

УДК 796.035

*Быков Е. В., Кошкина К. С., Сидоркина Е. Г.,
Сверчков В. В., Балберова О. В., Перемазова Р. Г.*

Уральский государственный университет физической культуры

*Россия, Челябинск
caseychica@mail.ru*

ДИНАМИКА СТАТОКИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У СПОРТСМЕНОВ С СЕНСОРНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ НА ЭТАПАХ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности постуральной устойчивости у спортсменов с сенсорными нарушениями, специализирующихся в ациклических видах спорта, на этапах спортивной подготовки. Нами было установлено, что на обще-подготовительном периоде подготовки поддержание постуральной устойчивости реализуется за счет зрительно-проприоцептивного контроля. К специально-подготовительному периоду подготовки отмечалась тенденция к снижению большинства показателей стабилометрии как при открытых, так и при закрытых глазах. Выявлен наибольший прирост в динамике тренировочного процесса параметров «площадь статокинезиограммы» и «энергозатраты», что обусловлено переориентацией системы постуральной устойчивости со зрительно-проприоцептивного на зрительный контроль к специально-подготовительному периоду подготовки, что может служить физиологическим маркером переносимости тренировочных нагрузок.

Ключевые слова: *статокинетическая устойчивость, спортсмены, сенсорные нарушения, этап спортивной подготовки, динамика.*

*Bykov E. V., Koshkina K. S., Sidorkina E. G.,
Sverchkov V. V., Balberova O. V., Peremazova R. G.*

Ural State University of Physical Culture Russia, Chelyabinsk

caseychica@mail.ru

DYNAMICS OF STATOKINETIC STABILITY ATHLETES WITH SENSORY IMPAIRMENTS AT THE STAGES OF SPORTS TRAINING

Annotation. The article examines the features of postural stability in athletes with sensory impairments specializing in acyclic sports at the stages of athletic training. We have found that in the general preparatory period of training, the maintenance of postural stability is realized through visual proprioceptive control, and in the special preparatory period of training through visual control. By the special preparatory period of training, there was a tendency to decrease most of the stability indicators, both with open and closed eyes. The greatest increase in the dynamics of the training process was revealed in

the parameters "statokinesiogram area" and "energy consumption", which is due to the re-orientation of the postural stability system from visual proprioceptive to visual control for a special preparatory training period, which can serve as a physiological marker of the tolerance of training loads.

Keywords: *statokinetic stability, athletes, sensory impairments, stage of athletic training, dynamics.*

Введение. Стабильность позы имеет значение во всех движениях в спорте, особенно для сохранения равновесия при реагировании на внезапные возмущения [1; 3]. Отмечается, что эффективный постуральный баланс необходим для улучшения контроля произвольных движений, способствующих достижению высоких спортивных результатов [2; 3; 4; 8]. А. С. Назаренко (2014) с соавт. отмечают, что «вестибулярная система наряду со зрительной, проприоцептивной и другими афферентными системами принимает активное участие в основе реакций равновесия тела, ориентации в пространстве и координации движений в статических и динамических условиях, обеспечивая статокинетическую устойчивость человека к различным видам ускорений (угловым, линейным, комбинированным), обусловленным пассивным или активным перемещением тела в пространстве» [6, с. 111]. Также показано, что существенное снижение качества функции равновесия может быть обусловлено локальным физическим утомлением, влияющим на различные структуры центральной и периферической нервной системы. «При значительной степени физического утомления происходит снижение пространственной точности и точности силовых ощущений утомленных мышц, что в итоге приводит к снижению постуральной устойчивости у спортсменов» [5, с. 23].

