

УДК 612.886:7963.32

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ЮНОШЕЙ ФУТБОЛИСТОВ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Нагаева Е. И., Бирюкова Е. А., Мишин Н. П., Карпов И. С., Черненко И. А.

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Россия
E-mail: enagaeva75@mail.ru*

В статье представлены результаты стабилметрической оценки эффективности развития способностей к поддержанию статического и динамического равновесия с помощью высокоинтенсивной интервальной тренировки у юношей футболистов во время подготовительного периода тренировок. Выявлено, что проводимая специализированная тренировка привела к улучшению эффективности баланса и увеличению вклада проприоцептивной системы в поддержание баланса в основной стойке.

Ключевые слова: стабилметрия, постуральная устойчивость, статическое равновесие, динамическое равновесие, проба Ромберга, футбол.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективная деятельность в спорте определяется соответствующим уровнем развития двигательных, и особенно, координационных навыков [1–3]. Для футболиста координационные двигательные навыки, являются одним из основных факторов, влияющих на эффективность игрока во время матча [4–6]. Успешность футболиста на поле определяется не только «телесной» и «предметной» ловкостью, но и такими специфическими координационными способностями, как способности к равновесию, ориентированию в пространстве, вестибулярной устойчивостью и быстротой перестроек двигательной деятельности. Эти данные подтверждаются исследованиями, свидетельствующими о том, что повышение уровня специфических координационных двигательных навыков является одним из наиболее важных факторов в достижении намеченных результатов спортивной деятельности [1, 7].

Как показывает в своих исследованиях Лях В.И. особенности динамического равновесия обусловлены генетическими факторами лишь на 37 % и на 63 % – случайными эффектами средовых факторов, уменьшающими сходство между родственниками [8]. Так, показатели наследуемости способности к статическому равновесию варьируют от достаточно высоких величин ($h^2= 0,74$) до низких ($h^2= 0,24$), к динамическому равновесию – от $h^2= 0,12$ до $h^2= 0,48$. О весьма несопадающих данных, полученных в разных исследованиях показателей наследуемости тонкой координации рук, пишет R. Kovar [9].

Можно предположить, что основной вклад в развитие данных специфических координационных навыков вносит спортивная тренировка и профессионально прикладная спортивная подготовка. Так, показано наличие положительной связи между координационными показателями двигательных навыков и уровнем общей и специальной физической подготовленности [10]. Другие авторы показывают, что интенсивная спортивная подготовка может улучшить координационные характеристики юных спортсменов в тех областях спорта, которыми они занимаются [11, 12].

В связи с вышесказанным целью нашего исследования явилось изучение влияния высокоинтенсивной интервальной тренировки, направленной на развитие способностей к поддержанию статического и динамического равновесия юных футболистов в подготовительный период тренировочного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе Научно-клинического центра «Технологии здоровья и реабилитации» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

В исследованиях принимали участие 14 юношей в возрасте 18–20 лет, члены сборной команды «КФУ2» по футболу. У всех волонтеров было получено добровольное согласие на участие в исследованиях. В течение 6 недель подготовительного периода в качестве общей физической подготовки в тренировочный план футбольной команды была включена высокоинтенсивная интервальная тренировка с использованием только веса собственного тела, направленная на развитие координационных и скоростно-силовых способностей спортсменов. Исследования проводились вначале и в конце подготовительного периода тренировок (1 и 2 этапы исследования).

С помощью стабилметрической платформы ST-150 и программного обеспечения STPL (ООО Мера-ТСП, г. Москва) проводились: постуральная проба (проба Ромберга) и двигательно-когнитивная динамическая проба. Во время исследовательских работ регистрировались значения стабิโลграммы, характеризующие навыки к поддержанию статического и динамического равновесия. Проводилась оценка влияния зрения на функцию равновесия, а также определялись: длина (L , мм), площадь статокинезиограммы (S , мм²), скорость (V , мм/с) и работа (A , Дж) по перемещению общего центра давления (ОЦД) в плоскости опоры.

