УДК 376.4

Изменения статокинетической устойчивости с применением различных тестовых проб в годичном цикле подготовки легкоатлетов-паралимпийцев

Красноперова Т.В.*, Лукманова Н.Б., Быстрова М.В.
Санкт Петербургский научно исследовательский институт физической культуры
г. Санкт-Петербург, Россия
*ORCID: 0000-0002-3898-8400, tvkbox@gmail.com**
ORCID: 0000-0002-0074-8196, nlukmanova@spbniifk.ru
ORCID: 0009-0000-1547-3001, mbystrova@spbniifk.ru

Аннотация. В статье изучены изменения статокинетической устойчивости высококвалифицированных легкоатлетов-паралимпийцев с интеллектуальными нарушениями с применением различных тестовых проб в годичном цикле спортивной подготовки. ***Научная новизна*** состоит в определении статокинетического баланса у легкоатлетов-паралимпийцев с интеллектуальными нарушениями в покое и в условиях с биологической обратной связью в различные периоды годичного цикла спортивной подготовки. **Практическая значимость**. Данная работа будет полезна специалистам по адаптивному спорту для коррекции координационных способностей. ***Методы исследования.*** Методом стабилометрии изучалась статокинетическая устойчивость с применением тестовых нагрузок – двухфазной пробы Ромберга с европейской установкой ног, комбинированной и динамической проб с биологической обратной связью. Выборка: 16 легкоатлетов 17-25 лет с интеллектуальными нарушениями (умственная отсталость легкой степени) на этапе совершенствования спортивного мастерства. Обследования проводились трижды: в специально-подготовительном, соревновательном и переходном периодах годичного цикла подготовки. ***Результаты***. В изученных периодах годичного цикла спортивной подготовки у легкоатлетов-паралимпийцев определены стабильный статокинетический баланс в пробе Ромберга и ухудшение статокинетической устойчивости в фазе с дополнительным когнитивным контролем. В специально-подготовительном периоде легкоатлеты-паралимпийцы показали эффективный контроль равновесия и управление позой при движении. В соревновательном периоде управление позой при движении осуществлялось эффективнее. ***Заключение***. Изменения параметров скорости перемещения центра давления, площади статокинезиограммы и работы, направленной на поддержание статокинетического баланса могут стать индикатором переносимости тренировочной и соревновательной нагрузки, а также готовности к соревнованиям при групповых обследованиях.
Ключевые слова: стабилометрия, статокинетическая устойчивость, проба Ромберга, двигательно-когнитивные пробы

Для цитирования: Красноперова Т.В.*, Лукманова Н.Б., Быстрова М.В. Изменения статокинетической устойчивости с применением различных тестовых проб в годичном цикле подготовки легкоатлетов-паралимпийцев. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2026; 21(1): 88-93.

Changes in statokinetic stability with the use of various tests in the annual training cycle of Paralympic athletes

Tatiana V. Krasnoperova*, Natalia B. Lukmanova, Margarita V. Bystrova
Saint Petersburg scientific-research institute for physical culture
Saint Petersburg, Russia
*ORCID: 0000-0002-3898-8400, tvkbox@gmail.com**
ORCID: 0000-0002-0074-8196, nlukmanova@spbniifk.ru
ORCID: 0009-0000-1547-3001, mbystrova@spbniifk.ru

Abstract. The article examines the dynamics of statokinetic stability in highly qualified Paralympic athletes with intellectual disabilities using various tests in the annual cycle of sports training. ***Scientific novelty*** consists in identifying statokinetic balance in Paralympic athletes with intellectual disabilities at rest and with biofeedback in different periods of the annual cycle of sports training. ***The practical significance***. This work will be useful for specialists in adaptive sports for the correction of coordination abilities. ***Material and methods.*** Using the stabilometry method, statokinetic stability was studied with the tests: two-phase Romberg test with European foot placement, combined and dynamic tests with biofeedback. Participants: 16 youth athletes aged 17-25 with intellectual disabilities (mild mental retardation), at the stage of training to compete. Measurements were taken three times: in the specially-preparatory, competitive, and transitional periods of the annual training cycle. ***Results.*** In the studied periods of the annual cycle of sports training in Paralympic athletes, a stable statokinetic balance was determined in the Romberg test and deterioration of statokinetic stability in the phase with cognitive control. In the specially-preparatory period Paralympic athletes showed effective balance control and posture management during movement. In the competitive period, posture management during movement was carried out successfully. ***Conclusion.*** Changes the speed of center of pressure displacement, the area of the statokinesiogram, and the work aimed at maintaining statokinetic balance can become an indicator of tolerance to training and competitive loads, as well as readiness for competitions in group examinations.
Keywords: Track and field sprinters, functional training, training tasks, types of bioenergy.