J. P. Viseu et al. (2023) выявило, что вклад сенсорных систем (зрительной и соматосенсорной) на контроль постуральной устойчивости меняется по мере увеличения интенсивности тренировок, при этом высококвалифицированные спортсмены меньше полагаются на зрительные и вестибулярные сигналы, а в большей степени – на соматосенсорные [9]. В исследовании, проведенном J.P. Viseu et all. (2023), поддержание постуральной устойчивости было лучше у спортсменов, занимающихся верховой ездой, реализация которой происходила за счет проприоцептивного контроля, а повышенная активация кожных рецепторов нижней части тела при верховой езде могла способствовать развитию повышенного чувства положения тела в движении (повышенной проприоцепции). Худшие показатели постуральной устойчивости отмечались в группе дзюдоистов. Это объясняется тем, что у спортсменов, занимающихся верховой ездой, большая площадь кожной поверхности, участвующая в контакте с лошадью, стременами и седлом (ступни, внутренняя поверхность голеней и бедер, ягодичные мышцы), тогда как в дзюдо контактная поверхность включает только стопы спортсмена [9].

Актуальность темы обусловлена недостаточным количеством работ, посвященных рассмотрению особенностей постуральной устойчивости у спортсменов с сенсорными нарушениями, специализирующихся в ацикличе-

ских видах спорта, на этапах спортивной подготовки.

Цель исследования – рассмотреть особенности постуральной устойчивости у спортсменов с сенсорными нарушениями, специализирующихся в ациклических видах спорта, на этапах спортивной подготовки.

Организация и методы исследования. Исследование проводилось с 2023-2025 г.г. на базе лабораторий НИИ олимпийского спорта и кафедры спортивной медицины и физической реабилитации УралГУФК (г. Челябинск). Обследовано 57 спортсменов с инвалидностью (депривация зрения, слуха) мужского и женского пола, в возрасте 18-30 лет, специализирующихся в ациклических видах спорта (спорт глухих – настольный теннис, баскетбол, керлинг; спорт слепых – настольный теннис (шоудаун), спортивная квалификация – КМС, МС, 1 спортивный и без разряда. Критерием включения в исследование являлось добровольное информирование согласие на участие в исследовании, отсутствие обострения хронических заболеваний.

Оценка постуральной устойчивости проводилась на обще-подготовительном периоде подготовки (ОППП) и специально-подготовительном периоде подготовки (СППП). В качестве метода исследования применялась компьютерная стабилометрия, проводимая на аппаратно-программном комплексе «ST-150» фирмы ООО «Мера-ТСП» (г. Москва, Россия).

В качестве пробы проводился тест Ромберга, установка стоп – европейская, без применения технических средств реабилитации в течение обследования. Тест Ромберга проводился в

два этапа: первый этап – с открытыми глазами (ОГ), второй этап – с закрытыми глазами (ЗГ), время выдержки на каждом этапе составило 52 секунды. Проведена оценка следующих показателей постуральной устойчивости: площадь статокинезиограммы ($S, \text{мм}^2$), скорости перемещения центра давления ($V, \text{мм}/\text{с}$), длины пути статокинезиограммы ($L, \text{мм}$), энергозатрат ($A, \text{Дж}$) и коэффициента Ромберга ($KP, \%$) [7].

Статистическая обработка результатов исследования. Обработка результатов исследования проводилась с применением пакета анализа Microsoft-Excel-2017 для Windows и SPSS STATISTICA V.10 (IBM StatSoftInc., США), проверка на нормальность распределения проводилась при помощи критерия Шапиро-Уилка. Для выявления значимых различий применялся непараметрический критерий Вилкоксона. Значение переменных представлены в виде $Me [Q1; Q3]$, где Me – медиана, $Q1$ – 1 квартиль (25 процентиль), $Q3$ – 3 квартиль (75 процентиль). Уровень статистической значимости применялся при уровне $p<0,05$ и $p<0,01$.

Результаты исследования. Результаты исследования представлены в таблице и на рисунке.

В обще-подготовительном периоде подготовки (ОППП) у спортсменов с сенсорными нарушениями (депривация зрения и слуха) при проведении пробы Ромберга (проба с закрыванием глаз – ЗГ) отмечалось увеличение всех показателей стабилометрии: длины пути на 32,29 %, площади статокинезиограммы на 12,28 %, скорости статокинезиограммы на 33,33 % и энергозатрат на 41,80 %. На специально-подготовительном периоде подготовки (СППП) у спортсменов с сенсорными

нарушениями (депривация зрения и слуха) при проведении пробы Ромберга (проба с закрыванием глаз – ЗГ) отмечалось увеличение по всем показателям стабилометрии: длины пути на

38,03 %, площади статокинезиограммы на 30,97 %, скорости статокинезиограммы на 39,13 % и энергозатрат (A, Дж) на 87,10 %.