Электронное стабилметрическое устройство ST-150, (ТУ 9441-005-49290937-2009) имеет метрологическую аттестацию (Свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.28.004.A № 41201) и внесено в государственный реестр средств измерений. Использование стабилметрической платформы позволяет проводить количественную оценку рациональности и экономичности движений спортсмена для поддержания постурального баланса [13].

Для математической обработки фактического материала использовался пакет программ STATISTICA 5.0. Для выявления внутригрупповых различий применяли критерий Т-критерий Вилкоксона для зависимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение показателей статокинезиограммы при проведении пробы Ромберга с открытыми глазами не выявило достоверных различий между 1 и 2 этапами исследования в группе юношей футболистов (табл.1).

Таблица 1.

Достоверность различий исследуемых показателей стабиллограммы при проведении пробы Ромберга (глаза открыты) вначале (1этап) и в конце (2 этап) подготовительного периода тренировок в группе юношей, занимающихся футболом

Показатели статокинезиограммы при проведении пробы Ромберга (глаза открыты)	1 этап X±Sx	2 этап X±Sx	p	%
Длина статокинезиограммы (L, мм)	251,67±17,08	245,74±21,82	0,600	15,47
Скорость перемещения центра давления (V, мм/с)	7,08±0,57	8,21±0,72	0,972	15,96
Площадь статокинезиограммы (S, мм ²)	134,55±21,95	129,58±34,74	0,861	3,69
Работа по перемещению ОЦД в плоскости опоры (A, Дж)	1,03±0,16	1,85±0,43	0,345	79,61

К концу подготовительного периода тренировок при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами в исследуемой группе юношей было выявлено достоверное уменьшение длины статокинезиограммы с 452,80±76,29 мм до 361,09±71,43 мм, что составило 20,25 % ($p \leq 0,05$). Снижение данного показателя свидетельствует о возрастании стабильности баланса в основной стойке (табл. 2).

Скорость перемещения центра давления снизилась на 20,26 % с 15,10±2,54 мм/с до 12,04±2,38 мм/с ($p \leq 0,05$). Скорость перемещения центра давления определяется с одной стороны амплитудой колебаний центра давления, а с другой стороны частотой этих колебаний. Снижение величины данного показателя служит маркером снижения частоты и величины девиаций испытуемых в основной стойке при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами (табл. 2).

Энергозатраты юных футболистов при выполнении работы по перемещению ОЦД в плоскости опоры к концу базового периода тренировок снизились на 29,74 % с 7,16±3,42 Дж до 5,03±2,62 Дж ($p \leq 0,05$).

Исключение влияния зрительного анализатора при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами, приводит к тому, что основную ответственность за сохранение вертикального положения тела на себя берет система проприоцепции (табл. 2). Снижение оценки влияния на функцию равновесия с 303,46±59,40 усл.ед. до 201,46±41,31 усл.ед. к концу исследования показало увеличение вклада проприоцептивной системы в поддержание баланса в основной стойке у испытуемых ($p \leq 0,05$). Полученные результаты могут быть объяснены особенностями высокоинтенсивной интервальной тренировки футболистов в

подготовительный период с высокой нагрузкой на мышцы голени и голеностопный сустав, приводящей к совершенствованию голеностопной стратегии поддержания баланса, где трехглавая мышца несет силовую нагрузку, переднебольшеберцовая отвечает за коррекцию балансирующих движений, а камбаловидная мышца осуществляет основной контроль баланса.

Таблица 2.

