

ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СПОРТСМЕНОВ-БАДМИНТОНИСТОВ ПОСЛЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

М.Э. Балтин^{1,2}, baban.bog@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5005-1699>
А.О. Федянин^{1,2}, artishock23@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1315-6050>
Ф.А. Мавлиев², fanis16rus@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8981-7583>
Т.В. Балтина¹, tanusha967@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-3798-7665>

¹ Казанский федеральный университет, Казань, Россия

² Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Аннотация. Цель: оценить смещения центра давления во время выполнения спокойной стойки в пробе Ромберга и относительно сложной задачи в тесте «Мишень» до и после выполнения нагрузочного теста у квалифицированных спортсменов-бадминтонистов и неспортсменов. **Материалы и методы.** Для оценки постуральной устойчивости проводился тест «Допусковый контроль» до и после функциональной нагрузки (45 приседаний за 1 минуту) на компьютерном стабилоанализаторе. Анализировались такие стабилметрические показатели, как: качество функции равновесия, средняя линейная скорость колебания центра давления, среднее значение линейной скорости смещения центра давления, среднее квадратическое отклонение центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях, площадь эллипса, включающего 90 % точек статокинезиограммы. **Результаты.** Качество функции равновесия снижалось у всех участников в пробе с закрытыми глазами и тесте «Мишень», причем у спортсменов-бадминтонистов в пробе с закрытыми глазами постуральная устойчивость была снижена больше. Функциональная нагрузка приводила к ухудшению постурального баланса у неспортсменов, отмечалась замена голеностопной стратегии на тазобедренную при поддержании равновесия. В тесте «Мишень» спортсмены-бадминтонисты продемонстрировали высокую продуктивность, показали высокий результат при эффективной стратегии удержания центра тяжести в заданной зоне. **Заключение.** Спортсмены-бадминтонисты имеют различия в постуральном контроле по сравнению с неспортсменами. Зрительный анализатор является ведущим в поддержании постурального баланса у бадминтонистов. Сложившаяся активная нервно-мышечная регуляция позы в результате тренировок у спортсменов приводит к стабилизации в сагиттальной плоскости при усложнении постуральных задач.

Ключевые слова: стабิโลграфия, бадминтонисты, усложненная сенсомоторная проба, постуральная устойчивость, функциональная нагрузка

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства спорта РФ 1022040500835–2–3.3.11 (Приказ no.4 от 10.01.2022).

Работа выполнена в рамках программы «Стратегическое академическое лидерство Казанского федерального университета» (ПРИОРИТЕТ-2030).

Для цитирования: Особенности постуральной устойчивости спортсменов-бадминтонистов после функциональной нагрузки / М.Э. Балтин, А.О. Федянин, Ф.А. Мавлиев, Т.В. Балтина // Человеческий спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № S1. С. 54–58. DOI: 10.14529/hsm23s108

Original article

DOI: 10.14529/hsm23s108

CHARACTERISTICS OF POSTURAL BALANCE IN BADMINTON PLAYERS AFTER FUNCTIONAL EXERCISE

M.E. Baltin^{1,2}, baban.bog@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5005-1699>

A.O. Fedyanin^{1,2}, artishock23@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1315-6050>

F.A. Mavliev², fanis16rus@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8981-7583>

T.V. Baltina¹, tanusha967@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-3798-7665>

¹ Kazan Federal University, Kazan, Russia

² Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Abstract. Aim. The paper was aimed at evaluating the displacement of the center of pressure during the Romberg test and the “Target” test before and after exercise in skilled badminton players and non-athletes. **Materials and methods.** Postural balance was evaluated during the preliminary test before and after functional exercise (45 squats per minute). The following parameters were investigated: the quality of balance, the average linear CoP oscillation velocity, the average linear CoP displacement velocity, the standard deviation of the center of pressure in the frontal and sagittal planes, and the ellipse area. **Results.** The quality of balance decreased in both athletes and non-athletes in the “Target” test and in the test with closed eyes. Moreover, badminton players had worse postural balance with closed eyes compared to non-athletes. Functional exercise resulted in decreased postural balance in non-athletes, and the ankle strategy was replaced by the hip strategy while maintaining balance. In general, badminton players had better balance in the “Target” test. **Conclusion.** The postural balance of badminton players significantly differs from that of non-athletes. The visual analyzer is responsible for maintaining postural balance in badminton players. In athletes, the existing neuromuscular regulation of postural balance leads to stabilization in the sagittal plane with increased difficulty of postural tasks.