Таблица – Показатели постуральной устойчивости у спортсменов с сенсорными нарушениями на этапах спортивной подготовки (Ме; 25 %, 75 %)

Показатель		Этап подготовки		Z; рог-зг ОППП	Z; рог-зг СППП	Z; рэтап
		ОППП	СППП			
L, мм	ОГ	226,70 (192,80; 294,80)	208,00 (160,10; 257,90)	4,734; 0,000	4,210; 0,000	1,520; 0,128
	ЗГ	299,9 (230,10; 385,20)	287,10 (185,80; 343,60)			1,116; 0,264
S, мм ²	ОГ	135,20 (88,00; 199,80)	110,10 (77,70; 135,20)	2,472; 0,134	3,565; 0,000	1,493; 0,135
	ЗГ	151,80 (87,30; 214,10)	144,20 (75,70; 270,80)			0,363; 0,716
V, мм/с	ОГ	7,50 (6,40; 9,70)	6,90 (5,30; 8,60)	5,228; 0,000	4,210; 0,000	1,520; 0,128
	ЗГ	10,00 (7,60; 11,90)	9,60 (6,10; 11,40)			1,156 0,247
A, Дж	ОГ	1,22 (0,82; 1,49)	0,93 (0,70; 1,30)	5,213; 0,000	4,103; 0,000	1,783; 0,073
	ЗГ	1,73 (1,08;)	1,74 (0,91; 2,29)			1,089; 0,275
KP, %	-	135,00 (106,00; 184,00)	157,00 (122,00; 208,00)	-	-	0,309; 0,756

Увеличение коэффициента Ромберга (KP, %) на этом этапе составило 16,30 %.

На СППП у спортсменов с сенсорными нарушениями поддержание постуральной устойчивости происходит за счет зрительного контроля, что сопровождалось увеличением по всем параметрам стабилометрии при проведении этапа пробы с закрыванием глаз (ЗГ). В норме коэффициент Ромберга составляет 110-150 % [7]. Если показатель меньше 100%, это может говорить

о недостаточном вкладе зрения в функцию равновесия. Часто это результат искажения прозрачных сред глаза и нарушения осей зрения (скрытое косоглазие, астигматизм); увеличение коэффициента Ромберга может указывать на повышенную роль зрения в поддержании баланса в положении стоя [7]. У спортсменов увеличение коэффициента Ромберга более 150% может соответствовать снижению proprioцептивного контроля у конкретного человека [4, с. 358].

