

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЕ СТУДЕНТОК-СКАЛОЛАЗОК 18–22 ЛЕТ ПОСЛЕ МАКРОЦИКЛА ТРЕНИРОВОК

*М.В. Громыко, mikhailgromyko@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7635-8269>*

*В.В. Эрлих, erlih-vadim@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4416-1925>*

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия*

**Аннотация. Цель:** оценка статокINETической устойчивости студенток-скалолазок после прохождения полугодового тренировочного макроцикла подготовки. **Материалы и методы.** В исследовании принимали участие 10 скалолазок 18–22 лет. Измерение показателей статокINETической устойчивости проводилось на аппаратно-программном стабилметрическом комплексе МБН «Стабило». Анализ производился по 14 показателям, наглядно демонстрирующим влияние занятий на статокINETическую устойчивость студенток. **Результаты.** Зафиксирован явный рост отклонения ОЦД во фронтальной плоскости в стойке с открытыми глазами ( $p < 0,01$ ). Установлено, что после тренировочного макроцикла произошло уменьшение показателя стабильности ГО ( $p < 0,01$ ) и индекса устойчивости ГО ( $p < 0,01$ ), по нашему мнению, эти изменения произошли из-за специфичного длительного нахождения в вертикальной и наклонной плоскости на скалодроме. Также значения произошло увеличение показателя динамического равновесия в позе ГО ( $p < 0,05$ ). **Заключение.** Исследование показало, что в 4–6-месячном цикле тренировок у студенток-скалолазок происходит смещение по оси влево, изменения проприорецепции, ухудшение статокINETической устойчивости в позе с открытыми глазами, а также улучшение динамического равновесия исследуемых

**Ключевые слова:** стабилметрия, скалолазание, постуральный баланс, макроцикл подготовки, адаптация

**Для цитирования:** Громыко М.В., Эрлих В.В. Изменение постурального баланса в вертикальной позе студенток-скалолазок 18–22 лет после макроцикла тренировок // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 2. С. 71–76. DOI: 10.14529/hsm240209

Original article  
DOI: 10.14529/hsm240209

## EVALUATING THE IMPACT OF TRAINING MACROCYCLES ON POSTURAL STABILITY IN YOUNG CLIMBERS AGED 18–22

*M.V. Gromyko, mikhailgromyko@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7635-8269>*

*V.V. Erlikh, erlih-vadim@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4416-1925>*

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

**Abstract. Aim.** The objective of this study is to assess the impact of a six-month training macrocycle on the statokinetic stability of female climbers. **Materials and methods.** The methodology involves a sample of ten participants. The hardware-software complex MBN “Stabilo” was used to measure statokinetic stability indicators across fourteen parameters, thereby elucidating the effects of training on postural stability. **Results.** The results reveal a notable increase in the displacement of the Center of Pressure (CoP) in the frontal plane during upright stance with open eyes (OE) ( $p < 0.01$ ). Additionally, the study observes a reduction in the stability indicator (OE) and the index of stability (OE), alongside an enhancement in the index of dynamic balance (OE), both of which are statistically significant at  $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ , respectively. **Conclusion.** The conclusions drawn from this research indicate that a four-to-six month training cycle for female climbers leads to a lateral shift, alterations in proprioceptive awareness, and a decline in statokinetic

stability during poses with open eyes. Conversely, improvements in dynamic balance are observed. These changes are attributed to the prolonged exposure to vertical and inclined planes inherent to climbing activities.

**Keywords:** stabilometry, climbing, postural balance, training macrocycle, adaptation

**For citation:** Gromyko M.V., Erlikh V.V. Evaluating the impact of training macrocycles on postural stability in young climbers aged 18–22. *Human. Sport. Medicine*. 2024;24(2):71–76. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240209

**Введение.** Скалолазание – это уникальный вид деятельности, сопряженный с наличием экстремальных физических нагрузок и длительным нахождением в характерных для скалолазания позах на вертикальной и наклонной плоскости во всех стилях [7, 11, 12]. В связи с этим в современном скалолазании имеется тенденция особого акцентирования к постуральной стабильности и постуральной ориентации спортсмена в условиях изменяющихся плоскостей, точек опоры и активации постуральных мышц. Условия тренировочной деятельности в изменяющейся плоскости влияют на вестибулярный аппарат, в результате деятельности которого центральная нервная система адаптируется к особенностям спортивной и утилитарной деятельности [1, 5, 6].