For citation: Tatiana V. Krasnoperova, Natalia B. Lukmanova, Margarita V. Bystrova. Changes in statokinetic stability with the use of various tests in the annual training cycle of Paralympic athletes. Russian Journal of Physical Education and Sport. 2026; 21(1): 88-93.

Введение

Статокинетическая устойчивость или постуральный контроль человека формируется благодаря сложной согласованности зрительной, проприоцептивной и вестибулярной систем и является результатом биомеханического и рефлекторного взаимодействия всех мышц туловища и конечностей. Концепция «статокинетической устойчивости» человека заключается в способности контролируемо удерживать общий центр масс тела в границах площади опоры с целью предотвращения потери равновесия и избегания падений в статическом и динамическом положениях [1].

В спортивной практике поддержание постуральной устойчивости является значимым фактором успешного освоения спортсменами двигательных действий в избранном виде спорта и результативности на соревнованиях. Стабилометрические исследования в последние годы набирают популярность в спортивной практике, что прежде всего связано с практической ценностью, научной обоснованностью и современными тенденциями использования результатов статокинетической устойчивости в тренировочном процессе. Результаты обзора научной литературы, проведенного E.Zemkova и L.Zapletalova [8], показали, что статокинетическая устойчивость влияет на спортивный результат. Отмечено снижение функции равновесия по данным стабилометрии в конце соревновательного периода [2]. Выявлено негативное влияние утомления на показатель скорости перемещения центра давления у представителей разных видов спорта [4].

В адаптивном спорте этот вопрос представляет особенный интерес ввиду влияния на постуральную устойчивость врожденных органических проявлений и вторичных отклонений у лиц с нарушением интеллекта. Лица с интеллектуальными нарушениями испытывают дефицит в одной либо нескольких сенсорных системах, что может поставить под угрозу их способность поддерживать постуральную устойчивость. Ограничивающими факторами постуральной устойчивости у лиц с интеллектуальными нарушениями являются низкий уровень интеллектуального функционирования (IQ ≤ 75), и адаптивного поведения. Постуральная нестабильность у лиц с нарушением интеллекта проявляется с детства и прогрессирует в течение всей их жизни, так взрослые лица с нарушением интеллекта имеют высокую частоту падений [7]. При анализе результатов сенсорного скрининга (выявление зрительных, слуховых и вестибулярных дисфункций) и показателей постуральной устойчивости у лиц с интеллектуальными нарушениями выявлена корреляционная зависимость [6]. Определено положительное влияние систематических упражнений, используемых в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров с легкой умственной отсталости и стажа спортивных занятий на статокинетическую устойчивость [3].

Учитывая важность поддержания функционального баланса в целом и статокинетической устойчивости при выполнении соревновательных упражнений спортсменами-паралимпийца-

ми с интеллектуальными нарушениями, стабилометрические исследования в годичном цикле спортивной подготовки у высококвалифицированных спортсменов являются актуальными и малоизученными [5].

Цель исследования - оценить статокинетическую устойчивость высококвалифицированных легкоатлетов спорта лиц с интеллектуальными нарушениями в годичном цикле спортивной подготовки.

Материалы и методы

Статокинетическая устойчивость легкоатлетов-паралимпийцев изучалась методом стабилометрии. В исследовании принимали участие 16 легкоатлетов 17-25 лет с интеллектуальными нарушениями (умственная отсталость легкой степени), находящиеся на этапе совершенствования спортивного мастерства. Обследования проводились трижды: в специально-подготовительном, соревновательном и переходном периодах годичного цикла подготовки.