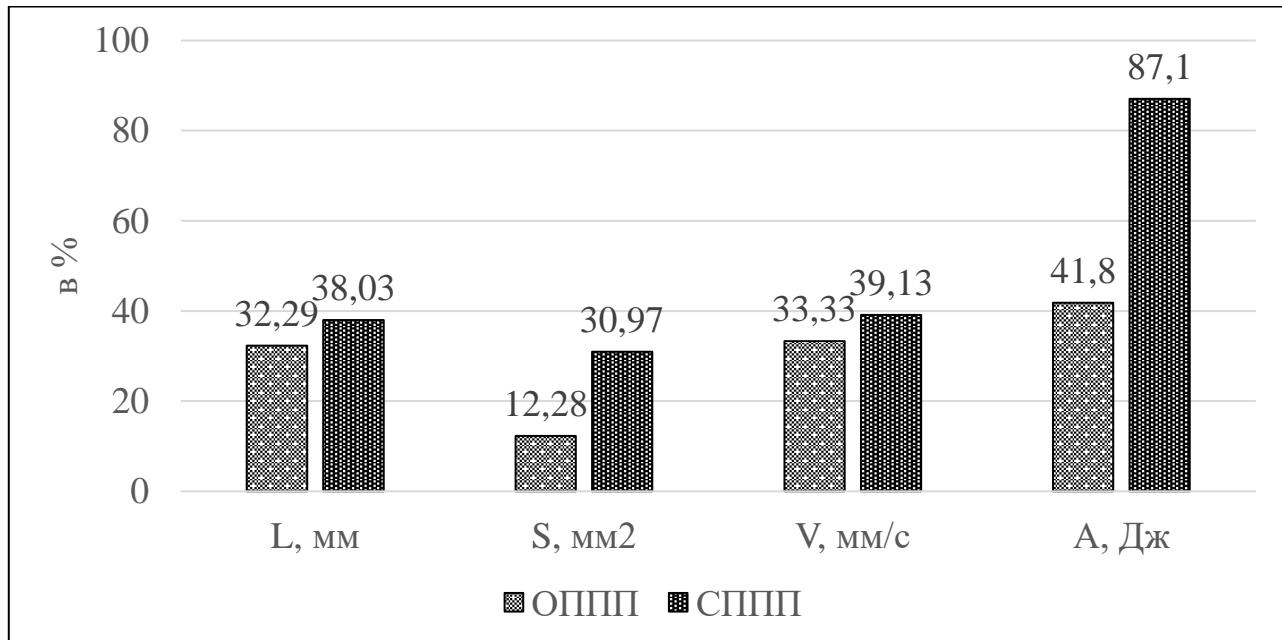


Рисунок – Динамика показателей постуральной устойчивости при проведении пробы Ромберга на этапах спортивной подготовки у спортсменов с сенсорными нарушениями

На ОППП у обследованных спортсменов с сенсорными нарушениями при проведении пробы Ромберга отмечено более устойчивое положение при открытых глазах, что характеризовалось наименьшими показателями статокинезиограммы. При закрывании глаз выявлено увеличение всех параметров статокинезиограммы, что является нормальным при временном исключении функции органа зрения.

Увеличение параметров стабилометрии при проведении пробы Ромберга объясняется процессами перераспределения контроля постуральной устойчивости со зрительного контроля на проприоцептивный. Отсутствие достоверных различий показателя «площадь статокинезиограммы» при проведении пробы Ромберга на ОППП позволяет судить о том, что поддержание постурального контроля происходит за счет зрительно-проприоцептивного контроля (тенденция к повышению с 135,20 мм^2 до 151,80 мм^2 , $p=0,134$).

В период СППП у спортсменов с сенсорными нарушениями при проведении пробы Ромберга отмечено более устойчивое положение при открытых глазах, что характеризовалось наименьшими показателями статокинезиограммы при проведении пробы, а при сопоставлении результатов отмечается тенденция к снижению параметров стабилометрии, как при проведении пробы с ОГ, так и при ЗГ, что позволяет судить о лучшем нахождении «баланса» тела в пространстве. Можно полагать, что нахождение лучшего баланса тела в пространстве на СППП обусловлено положительным влиянием тренировочных нагрузок на постуральную устойчивость.

Обращает на себя внимание наибольший прирост динамики показателей постуральной устойчивости в ответ на проведение пробы Ромберга на СППП (в %) в параметрах «площадь статокинезиограммы ($S, \text{мм}^2$)» (с 12,28 % до 30,97 %) и «энергозатраты (A, Дж)» (с 41,80 % до 87,10 %) (рисунок).

Выявленные наибольшие изменения показателей «площадь статокинезиограммы ($S, \text{мм}^2$)» и «энергозатраты (A, Дж)» могут служить физиологическими маркерами переносимости тренировочных нагрузок ациклической направленности на этапах спортивной подготовки у спортсменов-инвалидов с сенсорными нарушениями.

Заключение. Таким образом, применение компьютерной стабилометрии в режиме мониторинга постуральной устойчивости у спортсменов с сенсорными нарушениями (депривация зрения и слуха), специализирующихся в ациклических видах спорта, способствует объективизации переносимости тренировочных нагрузок на разных этапах спортивной подготовки.