В процессе стойки в вертикальной позе у исследуемых происходит возмущение двигательных мышц и их антагонистов, в результате чего происходят сложные колебания общего центра давления (ОЦД) и происходит смещение ОЦД тела на области опоры [2]. Постуральный баланс человека является показателем состояния функционального развития, вестибулярной системы человека, связи его кинестетической и вестибулярного механизмов, а также адаптивного изменения к специфическим нагрузкам [2, 4, 9, 10].

Ввиду асимметричного распределения нагрузок на мышцы и суставы происходит специфическая адаптация спортсмена к нагрузкам, результатом этой адаптации является изменение тонуса постуральных мышц, приводящее к возникновению новых, деградации и/или развитию старых качеств равновесия исследуемых [3, 8].

Мы предполагаем, что занятия скалолазанием на ранних этапах подготовки скалолаза могут повлиять на статокINETическую устойчивость исследуемых вследствие нахождения в специфических позах, отличных от базовых физических упражнений и ежедневной деятельности.

**Методы исследования.** В данном эксперименте принимали участие 10 студенток в возрасте от 18 до 22 лет, посещающих группу скалолазания. Участники проходили макроцикл тренировок в течение 4–6 месяцев с обследованием до начала тренировочного процесса и последующим обследованием по завершении тренировочного макроцикла. Обследование участников эксперимента проводилось с помощью компьютеризированного комплекса МБН «Стабило». Перед началом тестирования в программу вводились данные о длине тела, длине и ширине стопы, а также о клинической базе обследуемых. Спортсмены принимали фронтальную «европейскую» стойку на стабиллоплатформе (рис. 1), тестирование проводилось 30 с в положении с закрытыми глазами и 30 с в положении с открытыми глазами. Измерения проводились до начала эксперимента и после его окончания.

Оценка табличных данных производится на основании результатов полученных параметров, которые отражают положение отклонения ОЦД скалолазок, а также показателя стабильности, индекса устойчивости и динамического равновесия исследуемых, полученных в различные режимы подготовки в пробах с открытыми и закрытыми глазами.

Анализ результатов исследования осуществлялся методом описательной статистики. Статистическую обработку данных производили с помощью t-критерия Вилкоксона для связанных выборок.

**Результаты исследования.** В табл. 1 обобщены полученные результаты исследования студенток, принявших участие в исследовании на комплексе МБН «Стабило», в частности, представлены результаты положения и отклонения общего центра давления скалолазок в пробах с открытыми и закрытыми глазами, полученные до и после прохождения тренировочного цикла (см. табл. 1).

Анализ колебаний ОЦД во фронтальной плоскости выявил статистически значимые

Таблица 1  
Table 1

Изменение средних значений общего центра давления (ОЦД) в основной стойке, во фронтальной (ФП) и сагиттальной плоскостях (СП) в пробах с открытыми (ГО) и закрытыми (ГЗ) глазами  
Mean CoP values (main stance, frontal (FP) and sagittal planes (SP), open (OE) and closed (CE) eyes)

