

ПОСТУРАЛЬНЫЙ БАЛАНС В ОДНООПОРНОЙ СТОЙКЕ ПРИ РЕШЕНИИ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ У ФУТБОЛИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Н.А. Тишутин, nickoknick@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5429-8306>
Ю.В. Гапонёнок, yuliya.gaponenok@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6425-6687>
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Беларусь

Аннотация. Цель: анализ особенностей постурального баланса в одноопорной стойке при параллельном решении когнитивных задач у футболистов с учетом типа вегетативной регуляции сердечного ритма. **Материалы и методы.** Исследовали стабилметрические показатели футболистов при одиночном поддержании одноопорной стойки и при параллельном решении когнитивных задач с учетом типа вегетативной регуляции. Тип вегетативной регуляции определялся по данным кардиоинтервалограммы в положении лежа. Когнитивные задачи представляли собой анализ видеозаписи с нарезкой футбольных моментов от первого лица. **Результаты.** Выявлено, что при одиночном поддержании одноопорной стойки футболисты с ваготоническим и нормотоническим типами вегетативной регуляции характеризуются меньшей площадью девиаций центра давления, а также более высокими значениями показателя функции равновесия по сравнению с симпатикотоническим типом. Добавление к поддержанию одноопорной стойки когнитивных задач приводило к снижению значений показателя функции равновесия во всех выделенных группах футболистов. Меньшая площадь перемещений центра давления и большие оценки показателя функции равновесия при поддержании позы в одноопорной стойке с решением когнитивной задачи выявлены у футболистов с ваготоническим типом регуляции. **Заключение.** Добавление когнитивных задач к поддержанию одноопорной стойки сопровождалось снижением уровня поддержания постурального баланса у всех футболистов независимо от типа вегетативной регуляции. При поддержании одноопорной стойки в условиях решения когнитивных задач футболисты с ваготоническим типом вегетативной регуляции сердечного ритма демонстрируют более высокий уровень постурального баланса.

Ключевые слова: постуральный баланс, одноопорная стойка, вегетативная регуляция сердечного ритма, двойные задачи, футболисты

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ (грант Б23М-038).

Для цитирования: Тишутин Н.А., Гапонёнок Ю.В. Постуральный баланс в одноопорной стойке при решении когнитивных задач у футболистов с различными типами вегетативной регуляции // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 3. С. 63–70. DOI: 10.14529/hsm240307

Original article
DOI: 10.14529/hsm240307

POSTURAL BALANCE IN A ONE-LEGGED STANCE DURING COGNITIVE TASK PERFORMANCE IN FOOTBALL PLAYERS WITH DIFFERENT AUTONOMIC REGULATION

N.A. Tishutin, nickoknick@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5429-8306>
Yu.V. Gaponenok, yuliya.gaponenok@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6425-6687>
Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus

Abstract. Aim: This study investigates the impact of cognitive tasks on one-legged postural balance in football players, depending on heart rate variability. **Materials and methods.** Utilizing force platform measurements and cardiac interval data, the effect of heart rate variability on one-legged postural balance alone and under conditions of cognitive interference was studied. Autonomic regulation was classified according to cardiac interval data in the supine position. Cognitive interference consisted of analyzing first-person

video recordings. **Results.** Our findings reveal that vagotonic and normotonic football players, as compared to sympathicotonic athletes, exhibit superior postural stability, as evidenced by reduced CoP deviations and enhanced balance control in the one-legged stance test. The introduction of cognitive tasks significantly compromises these benefits across all groups, with notable exceptions observed among vagotonics. **Conclusion.** The one-legged stance test combined with cognitive interference demonstrates reduced postural control, regardless of the type of autonomic regulation. Vagotonic football players demonstrate superior postural control in the one-legged stance test under conditions of cognitive interference.

Keywords: postural balance, one-legged stance, autonomic regulation, dual tasks, football players

Acknowledgments. The study was carried out with financial support from the BRFFR (grant B23M-038).