На обще-подготовительном периоде подготовки поддержание постуральной устойчивости реализуется за

счет зрительно-проприоцептивного контроля. К специально-подготовительному периоду подготовки отмечалась тенденция к снижению большинства показателей стабилометрии как при открытых, так и при закрытых глазах. Наибольший прирост в динамике тренировочного процесса отмечен по показателям «площадь статокинезиограммы» и «энергозатраты», что обусловлено переориентацией системы постуральной устойчивости со зрительно-проприоцептивного на зрительный контроль к специально-подготовительному периоду подготовки.

Полученные в ходе исследования результаты оценки изменения постуральной устойчивости в динамике тренировочного процесса отражают физиологически обоснованный уровень нагрузок, с отсутствием признаков дезадаптации.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания «Особенности адаптации к физическим нагрузкам спортсменов-инвалидов в зависимости от нозологической формы инвалидности» № 777-00014-25-00, рег. № 125040704922-6.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Адаптация к физическим нагрузкам спортсменов с сенсорными нарушениями по результатам анализа вариабельности сердечного ритма и компьютерной стабилометрии / К. С. Кошкина, Е. В. Быков, А. В. Чипышев, Е. Г. Сидоркина // Тридцатилетний путь развития адаптивной физической культуры : Материалы Международного научного конгресса, Санкт-Петербург, 10–11 июня 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2025. – С. 106-111.

2. Анцыперов, В. В. Оценка статокинетической устойчивости высококвалифицированных акробатов / В. В. Анцыперов, Н. Л. Горячева // Наука и спорт: современные тенденции. – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 65-71.

3. Балтин, М. Э. Особенности постуральной устойчивости спортсменов-бадминтонистов после функциональной нагрузки / М. Э. Балтин, А. О. Федягин, Ф. А. Мавлиев, Т. В. Балтина // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23, № 1. – С. 54-58.

4. Нагаева, Е. И. Изменение показателей равновесия у юных легкоатлетов под воздействием специализиро-

ванных двигательно-когнитивных задач / Е. И. Нагаева, Е. А. Бирюкова, Д. Н. Захаров, Е. С. Ткач // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6, № 1 (18). – С. 356-361.

5. Назаренко, А. С. Влияние субмаксимальной аэробной нагрузки на постуральную устойчивость высококвалифицированных спортсменов / А. С. Назаренко, Ф. А. Мавлиев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 22-27.

6. Назаренко, А.С. Статокинетическая устойчивость студентов с нарушениями слуха / А. С. Назаренко, Н. В. Рылова, А. С. Чинкин // Практическая медицина. – 2014. – № 5 (81). – С. 110-114.

7. Скворцов, Д. В. Стабилометрическое исследование : краткое руководство / Д. В. Скворцов. – М. : Маска, 2010. – 172 с.

8. Postural stability in athletes: The role of sport direction / A. Andreeva, A. Melnikov, D. Skvortsov, K. Akhmerova [et all.] // Gait Posture. – 2021. – № 89. – P. 120-125. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2021.07.005. Epub 2021 Jul 12. PMID: 34280882.

9. Viseu, J. P. Sport dependent effects on the sensory control of balance during upright posture: a comparison between professional horseback riders, judokas and non-athletes / J. P. Viseu, E. Yiou, P. O. Morin, A. Olivier // Front Hum Neurosci. – 2023. – № 31 (17). – P. 1213385. – DOI: 10.3389/fnhum.2023.1213385.

References

1. Adaptaciya k fizicheskim nagruzkam sportsmenov s sensornymi narusheniyami po rezul'tatam analiza variabel'nosti serdechnogo ritma i kompyuternoj stabilometrii / K. S.

Koshkina, E. V. By'kov, A. V. Chipy'shev, E. G. Sidorkina // Tridcatailetnej put' razvitiya adaptivnoj fizicheskoy kul'tury` : Materialy` Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa, Sankt-Peterburg, 10–11 iyunya 2025 goda. – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij politexnicheskij universitet Petra Velikogo, 2025. – S. 106-111.