Keywords: force platform measurements, badminton players, complicated sensorimotor task, postural balance, functional test

Acknowledgments. This study was performed within the state assignment of the Ministry of Sport of the Russian Federation, 1022040500835–2-3.3.11 (Order № 4 dd. 10.01.2022).

This study was performed within the “Strategic Academic Leadership of the Kazan Federal University” (PRIORITET-2030) program.

For citation: Baltin M.E., Fedyanin A.O., Mavliev F.A., Baltina T.V. Characteristics of postural balance in badminton players after functional exercise. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(S1):54–58. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm23s108

Введение. Стабильность позы имеет значение почти для всех движений в спорте, особенно для сохранения равновесия при реагировании на внезапные возмущения [2]. Эффективный поструральный баланс необходим для улучшения контроля произвольных движений и, следовательно, для повышения спортивных результатов [10]. Тренировка равновесия улучшает суставную стабильность, способность к прыжкам, скорость и силу сокращения мышц [3, 8]. Кроме того, игроки в бадминтон должны реагировать на движение волана, быстро и непрерывно менять положение тела на протяжении всей игры [7]. Таким образом, баланс тела имеет решающее значение для развития навыков в бадминтоне, спортивных результатов [9] и предотвраще-

ния травм [4]. Предоставление игрокам обратной связи о состоянии их баланса может расширить их спортивные возможности.

Цель исследования: оценить смещения центра давления во время выполнения спокойной стойки в пробе Ромберга и относительно сложной задачи в тесте «Мишень» до и после выполнения нагрузочного теста у квалифицированных спортсменов-бадминтонистов и неспортсменов.

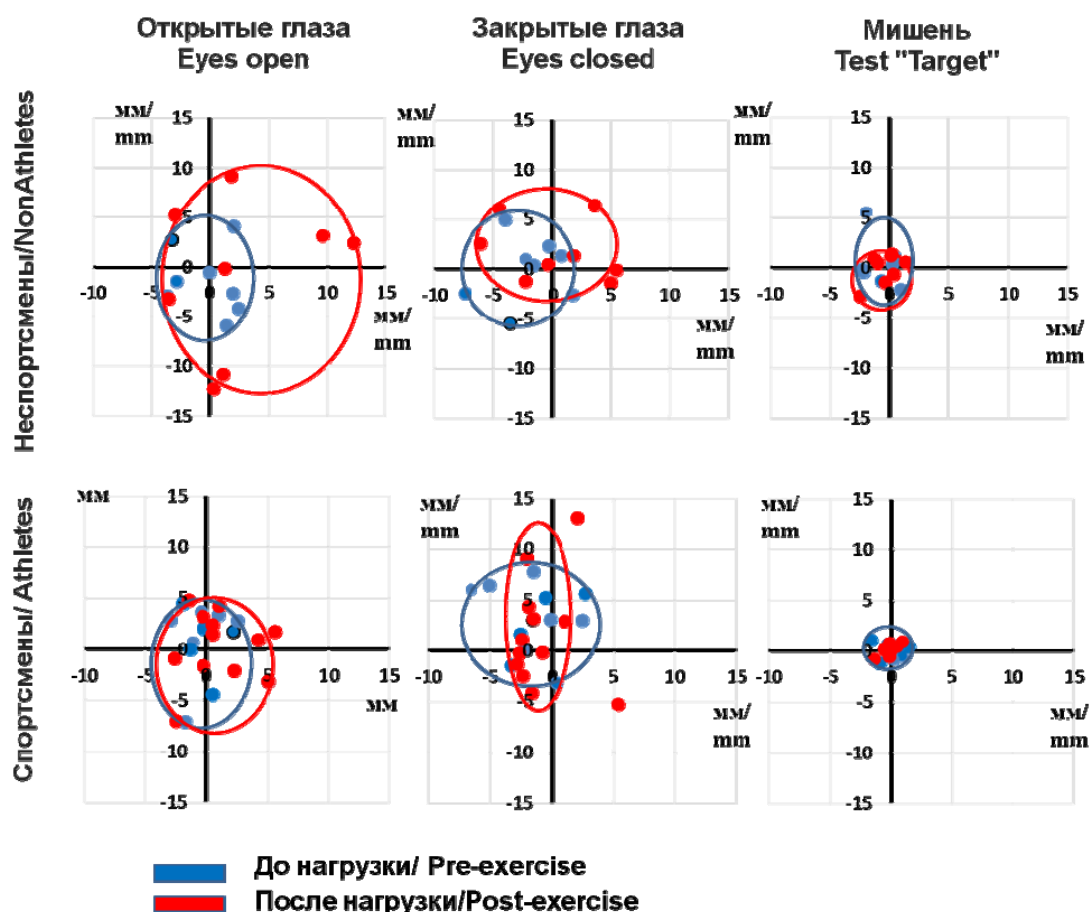
Материалы и методы. В исследовании приняли участие 12 бадминтонистов (возраст $20,91 \pm 2,03$, время занятий бадминтоном $11,5 \pm 3,7$ года) и 8 неспортсменов (возраст $21,34 \pm 1,87$ года). Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами

Хельсинской декларации. Участники были информированы о ходе тестирования и предоставили добровольное согласие. Протокол исследования был одобрен Локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО КФУ (протокол № 34 от 27.01.2022).

Для оценки поструральной устойчивости проводился тест «Допусковый контроль» до и после функциональной нагрузки (45 приседаний за 1 минуту) на компьютерном стабилоанализаторе «Стабилан-01-2» (Таганрог, Россия). Установка испытуемых на платформу производилась без обуви, в стандартной европейской стойке. Тест «Допусковый контроль» состоял из 3 этапов: проба Ромберга с открытыми глазами (ОГ), проба Ромберга с закрытыми глазами (ЗГ) и тест «Мишень». В программе МедСтат определяли внутригрупповые различия по T-критерию Вилкоксона и межгрупповые различия по U-критерию Ман-

на – Уитни. Уровень статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты. У неспортсменов общая длина смещений ЦД после нагрузки в пробах ОГ и ЗГ была больше во фронтальной плоскости, чем до нагрузки (см. рисунок). У спортсменов после нагрузки длина смещения увеличивалась в сагиттальной плоскости больше, чем во фронтальной. Смещение центра давления у спортсменов было достоверно меньше после нагрузки в пробе ОГ и тесте «Мишень» и достоверно больше в пробе ЗГ. Таким образом, мы показали, что у спортсменов ведущим анализатором в поддержании равновесия является зрительный. Известно, что повторяющиеся определенные позы и движения могут вызывать поструральную адаптацию [5]. Игра в бадминтон требует формирования визуальной обратной связи в процессе обучения, в игре важно направление взгляда, поэтому посту-



Смещение центра давления в сагиттальной (Y) и фронтальной (X) плоскостях в трех пробах (открытые глаза, закрытые глаза и тест «Мишень») у всех участников (спортсменов и неспортсменов) до (синим цветом) и после (красным цветом) нагрузочного теста. Окружностью показана область смещения центра давления

Displacement of the center of pressure in the sagittal (Y) and frontal (X) planes in three tests (open eyes, closed eyes, and the Target test) in all participants (athletes and non-athletes) before (blue) and after (red) exercise. The circle shows the area of CoP displacement in participants

ральный баланс опытных бадминтонистов больше изменяется при закрытии глаз, чем у неспортсменов.

После физической нагрузки у неспортсменов наблюдали увеличение смещения тела по фронтالي, что свидетельствует о смене голенистой стратегии поддержания равновесия на бедренную, менее эффективную [6].

У спортсменов показали увеличение Q_u и Q_x в пробе ОГ ($p < 0,05$), снижение в пробе «Мишень» по отношению к пробе ЗГ Q_u ($p < 0,05$), увеличение средней скорости смещения ЦД относительно трех проб ($p < 0,05$), а также после выполнения нагрузочного теста ($p < 0,01$), увеличение 90 % площади эллипса в пробе ЗГ ($p < 0,05$) и уменьшение в тесте «Мишень». У неспортсменов достоверное увеличение Q_x ($p < 0,05$), средней скорости ($p < 0,05$) и площади эллипса ($p < 0,05$) показали в пробе ЗГ. Скорость смещения ЦД была ниже после нагрузочного теста ($p < 0,05$).