Этап / Stage	Отклонение ОЦД в ФП, ГО (мм) CoP displacement, FP, OE (mm)	Отклонение ОЦД в ФП, ГЗ (мм) CoP displacement, FP, CE (mm)	Отклонение ОЦД в СП, ГО (мм) CoP displacement, SP, OE (mm)	Отклонение ОЦД в СП, ГЗ (мм) CoP displacement, SP, CE (mm)
До / Before	4,672 ± 2,343	9,513 ± 4,298	1,420 ± 2,186	3,641 ± 4,263
После / After	6,604 ± 3,695	10,569 ± 4,989	0,492 ± 1,317	0,695 ± 1,623
P	**	–	–	–
Этап / Stage	Положение ОЦД в ФП, ГО (мм) CoP location, FP, OE (mm)	Положение ОЦД в ФП, ГЗ (мм) CoP location, FP, CE (mm)	Положение ОЦД в СП, ГО (мм) CoP location, SP, OE (mm)	Положение ОЦД в СП, ГЗ (мм) CoP location, SP, CE (mm)
До / Before	10,549 ± 17,566	15,179 ± 22,453	-80,904 ± 69,575	-97,785 ± 18,704
После / After	3,584 ± 31,707	3,144 ± 33,811	-110,231 ± 6,107	-110,231 ± 6,107
P	–	–	–	–

Примечание. Достоверные различия: \*\*  $p < 0,01$ .

Note. Significant at \*\*  $p < 0.01$ .

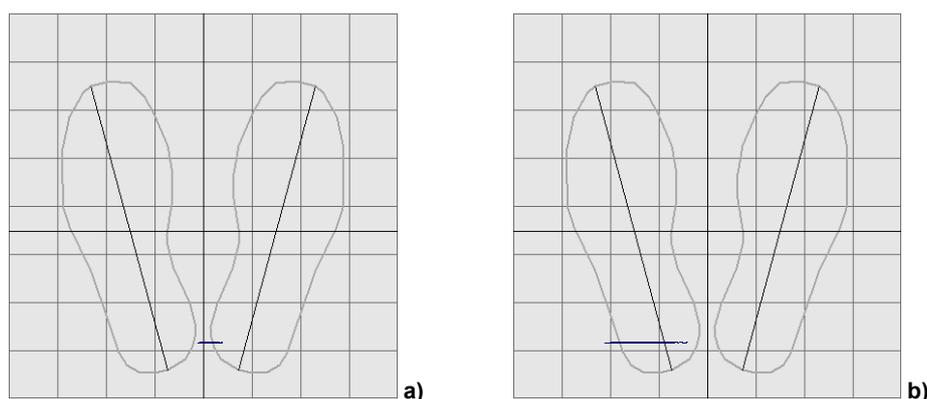


Рис. 1. Пример записи стабилграммы в пробе с открытыми глазами в начале (а) и конце (б) макроцикла подготовки  
Fig. 1. An example of a stabilogram in a test with open eyes at the beginning (a) and end (b) of the macrocycle

различия ( $p < 0,01$ ) (см. рис. 1). При рассмотрении прочих параметров отклонения и положения ФП, СП в пробах с закрытыми и открытыми глазами достоверных отличий выявлено не было (см. табл. 1).

Стабилграмма является отражением процесса приведения тела исследуемого в центр или среднего положения равнодействующего давления тела на опору в площади стабиллоплатформы по оси X и Y.

При оценке данных отклонения ОЦД зафиксировано явное отклонение по оси X влево, что может быть следствием нахождения в вертикальных и наклонных позах, характерных для скалолазания (рис. 2).

Анализ полученных данных также позво-

ляет предположить влияние развития асимметрий в поструральных мышцах, в частности, ротаторов бедренных мышц и их антагонистов, которые приводят к смещению влево верхней части тела относительно горизонтальной оси, тем самым смещая ОЦД [12].

Значимые изменения произошли в уменьшении показателя стабильности ГО ( $p < 0,01$ ) и индексе устойчивости ГО ( $p < 0,05$ ) (табл. 2), что может свидетельствовать об ухудшении перераспределения нагрузки между опорными зонами пятки и носка каждой из ступней правой и левой ноги исследуемых, а также реадaptации поструральных мышц к старым условиям деятельности и адаптации к новым.