Статокинетическая устойчивость изучалась в лабораторных условиях (первая половина дня) с применением тестовых нагрузок – двухфазной пробы Ромберга с европейской установкой ног, комбинированной и динамической проб с биологической обратной связью. Анализировались: длина статокинезиограммы (L, мм), скорость перемещения центра давления (V, мм/с), площадь статокинезиограммы (S, мм²), координаты среднего положения центра давления (X, Y, мм), угол (град.), соотношение длины и площади статокинезиограммы (LFS, 1/мм), работа, затрачиваемая на поддержание постуральной устойчивости (A, Дж), время реакции в динамической пробе (T ср.) и набранные в динамической пробе, баллы.

Для математико-статистической обработки результатов исследования использовалась программа Statgraphics plus, были рассчитаны среднее значение (M) и стандартная ошибка среднего значения (m). Нормальность данных определялась с помощью теста Шапиро-Уилка.

Результаты и обсуждение

В стандартной пробе Ромберга у легкоатлетов спорта лиц с интеллектуальными нарушениями в изученных периодах годичного цикла спортивной подготовки (таблица 1) определен стабильный статокинетический баланс без достоверных различий по критерию Краскела-Уоллиса.

Таблица 1

Результаты статокинетической устойчивости легкоатлетов спорта лиц с интеллектуальными нарушениями (проба Ромберга)

Глаза	L, мм	V, мм/с	S, мм²	X, мм	Y, мм	Угол, град.	LFS, 1/мм	A, Дж
Специально-подготовительный период								
Открыты	213,9 ±20,5	7,1 ±0,6	112,0 ±27,4	-4,2 ±1,8	11,0 ±4,5	21,0 ±11,3	2,6 ±0,4	1,8 ±0,4
Закрыты	351,8 ±34,8	11,7 ±1,1	341,3 ±88,	-3,2 ±2,0	12,2 ±4,4	14,5 ±9,0	1,6 ±0,2	4,3 ±0,9
Соревновательный период								
Открыты	213,0 ±14,6	7,1 ±0,4	92,1 ±18,5	-3,9 ±1,5	9,9 ±6,1	17,3 ±12,5	2,7 ±0,3	1,6 ±0,1
Закрыты	360,8 ±30,5	12,0 ±1,0	246,4 ±59,4	-3,4 ±1,2	11,2 ±6,7	21,2 ±14,1	2,2 ±0,4	4,2 ±0,6
Переходный период								
Открыты	221,6 ±22,0	7,3 ±0,7	96,0 ±18,3	-0,8 ±1,6	4,2 ±4,0	49,0 ±10,0	2,8 ±0,3	1,9 ±0,4
Закрыты	354,4 ±34,7	11,7 ±1,1	232,6 ±30,9	0,4 ±1,7	5,7 ±3,6	29,1 ±10,8	1,9 ±0,2	4,3 ±0,7

Наиболее вариабельными были показатели положения центра давления на плоскость платформы – координаты по оси Y и угол, а также механическая работа. Координата по оси Y в сочетании с углом свидетельствуют о наличии тенденции к смещению центра давления вперед во всех периодах годичного цикла. Увеличение угла в пробе с открытыми глазами более чем на 50% в переходном периоде в сравнении с специально-подготовительным соответствует смещению центра давления вправо (таблица 1).

У легкоатлетов-паралимпийцев по результатам комбинированной пробы определен вклад когнитивного контроля в управление позой при выполнении задания с биологической обратной связью (таблица 2).

Таблица 2

Результаты статокинетической устойчивости легкоатлетов спорта лиц с интеллектуальными нарушениями (комбинированная проба)

Фаза	L, мм	V, мм/с	S, мм²	X, мм	Y, мм	Угол, град.	LFS, 1/мм	A, Дж	Бал
Специально-подготовительный период									
1	225,7 ±19,2	7,5 ±0,6	103,7 ±13,2	0,4 ±0,8	0,8 ±1,9	38,7 ±11,3	2,6 ±0,3	2,1 ±0,6	17,4
2	368,3 ±43,8	12,2 ±1,4	171,5 ±35,5	0,3 ±0,3	0,7 ±0,3	8,8 ±10,1	2,8 ±0,4	5,3 ±1,4	±2,1
Соревновательный период									
1	223,0 ±17,1	7,4 ±0,5	147,3 ±50,2	-1,5 ±1,0	1,8 ±1,1	-2,4 ±13,5	2,4 ±0,4	1,8 ±0,2	16,8
2	407,9 ±55,0	13,5 ±1,8	189,2 ±46,7	-0,5 ±0,2	0,7 ±0,4	14,6 ±13,0	2,8 ±0,4	6,8 ±2,1	±2,2
Переходный период									
1	237,1 ±29,0	7,9 ±0,9	143,4 ±35,4	-1,7 ±1,6	0,6 ±1,6	14,0 ±8,5	2,2 ±0,3	2,5 ±0,7	20,(
2	346,1 ±22,1	11,5 ±0,7	178,1 ±54,1	-0,1 ±0,1	0,6 ±0,3	34,4 ±12,6	3,0 ±0,4	4,3 ±0,6	±2,2