У всех участников показано снижение КФР в пробе ЗГ и в тесте «Мишень». В тесте «Мишень» спортсмены-бадминтонисты показали высокую продуктивность, эффективную стратегию удержания центра тяжести в заданной зоне до и после выполнения нагрузочного теста. Показано, что в целом регулярная физическая активность улучшает поструральный контроль за счет структурной адаптации мышц-разгибателей нижней конечности, что позволяет использовать спортсменам опережающие стратегии в поддержании баланса [1].

Заключение. Зрительный анализатор является ведущим в поддержании пострурального баланса у бадминтонистов. Мы предполагаем, что сложившаяся активная нервномышечная регуляция позы в результате тренировок у спортсменов приводит к стабилизации в сагиттальной плоскости при усложнении поструральных задач.

Список литературы / References

1. Kang S.H., Kim C.W., Kim Y.I. et al. Alterations of Muscular Strength and Left and Right Limb Balance in Weightlifters After an 8-week Balance Training Program. *The Journal of Physical Therapy Science*, 2013, vol. 25, no. 7, pp. 895–900. DOI: 10.1589/jpts.25.895
2. Dos Santos T., Thomas C., McBurnie A. et al. Biomechanical Determinants of Performance and Injury Risk During Cutting: A Performance-Injury Conflict? *Sports Medicine*, 2021, vol. 51, no. 9, pp. 1983–1998. DOI: 10.1007/s40279-021-01448-3
3. Fernández-Rio J., Santos L., Fernández-García B. et al. Effects of Slackline Training on Acceleration, Agility, Jump Performance and Postural Control in Youth Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 2019, vol. 67, pp. 235–245. DOI: 10.2478/hukin-2018-0078
4. Guermont H., Le Van pp., Marcelli C. et al. Epidemiology of Injuries in Elite Badminton Players: A Prospective Study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2021, vol. 31, no. 6, art. e473–e475. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000848
5. Paillard T. Plasticity of the Postural Function to Sport and/or Motor Experience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2017, vol. 72, pp. 129–152. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2016.11.015
6. Paillard T., Noe F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed Research International*, 2015, vol. 2015, art. 891390. DOI: 10.1155/2015/891390
7. Faude O., Meyer T., Rosenberger F. et al. Physiological Characteristics of Badminton Match Play. *European Journal of Applied Physiology*, 2007, vol. 100, pp. 479–85. DOI: 10.1007/s00421-007-0441-8
8. Bouagina R., Padulo J., Fray A. et al. Short-Term in-Season Ballistic Training Improves Power, Muscle Volume and Throwing Velocity in Junior Handball Players. A Randomized Control Trials. *Biology of Sport*, 2022, vol. 39, no. 2, pp. 415–426. DOI: 10.5114/biolsport.2022.106150
9. Lu Z., Zhou L., Gong W. et al. The Effect of 6-Week Combined Balance and Plyometric Training on Dynamic Balance and Quickness Performance of Elite Badminton Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, vol. 19, no. 3, art. 1605. DOI: 10.3390/ijerph19031605
10. Zemková E., Zapletalová L. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*, 2022, vol. 13, art 796097. DOI: 10.3389/fphys.2022.796097

Информация об авторах

Балтин Максим Эдуардович, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Механобиология», Казанский федеральный университет, Казань, Россия; ведущий специалист лаборатории биомеханики спорта, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия.

Федянин Артур Олегович, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Механобиология», Казанский федеральный университет, Казань, Россия; ведущий специалист лаборатории биомеханики спорта, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия.

Мавлиев Фанис Азгатович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биомеханики спорта, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия.

Балтина Татьяна Валерьевна, доцент, кандидат биологических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Механобиология», Казанский федеральный университет, Казань, Россия.

Information about the authors

Maxim E. Baltin, Researcher, “Mechanobiology” Research Laboratory, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Russia; Leading Specialist, Laboratory of Biomechanics of Sports, Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia.

Artur O. Fedyanin, Researcher, “Mechanobiology” Research Laboratory, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Russia; Leading Specialist, Laboratory of Biomechanics of Sports, Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia.

Fanis A. Mavliev, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences, Laboratory of Biomechanics of Sports, Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia.

Tatyana V. Baltina, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the “Mechanobiology” Research Laboratory, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, 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 10.11.2022

The article was submitted 10.11.2022