Рис. 2. Пример базовых поз в скалолазании  
Fig. 2. An example of basic climbing poses

Таблица 2  
Table 2

Изменение средних значений параметров статокINETической устойчивости  
в основной стойке  
Changes in the mean values of statokinetic stability in the main stance

Этап Stage	Показатель стабильности ГО (%) Stability indicator, OE (%)	Индекс устойчивости ГО (ед.) Index of stability, OE (un.)	Динамический компонент равновесия ГО (ед.) Dynamic balance, EO (un.)	Показатель стабильности ГЗ (%) Stability indicator, CE (%)	Индекс устойчивости ГЗ (ед.) Index of stability, CE (un.)	Динамический компонент равновесия ГЗ (ед.) Dynamic balance, CE (un.)
До Before	91,385 ± 3,858	31,207 ± 9,191	68,793 ± 9,191	83,375 ± 6,068	16,923 ± 5,602	83,077 ± 5,602
После After	87,130 ± 7,279	22,211 ± 8,180	77,789 ± 8,180	78,016 ± 13,189	13,975 ± 6,205	86,025 ± 6,205
P	**	*	*	—	—	—

Примечание. Достоверные различия: \*p < 0,05; \*\* p < 0,01.  
Note. Significant at: \*p < 0.05; \*\* p < 0.01.

Стоит отметить, что достоверно вырос динамический компонент равновесия в стойке с открытыми глазами ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о возросшей адаптации вестибулярного аппарата к направлению и скорости движения тела при его угловых и линейных перемещениях.

**Заключение.** В результате проведенного исследования можно заключить, что изучение пострального баланса скалолазов является оптимальным способом оперативного контроля изменений функционального состояния.

Оценка данных стабิโลграмм позволяет выявлять текущие состояния спортсмена, фиксировать изменения проприорецепции и реакции вестибулярного аппарата. В нашем случае результатом анализа и оценки полученных данных полугодового макроцикла подготовки скалолазок 18–22 лет был выявлен факт того, что происходит смещение по оси влево, изменения проприорецепции, ухудшение статокINETической устойчивости в позе с открытыми глазами, а также выявлены улучшения динамического равновесия исследуемых.

## Список литературы

1. Динамика пострурального баланса в вертикальной позе тхэквондистов высокой квалификации в годовом макроцикле / Д.А. Сарайкин, В.В. Епишев, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 25–34.
2. Козлов, А.В. Компьютерная стабилметрия как метод функциональной диагностики состояния статокINETической системы / А.В. Козлов. – Kazan, КГМУ, 2018. – 86 с.
3. Королькова, Е.В. Равновесие у скалолазов / Е.В. Королькова // *Физическое воспитание, спорт, физическая реабилитация и рекреация: проблемы и перспективы развития: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 01 июня 2021 года*. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2021. – С. 79–81.
4. Кубряк, О.В. Стабилметрия, вертикальная поза человека в современных исследованиях / О.В. Кубряк. – М.: Обзор, 2022. – 78 с.
5. Таурагинская, Т.С. Анализ параметров стабилметрического исследования спортсменов-скалолазов школьного возраста / Т.С. Таурагинская // *Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов*. – 2017. – С. 359–360. DOI: 10.14529/hsm170303
6. Щербаков, И.А. Стабилметрические исследования устойчивости гимнастов различной квалификации / И.А. Щербаков // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта*. – 2021. – № 8 (198). – С. 397–404.
7. Aksit, T. Comparison of static and dynamic balance parameters and some performance characteristics in rock climbers of different levels / T. Aksit, G. Cirik // *Turkish Journal of Sport and Exercise*. – 2017. – Vol. 19. – No. 1. – P. 11–17.
8. Common Muscle Synergies for Control of Center of Mass and Force in Non stepping and Stepping Postural Behaviors Perturbations / S.A. Chvatal, G. Torres-Oviedo, A.S. Safavynia, L.H. Ting // *J. of Neurophysiology*. – 2011. – Vol. 106. – P. 999–1015.
9. Peterka, R.J. Dynamic Regulation of Sensorimotor Integration in Human Postural Control / R.J. Peterka, P.J. Loughlin // *J. of Neurophysiology*. – 2004. – Vol. 91. – P. 410–423.
10. Physical and physiological determinants of rock climbing / R. MacKenzie et al. // *International journal of sports physiology and performance*. – 2020. – Vol. 15, No. 2. – P. 168–179.
11. The comparison of postural balance level between advanced sport climbers and sedentary adults / D. Aras et al. // *International Journal of Applied Exercise Physiology*. – 2018. – Vol. 7, No. 3. – P. 1–9.
12. Quaine, P. A biomechanical study of equilibrium in sport rock climbing / P.A Quaine // *Gait & Posture*, 1999. – P. 234–239.