Достоверность различий исследуемых показателей стадиограммы при проведении пробы Ромберга (глаза закрыты) вначале (1 этап) и в конце (2 этап) подготовительного периода тренировок в группе юношей, занимающихся футболом

Показатели стадиограммы при проведении пробы Ромберга (глаза закрыты)	1 этап X±Sx	2 этап X±Sx	p	%
Длина стадиограммы (L, мм)	452,80±76,29	361,09±71,43	0,049	20,25
Скорость перемещения центра давления (V, мм/с)	15,10±2,54	12,04±2,38	0,023	20,26
Площадь стадиограммы (S, мм ²)	192,50±43,03	121,96±21,19	0,132	36,64
Работа по перемещению ОЦД в плоскости опоры (A, Дж)	7,16±3,42	5,03±2,62	0,046	29,74
Оценка влияния зрения на функцию равновесия (КЭ)	303,46±59,40	201,46±41,31	0,0029	33,61

Анализ результатов динамической пробы выявил достоверный рост длины стадиограммы с 1326,76 мм до 2579,19 мм ($p \leq 0,005$), а значения скорости перемещения центра давления и площади стадиограммы обследуемых юношей, не имели достоверных различий между первым и вторым этапами исследования. Увеличились энергозатраты при выполнении координационных заданий динамической пробы с $35,51 \pm 5,67$ Дж до $79,33 \pm 8,18$ Дж ($p \leq 0,005$), но в то же время выросло и количество набранных баллов на 64,74 % с $6,07 \pm 0,48$ до $10,00 \pm 0,43$ ($p \leq 0,005$).

Результаты динамической пробы свидетельствуют о том, что юноши футболисты к концу подготовительного периода стали успешнее выполнять координационные задачи данной пробы, значительно увеличив результат в баллах, при этом величина и частота девиаций, а также площадь стадиограммы не имели достоверных изменений, что говорит о совершенствовании данного координационного навыка под влиянием профессионально прикладной спортивной тренировки.

Таблица 3.

Достоверность различий исследуемых показателей стадиограммы при проведении динамической пробы вначале (1 этап) и в конце (2 этап) подготовительного периода тренировок в группе юношей, занимающихся футболом

Показатели статокинезиограммы при проведении динамической пробы	1 этап $X \pm S_x$	2 этап $X \pm S_x$	p	%
Длина статокинезиограммы (L, мм)	1326,76±73,19	2579,19±95,71	0,001	94,39
Скорость перемещения центра давления (V, мм/с)	41,75±1,917	43,01±1,59	0,100	3,01
Площадь статокинезиограммы (S, мм ²)	5503,55±336,44	5648,48±222,95	0,649	2,63
Работа по перемещению ОЦД в плоскости опоры (А, Дж)	35,51±5,67	79,33±8,18	0,002	123,40
Баллы	6,07±0,48	10,00±0,43	0,002	64,74

Таким образом, результаты проведенного исследования показали положительное влияние высокоинтенсивной интервальной тренировки на развитие способностей к поддержанию статического и динамического равновесия юных футболистов на подготовительном этапе тренировочного процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Под влиянием высокоинтенсивной интервальной тренировки произошло снижение частоты и величины девиаций испытуемых и возрастание стабильности баланса в основной стойке, о чем свидетельствует достоверное уменьшение длины статокинезиограммы на 20,25 % ($p < 0,05$) и снижение скорости перемещения центра давления на 20,26 % ($p < 0,05$) при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами.
2. К концу подготовительного периода тренировок энергозатраты на поддержание статического баланса юных футболистов снизились на 29,74 % ($p < 0,05$) при выполнении работы по перемещению ОЦД в плоскости опоры в пробе Ромберга с закрытыми глазами.
3. Применяемая у юношей футболистов высокоинтенсивная интервальная тренировка привела к совершенствованию голеностопной стратегии поддержания баланса и снижению влияния зрения на функцию равновесия на 33,61 % ($p < 0,05$) с возрастанием вклада проприоцептивной системы в поддержание баланса в основной стойке.

4. Результаты динамической пробы свидетельствуют о совершенствовании координационных навыков динамического равновесия юных футболистов под влиянием профессионально прикладной спортивной тренировки.

Исследование выполнено на базе научно-клинического центра «Технологии здоровья и реабилитации». Поддержано Программой развития ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского», «Приоритет 2030» проект №М/2021/2.

