ПрПа). Анализ колебаний ОЦД определяли с помощью аппаратно-програмного стабилографического комплекса «Neurocor Trast-M» (Москва. Россия). Испытуемые принимали удобное положение стоя на одной ноге, взгляд направлялся на белый круг, расположенный спереди на уровне глаз, руки были скрещены перед грудью, правая нога была согнута в коленном суставе на 90 градусов. Продолжительность обоих тестов составила 40 сек. Для анализа устойчивости позы использовали показатели: 1) V-ОЦД (мм/сек) – линейная средняя скорость колебания общего центра давления (ОЦД); 2) V-ГСС, V-КС, V-ТБС (град/сек) - угловые скорости колебаний в голеностопном (ГСС), коленном (КС) и тазобедренном (ТБС) суставах в сагиттальной плоскости. Показатели колебания в суставах регистрировали с помощью 4-х датчиков-гироскопов («Neurocor Trast-M»). Датчики крепились эластичной лентой на стопе, голени, бедре опорной ноги и спине (L4-L5).

Статистика. Описательная статистика, сравнительный и корреляционный анализ проведены в программе Statistica V6.0.

**Результаты и их обсуждение**

Устойчивость вертикальной позы на неустойчивой опоре – пресс-папье, снижалась по всем показателям. V-ОЦД, V-ГСС, V-КС и V-ТБС повышались на 20,0% (р=0,0001), 40,0% (р=0,0001), 24,1% (р=0,0001) и 34,0% (р=0,0001), соответственно для ОЦД, ГСС, КС И ТБС. Прирост V-ОЦД при переходе на ПрПа коррелировал с увеличением угловых скоростей в ТБС (r=0,62; p<0,001), КС (r=0,57; p<0,001) и ГCC (r=0,61; p<0,001). Для выявления независимых связей колебаний ОЦД с колебаниями в суставах был выполнен множественный регрессионный анализ. Результаты показали, что увеличение V-ОЦД на ПрПа было независимо связано с приростом угловых скоростей в ТБС (парциальный r=0,40; р=0,019) и КС (парциальный r=0,37; р=0,032) в то время как связь с изменением V-ГСС стала не существенной (р=0,096).

Эти данные указывают, что увеличение скорости колебаний ОЦД в стойке на ПрПа, во многом, обусловлено дополнительным приростом скоростей колебаний в тазобедренном и коленном суставе. Кроме этого, более существенные приросты угловых скоростей колебаний во всех суставах опорной ноги (24-40%), по сравнению с увеличением V-ОЦД (20%), может иметь компенсаторное значение, и направлен на снижение общей результирующей скорости колебаний ОЦМ всего вертикального тела.

Анализ корреляций между колебаниями ОЦД и колебаниями углов в суставах опорной конечности показал, чтовысокая устойчивость вертикальной позы на твердой поверхности сохранялась также повышенной и в условиях стояний на подвижной пресс-папье. И, наоборот, низкая устойчивость позы на твердой опоре отмечается и в более трудных условиях стояния – на подвижной опоре. Это подтверждали корреляции между V-ОЦД (r=0,83; р<0,001), между V-ГСС (r=0,82; p<0,001), между V-ТБС (r=0,92; p<0,001) и между V-КС (r=0,88; p<0,001) в стойках на твердой платформе и пресс-папье. Учитывая тесные корреляционные связи между скоростями колебаний ОЦД и углов суставах опорной ноги на двух разных опорах, мы полагаем, что для оценки общей способности к равновесию можно использовать общепринятые постуральные тесты на твердой опоре, не прибегая к более сложным условиям стояния, например, подвижной пресс-папье. Механизм тесных корреляций может быть обусловлен использованием одинаковых программ постурального контроля в разных тестовых заданиях [3]. Однако тренировка способности к равновесию, как правило, специфична тренируемым условиям и для выявления специфических постуральных способностей, вероятно, нужны и особые постуральные тесты [3].

**Заключение.** Полученные результаты указывают, что устойчивость одноопорной вертикальной позы в более сложных условиях стояния, то есть на подвижной опоре, снижается. Повышение скорости колебаний ОЦД в стойке на пресс-папье связано с увеличением подвижности во всех суставах опорной конечности, однако независимый вклад вносят приросты угловых скоростей в тазобедренном и коленном суставе. Вместе с тем, значительная часть колебаний в суставах опорной конечности, вероятно, имеет компенсаторное значение, направленное на снижение колебаний общего центра массы всего тела. Колебания вертикальной позы на подвижной опоре тесно взаимосвязаны с особенностями постурального равновесия на устойчивой опоре. Следовательно, поддержание постурального баланса в сложных условиях стояния, в основном, основано на тех же механизмах постурального контроля, что и в простых условиях стояния.

**Список литературы.**

1. Мельников А.А., Викулов А.Д., Малахов М.В. Функция равновесия у спортсменов-борцов [Текст]: [монография] / ФГБОУ ВПО "Ярославский гос. пед. ун-т им. К. Д. Ушинского". - Ярославль, 2016. - 150 с.
2. Asseman F.B., Caron O., Crémieux J. Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? // J. Gait Posture. - 2008. - V. 27. - P. 76-81.
3. Giboin LS, Gruber M, Kramer A. Task-specificity of balance training. Hum Mov Sci. 2015; 44:22–31
4. Horak FB. 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:ii7-ii11.
5. Paillard T., Noé F., Rivière T., Marion V. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition // J. Athl. Train. – 2006. – V. 41. – P. 172-176.

**REFERENCES.**

1. Melnikov A.A., Vikulov A.D., Malakhov M.V. The equilibrium function of athletes-wrestlers [Text]: [monograph] / Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky. - Yaroslavl, 2016. - 150 p.
2. Asseman F.B., Caron O., Crémieux J. Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? // J. Gait Posture. - 2008. - V. 27. - P. 76-81.
3. Giboin L.S., Gruber M., Kramer A. Task-specificity of balance training. // Hum. Mov. Sci. – 2015. –V. 44. – P. 22–31.
4. Horak FB. 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:ii7-ii11.
5. Paillard T., Noé F., Rivière T., Marion V. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition // J. Athl. Train. – 2006. – V. 41. – P. 172-176.

*Сведение об авторах.*

*Мельников Андрей Александрович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии. Российский Государственный университет Физической Культуры, Спорта, Молодежи и Туризма (ГЦОЛИФК). Москва.* *Meln1974@yandex.ru*

*Николаев Роман Юрьевич, кандидат биологических наук, заведующий* к*афедрой физической культуры Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П.А. Соловьева. nikolaev.r.u@yandex.ru Россия. Адрес: Ярославская обл. г. Рыбинск. улица Пушкина, 53.*

*Смирнова Полина Александровна, специалист факультета физической культуры Ярославского государственного педагогического университета им. К.Д. Ушинского. Ярославль.* *polina954t@mail.ru**. Ярославль, ул. Республиканская, д. 108.*