## References

1. Saraikin D.A., Epishev V.V., Pavlova V.I., Kamskova Yu.G. Dynamics of Postural Balance in the Vertical Position of Highly Qualified Taekwondo Athletes in the Annual Macrocycle. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 25–34. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170303
2. Kozlov A.V. *Komp'uternaya stabilometriya kak metod funktsional'noy diagnostiki sostoyaniya statokineticheskoy sistemy* [Computer Stabilometry as a Method of Functional Diagnostics of the State of the Stato-kinetic System]. Kazan, Kazan State Medical University Publ., 2018. 86 p.
3. Korolkova E.V. [Balance Among Climbers]. *Fizicheskoe vospitanie, sport, fizicheskaya rehabilitatsiya i rekreaciya: problemy i perspektivy razvitiya: materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Physical Education, Sports, Physical Rehabilitation and Recreation. Problems and Development Prospects. Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference], 2021, pp. 79–81. (in Russ.)
4. Kubryak O.V. *Stabilometriya, vertikal'naya poza cheloveka v sovremennyh issledovaniyah* [Stabilometry, Vertical Human Posture in Modern Research]. Moscow, Review Publ., 2022. 78 p.
5. Tauraginskaya T.S. [Analysis of the Parameters of the Stabilometric Study of School-age Climbers]. *Sovremennyye metody organizatsii trenirovochnogo protsesssa, otsenki funktsional'nogo sostoyaniya i vosstanovleniya sportsmenov* [Modern Methods of Organizing the Training Process, Assessing the Functional State and Recovery of Athletes], 2017, pp. 359–360. (in Russ.)

6. Shcherbakov I.A. [Stabilometric Studies of the Stability of Gymnasts of Various Qualifications]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgaft* [Scientific Notes of the University P.F. Lesgaft], 2021, no. 8 (198), pp. 397–404. (in Russ.)
7. Asksit T., Cirik G. Comparison of Static and Dynamic Balance Parameters and Some Performance Characteristics in Rock Climbers of Different Levels. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 2017, vol. 19, iss. 1, pp. 11–17.
8. Chvatal S.A., Torres-Oviedo G., Safavynia A.S., Ting L.H. Common Muscle Synergies for Control of Center of Mass and Force in Non stepping and Stepping Postural Behaviors. *Journal of Neurophysiology*, 2011, vol. 106, pp. 999–1015. DOI: 10.1152/jn.00549.2010
9. Peterka R.J. Loughlin Dynamic Regulation of Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 2004, vol. 91, pp. 410–423. DOI: 10.1152/jn.00516.2003
10. MacKenzie R. et al. Physical and Physiological Determinants of Rock Climbing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2020, vol. 15, no. 2, pp. 168–179. DOI: 10.1123/ijspp.2018-0901
11. Aras D. et al. The Comparison of Postural Balance Level between Advanced Sport Climbers and Sedentary Adults. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 2018, vol. 7, iss. 3, pp. 1–9.
12. Quaine P. A Biomechanical Study of Equilibrium in Sport Rock Climbing. *Gait & Posture*, 1999, pp. 234–239. DOI: 10.1016/S0966-6362(99)00024-7

#### ***Информация об авторах***

**Громыко Михаил Васильевич**, аспирант кафедры теории и методики физического воспитания и спорта, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

**Эрлих Вадим Викторович**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

#### ***Information about the authors***

**Mikhail V. Gromyko**, Postgraduate Student, Department of Theory and Methods of Physical Education and Sports, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Vadim V. Erlikh**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor at the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sports, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

**Статья поступила в редакцию 16.10.2023**

**The article was submitted 16.10.2023**