Список литературы

1. Paillard T. Relationship Between Sport Expertise and Postural Skills / T. Paillard. // *Frontiers in Psychology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 1428.
2. Adil A. The influence of speed, agility, coordination of foot, balance and motivation on skill of playing football / A. Adil, J. Tangkudung, A. Hanif // *JIPES-Journal of Indonesian Physical Education and Sport*. – 2018. – 4 (1). – P. 19–34.
3. Opstoel K. Anthropometric characteristics, physical fitness and motor coordination of 9 to 11 year old children participating in a wide range of sports / K. Opstoel, J. Pion, M. Elferink-Gemser, E. Hartman et al // *PLoS ONE* – 2015. – Vol. 10. – 0126282.
4. Bojkowski Ł. The Importance of Selected Coordination Motor Skills for an Individual Football Player's Effectiveness in a Game / Ł. Bojkowski, P. Kalinowski, R. Śliwowski, M. Tomczak // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2022. – Vol. 19(2). – P. 728.
5. Chang, Y. K. The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children / Y. K. Chang, Y. J. Tsai, T. T. Chen, T. M. Hung. // *Exp. Brain Res.* – 2013. – Vol. 225. – P.187–196.
6. Zago, M.C. Dribbling determinants in sub-elite youth soccer players / M. Zago, A.G. Piovan, I. Annoni, D. Ciprandi et al // *J. Sport Sci.* – 2016. – 34. – P.411–419.
7. Ljach W. Koordynacyjne Zdolności Motoryczne w Piłce Nożnej / W. Ljach, Z. Witkowski – COS: Warszawa. – Poland. – 2004.
8. Лях В. И. К вопросу природе межиндивидуальной вариативности некоторых координационных способностей детей 7–9 лет / В. И. Лях., В. А. Соколкина // *Физическая культура* – 1997. – №2. – С. 2–7.
9. Kovar R. Human Variations in Motor Abilities and its genetic analysis. / R. Kovar // *Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. I, Řada pedagogicko-psychologická.* – 1985. – Vol. 33, iss. I19 – P. 120–121.
10. Alesi M. The improvement of gross-motor, and cognitive abilities by an Exercised Training Program; three case reports / M. Alesi, G. Battaglia, M. Roccella, D. Testa et al // *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* – 2014. – Vol. 10. – P. 479–485.
11. Jaakkola T. Differences in the motor coordination abilities among adolescent gymnasts, swimmers, and ice hockey players / T. Jaakkola, A. Watt, S. Kalaja // *Human Movement*. – 2017. – Vol. 18(1) – P. 44–49.
12. Тарабрина Н. Ю. Роль фитнеса в совершенствовании скоростно-силовых качеств и координационных способностей юных футболистов / Н. Ю. Тарабрина, Е. Ю. Грабовская, В. А. Карашенко // *Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе : сборник научных статей Всероссийской с международным участием очно-заочной научно-практической конференции, Воронеж, 20–21 октября 2016 года / Воронежский государственный институт физической культуры.* – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2016. – С. 230–234.
13. Кубряк О. В. Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский, Е. В. Исакова, С. В. Котов. – Москва: Маска, 2015. – 128 с.

DEVELOPING THE SKILLS OF STATIC AND DYNAMIC BALANCE OF YOUNG FOOTBALL PLAYERS WITH THE HELP OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING

Nagaeva E. I., Biryukova E. A., Mishin N. P., Karpov I. S., Chernenko I. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russia
E-mail: enagaeva75@mail.ru*

For a football player, coordination motor skills are one of the main factors affecting the effectiveness of a player during a match. The success of a football player on the field is determined not only by "bodily" and "objective" dexterity, but also by such specific coordination abilities as the ability to balance, orientation in space and vestibular stability. The main contribution to the development of specific coordination skills is made by sports training and professionally applied sports training.

In connection with the above, the purpose of our study was to study the influence of professionally applied sports training on the development of the ability to maintain static balance of young football players at the preparatory stage of the training process.