Примечание: 1 – фаза 1 без биологической обратной связи, 2 – фаза 2 с биологической обратной связью.

Во всех периодах годичного цикла спортивной подготовки длина и площадь статокинезиограммы при выполнении задания с биологической обратной связью увеличивались, что свидетельствует о снижении статокинетической устойчивости легкоатлетов в фазе 2 с дополнительным когнитивным контролем.

Наиболее близкий к референсному значению угол в фазе 1 наблюдается в соревновательном периоде (- 2,4±13,5°), что может быть связано с меньшими угловыми отклонениями общего центра массы тела (таблица 3). Работа (А, Дж) во всех периодах имеет тенденцию к увеличению к фазе 2, что отражает большие затраты энергии и количество постуральных колебаний, направленных на стабилизацию позы. Наиболее выраженная разница между данным показателем в первой и второй фазах пробы (в 3,7 раз) – наблюдалась в соревновательном периоде, что возможно связано с состоянием мышечного напряжения.

В динамической пробе лучшие результаты наблюдались у спортсменов в специально-подготовительном периоде – с наименьшим временем реакции при решении двигательной задачи (таблица 3). Длина и площадь статокинезиограммы характеризуются высокими значениями при выполнении двигательно-когнитивного теста во всех периодах годичного цикла, что отражает высокую степень напряжения при выполнении двигательного теста.

Таблица 3

Результаты статокинетической устойчивости легкоатлетов спорта лиц с интеллектуальными нарушениями (динамическая проба)

L, мм	V, мм/с	S, мм²	X, мм	Y, мм	Угол, град.	A, Дж	Балл	Тр, с
Специально-подготовительный период								
2356,8 ±127,1	39,2 ±2,1	6739,7 ±739,1	-0,1 ±1,5	0,8 ±1,7	38,5 ±12,0	82,0 ±12,9	12,0 ±0,6	2,8 ±0,3
Соревновательный период								
2434,0 ±139,9	40,5 ±2,3	6604,1 ±495,5	-0,9 ±1,7	2,4 ±1,3	47,5 ±15,6	93,4 ±13,8	11,0 ±0,6	3,1 ±0,3
Переходный период								
2123,7 ±111,5	35,3 ±1,8	5791,6 ±424,6	2,5 ±1,8	0,6 ±1,8	37,1 ±12,9	64,2 ±8,5	11,2 ±0,5	3,1 ±0,3

В соревновательном периоде показан меньший итоговый результат в баллах, но затраченная работа выше, чем в специально-подготовительном периоде, что может свидетельствовать о напряжении центральных и периферических структур управления в регуляции статокинетической устойчивости.

Заключение

В изученных периодах годичного цикла спортивной подготовки у легкоатлетов-паралимпийцев определен стабильный статокинетический баланс в пробе Ромберга и существенное ухудшение статокинетической устойчивости в фазе с дополнительным когнитивным контролем во всех периодах годичного цикла. В специально-подготовительном периоде легкоатлеты-паралимпийцы показали наиболее эффективный контроль равновесия и управление позой при движении по сравнению с другими периодами спортивной подготовки. В соревновательном периоде управление позой при движении выше, чем в другие периоды, что отражает напряжение центральных и периферических структур управления в регуляции контроля равновесия.

Таким образом, изменения статокинетической устойчивости легкоатлетов-паралимпийцев, на примере параметров скорости перемещения центра давления, площади статокинезиограммы и работы, направленной на поддержание статокинетического баланса могут стать индикатором переносимости тренировочной и соревновательной нагрузки, а также готовности к соревновательной деятельности.

Список литературы

1. Daneshmandi H., Norasteh A.A., Zarei H. Balance in the blind: A systematic review. *Physical Treatments – Specific Physical Therapy Journal*. 2021; 11(1): 1-12.