2. Ancyperov, V. V. Ocenka statokineticeskoy ustojchivosti vy'sokokvalificirovannyx akrobatov / V. V. Ancyperov, N. L. Goryacheva // Nauka i sport: sovremennye tendencii. – 2021. – Т. 9, № 4. – S. 65-71.

3. Baltin, M. E. Osobennosti postural'noj ustojchivosti sportsmenov-badmintonistov posle funkcional'noj nagruzki / M. E. Baltin, A. O. Fedyanin, F. A. Mavliev, T. V. Baltina // Chelovek. Sport. Medicina. – 2023. – Т. 23, № 1. – S. 54-58.

4. Nagaeva, E. I. Izmenenie pokazatelej ravnovesiya u yuny'x legkoatletov pod vozdejstviem specializirovannyx dvigatel'no-kognitivnyx zadach / E. I. Nagaeva, E. A. Biryukova, D. N. Zaxarov, E. S. Tkach // Sovremennye voprosy` biomediciny` . – 2022. – Т. 6, № 1 (18). – S. 356-361.

5. Nazarenko, A. S. Vliyanie submaksimal'noj ae'roboj nagruzki na postural'nyu ustojchivost` vy'sokokvalificirovannyx sportsmenov / A. S. Nazarenko, F. A. Mavliev // Nauka i sport: sovremennye tendencii. – 2017. – Т. 17, № 4. – S. 22-27.

6. Nazarenko, A.S. Statokineticeskaya ustojchivost` studentov s narusheniyami sluxa / A. S. Nazarenko, N. V. Ry`lova, A. S. Chinkin // Prakticheskaya medicina. – 2014. – № 5 (81). – S. 110-114.

7. Skvorcov, D. V. Stabilometricheskoe issledovanie : kratkoe

руководство / D. V. Skvorcov. – M. : Maska, 2010. – 172 s.

8. Postural stability in athletes: The role of sport direction / A. Andreeva, A. Melnikov, D. Skvortsov, K. Akhmerova [et all.] // Gait Posture. – 2021. – № 89. – R. 120-125. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2021.07.005. Epub 2021 Jul 12. PMID: 34280882.

9. Viseu, J. P. Sport dependent effects on the sensory control of balance during upright posture: a comparison between professional horseback riders, judokas and non-athletes / J. P. Viseu, E. Yiou, P. O. Morin, A. Olivier // Front Hum Neurosci. – 2023. – № 31 (17). – R. 1213385. – DOI: 10.3389/fnhum.2023.1213385.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Быков Евгений Витальевич - доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры спортивной медицины и физической реабилитации; директор НИИ олимпийского спорта. Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия. E-mail: bev58@yandex.ru

Кошкина Ксения Сергеевна – научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия. E-mail: caseychica@mail.ru.

Сидоркина Елена Геннадьевна – научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия. E-mail: rezenchik@bk.ru

Сверчков Вадим Владимирович – младший научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, преподаватель кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия. E-mail: Vadim.sverchkov@yandex.ru

Балберова Ольга Владиславовна – старший научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия.

Перемазова Рамиля Ганиятовна – лаборант-исследователь НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgenii V. Bykov - Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation. Director of the Olympic Sports Research Institute. Ural State University of Physical Culture. Chelyabinsk, Russia.

Ksenia S. Koshkina – a researcher at the Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture. Chelyabinsk, Russia.

Elena G. Sidorkina - Researcher, Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture. Chelyabinsk, Russia. E-mail: rezenchik@bk.ru

Vadim V. Sverchkov – a Junior Researcher at the Research Institute of Olympic Sports, Lecturer at the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Education, Sport and Health. Chelyabinsk, Russia.

Olga V. Balberova - a senior researcher at the Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Education. Chelyabinsk, Russia.

Ramilya G. Peremazova – a laboratory research assistant at the Olympic Sports Research Institute, Ural State University of Physical Education. Chelyabinsk, Russia.