As a result of the study, it was revealed that the indicators of the Romberg test with open eyes did not have significant differences when comparing the values of the statokinesiogram of stages 1 and 2 in the group of young football players. When performing the Romberg test with closed eyes in the study group of young men, a significant decrease in the length of the statokinesiogram by 20.25 % ($p < 0.05$) and the speed of movement of the pressure center by 20.26 % ($p < 0.05$) was revealed, indicating an increase in the stability of the balance in the main stand and a decrease in the frequency and magnitude of deviations of the subjects with closed eyes. The energy consumption of young football players when performing work on moving the common center of pressure in the support plane by the end of the base training period decreased by 29.74 % ($p < 0.05$). A 33.61 % decrease in the assessment of the effect of vision on the balance function ($p < 0.05$) by the end of the study showed an increase in the contribution of the proprioceptive system to maintaining balance in the main stand in the subjects. The results obtained can be explained by the peculiarities of the training process of football players in the preparatory period with a high load on the muscles of the lower leg and ankle joint, leading to the improvement of the ankle strategy of maintaining balance, where the triceps muscle of the lower leg carries a power load, the anterior tibial is responsible for correcting balancing movements, and the flounder muscle performs the main balance control.

Thus, the results of the study showed a positive effect of professionally applied sports training on the development of abilities to maintain static balance in young football players.

Keywords: stabilometry, postural stability, static balance, dynamic balance, Romberg test, football players.

References

1. Paillard T. Relationship Between Sport Expertise and Postural Skills, *Frontiers in Psychology*, **10**, 1428. (2019).
2. Adil A., Tangkudung J., Hanif A. The influence of speed, agility, coordination of foot, balance and motivation on skill of playing football, *JIPES-Journal of Indonesian Physical Education and Sport*, **4 (1)**, 19 (2018).
3. Opstoel K., Pion J., Elferink-Gemser M., Hartman E. et al Anthropometric characteristics, physical fitness and motor coordination of 9 to 11 year old children participating in a wide range of sports, *PLoS ONE*, **10**, 0126282 (2015).
4. Bojkowski Ł., Kalinowski P., Śliwowski R., Tomczak M. The Importance of Selected Coordination Motor Skills for an Individual Football Player's Effectiveness in a Game, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19(2)**, 728 (2022).
5. Chang, Y. K., Tsai Y. J., Chen T. T., Hung T. M. The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children, *Exp. Brain Res.*, **225**, 187 (2013).
6. Zago M. C., Piovan A. G., Annoni I., Ciprandi D. et al Dribbling determinants in sub-elite youth soccer players, *J. Sport Sci.*, **34**, 411 (2016).
7. Ljach W., Witkowski Z. Koordynacyjne Zdolności Motoryczne w Piłce Nożnej (COS: Warszawa. – Poland, 2004).
8. Lyakh V. I., Sokolkina V. A. To the question of the nature of interindividual variability of some coordination abilities of children 7–9 years, *Physical Training*, **2**, 2 (1997).
9. Kovar R. Human Variations in Motor Abilities and its genetic analysis, *Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. I. Řada pedagogicko-psychologická*, **33**, **119**, 120 (1985).
10. Alesi M., Battaglia G., Roccella M., Testa D. et al The improvement of gross-motor, and cognitive abilities by an Exercised Training Program; three case reports, *Neuropsychiatr. Dis. Treat.*, **10**, 479 (2014).
11. Jaakkola T., Watt A., Kalaja S. Differences in the motor coordination abilities among adolescent gymnasts, swimmers, and ice hockey players, *Human Movement*, **18(1)**, 44 (2017).
12. Tarabrina N. Y., Grabovskaya E., Karaschenko V. A. *The role of fitness in improving speed and strength qualities and coordination abilities of young soccer players*, Physical culture, sport and health in modern society: collection of scientific papers of All-Russian with international participation of the part-time scientific and practical conference, Voronezh, 20-21 October 2016, 230 (Voronezh State Institute of Physical Culture. - Voronezh: Publishing and printing center "Scientific book", 2016).
13. Kubryak O. V., Grokhovsky S. S., Isakova E. V., Kotov S. V. *Biological feedback by reference reaction: methodology and therapeutic aspects*, 128 (Moscow: Mask, 2015).