2. Duchene Y., Mornieux G., Petel A., Perrin P.P., Gauchard G.C. The trunk's contribution to postural control under challenging balance conditions. *Gait & Posture*. 2021; 84: 102-107.

3. Jouira G., Srihi S., Kachouri H., Ben Wae, F., Rebai H., Sahli S. Static postural balance between male athletes with intellectual disabilities and their sedentary peers: A comparative study. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*. 2021; 34(4): 1136-1144.

4. Kadri M.A. Noé F., Maitre J., Maffulli N., Paillard T. Effects of limb dominance on postural balance in sportsmen practicing symmetric and asymmetric sports: *A pilot study*. *Symmetry*. 2021; 13(11): 2199.

5. Krasnoperova T.V., Lukmanova N.B., Bystrova M.V., Beleva A.N. Analysis of the statokinetic stability of track and field athletes with mental retardation in annual sports training cycles. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2025; 9: 47-50.

6. Leyssens L., VanHecke R., Moons K., Luypaert S., Danneels M., Patru, J., Willems M., Maes L. Postural balance problems in people with intellectual disabilities: Do not forget the sensory input systems. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*. 2022; 35(1): 280-294.

7. Pineda R.C., Krampe R.T., Vanlandewijck Y., Van Biesen D. Reliability of center of pressure excursion as a measure of postural control in bipedal stance of individuals with intellectual disability: A pilot study. *PLOSone*. 2020; 15(10): 1-19.

8. Zemková E., Zapletalová L. The role of neuromuscular control of postural and core stability in functional movement and athlete performance. *Frontiers in Physiology*. 2022; 13: 796097.

References

1. Daneshmandi H., Norasteh A.A., Zarei H. Balance in the blind: A systematic review. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy Journal*. 2021; 11(1): 1-12.

2. Duchene Y., Mornieux G., Petel A., Perrin P.P., Gauchard G.C. The trunk's contribution to postural control under challenging balance conditions. *Gait & Posture*. 2021; 84: 102-107.

3. Jouira G., Srihi S., Kachouri H., Ben Wae, F., Rebai H., Sahli S. Static postural balance between male athletes with intellectual disabilities and their sedentary peers: A comparative study. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*. 2021; 34(4): 1136-1144.

4. Kadri M.A. Noé F., Maitre J., Maffulli N., Paillard T. Effects of limb dominance on postural balance in sportsmen practicing symmetric and asymmetric sports: A pilot study. *Symmetry*. 2021;.13(11): 2199.

5. Krasnoperova T.V., Lukmanova N.B., Bystrova M.V., Beleva A.N. Analysis of the statokinetic stability of track and field athletes with mental retardation in annual sports training cycles. *Teoriya I praktika fizicheskoy kul'tury = Theory and Practice of Physical Culture*. 2025; 9: 47-50 [In Russ., In Engl.].

6. Leyssens L., VanHecke R., Moons K., Luypaert S., Danneels M., Patru, J., Willems M., Maes L. Postural balance problems in people with intellectual disabilities: Do not forget the sensory input systems. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*. 2022; 35(1): 280-294.

7. Pineda R.C., Krampe R.T., Vanlandewijck Y., Van Biesen D. Reliability of center of pressure excursion as a measure of postural control in bipedal stance of individuals with intellectual disability: A pilot study. *PLOSone*. 2020; 15(10): 1-19.

8. Zemková E., Zapletalová L. The role of neuromuscular control of postural and core stability in functional movement and athlete performance. *Frontiers in Physiology*. 2022; 13: 796097.

Статья поступила в редакцию: 20.02.2026

Красноперова Татьяна Витальевна *– кандидат биологических наук, заведующий сектором, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры (ФГБУ СПбНИИФК), 190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Чехова, дом 6 литера «А», помещение 15-Н, e-mail: tvkbox@gmail.com*
Лукманова Наталия Борисовна *– кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры (ФГБУ СПбНИИФК), 190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Чехова, дом 6 литера «А», помещение 15-Н, e-mail: nluktmanova@spbniifk.ru*
Быстрова Маргарита Викторовна *– младший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры (ФГБУ СПбНИИФК), 190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Чехова, дом 6 литера «А», помещение 15-Н, e-mail: mbystrova@spbniifk.ru*