For citation: Tishutin N.A., Gaponenok Yu.V. Postural balance in a one-legged stance during cognitive task performance in football players with different autonomic regulation. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(3):63–70. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240307

Введение. В течение футбольного матча игроки постоянно осуществляют дриблинг и различные манипуляции с мячом, которые сочетаются с изменениями траектории и скорости движения, а также положения тела. В этой связи отмечается, что техническая подготовка (дриблинг, передачи, удары) и скоростные способности (ускорения, смены направления движения) футболистов могут быть связаны с уровнем постурального баланса (ПБ) [10]. Кроме этого, высокий уровень ПБ снижает риск получения травм нижних конечностей [11]. А тренировки, направленные на повышение уровня поддержания позы, положительно влияли на высоту вертикального прыжка [13] и эффективность выполнения технических действий футболистов [9].

В футболе постоянно встречаются ситуации, связанные с поддержанием ПБ не только в простых двухопорных стойках, но и в более сложных – одноопорных [8]. Поддержание одноопорной стойки (ОС) характерно практически для всех форм перемещений, прыжков, противоборств за мяч и позицию с соперником. Также футболисты выполняют различные технические действия с мячом одной ногой, поддерживая при этом позу в ОС на другой ноге. Специфика спортивной деятельности футболистов проявляется в поддержании ОС в условиях, которые усложняются параллельными когнитивными задачами [17]. Эти задачи связаны с анализом постоянно изменяющейся игровой ситуации на поле для принятия оптимальных технико-тактических решений. Следовательно, условия игровой деятельности футболистов можно охарактеризовать как постоянное решение двигательных и когнитивных задач (двойные задачи) в усложненных временных и постуральных условиях [16].

В исследованиях постуральной системы человека является актуальным вопрос о роли вегетативной регуляции сердечного ритма (ВРСР) в поддержании ПБ [5, 12]. К настоящему времени исследованы особенности поддержания ОС футболистов с различными типами ВРСР [7]. Однако малочисленны работы, направленные на исследование особенностей поддержания ПБ футболистов с различными типами вегетативной регуляции в условиях, которые усложняются параллельными когнитивными задачами, характерными для специфики вида спорта. Вместе с этим вегетативная регуляция является важным звеном для решения как постуральной, так и когнитивной задач, обеспечивая протекание трофотропных и эрготропных процессов функций организма, а также реализацию интегративных функций в центральной нервной системе [2]. Следовательно, исследование ее взаимосвязи с результатами выполнения двойных задач позволит установить наиболее оптимальные типы ВРСР для решения специфических для футболистов постурально-когнитивных задач.

Цель исследования – анализ особенностей постурального баланса в одноопорной стойке при параллельном решении когнитивных задач у футболистов с учетом типа вегетативной регуляции сердечного ритма.

Материалы и методы. На добровольной основе обследовано 80 действующих спортсменов-футболистов, выступающих за различные клубы в Чемпионате Беларуси по футболу. Все принявшие участие в исследовании футболисты были мужского пола в возрасте от 17 до 20 лет, а также имели I спортивный или II спортивный разряд, со стажем занятий футболом более 10 лет. Спортсмены обследовались в соревновательный период подготовки годичного макроцикла в утреннее

время с 9.00 до 11.00. Были предприняты все возможные меры по стандартизации условий записи, связанные со световыми и шумовыми помехами. Все футболисты осведомлены о цели и методах исследования до получения от них информированного письменного согласия на участие в нем.

Схема исследования включала в себя три этапа. На первом этапе регистрировалась кардиоинтервалограмма (КИГ) в положении лёжа (200 кардиоинтервалов). Перед её регистрацией футболисты находились в положении лежа не менее 5 мин. Запись КИГ производилась с использованием электрокардиографа «Полиспектр-8» фирмы «Нейрософт» (Иваново, РФ).

По результатам записи КИГ все футболисты разделены на три группы с различными типами ВРСР согласно классификации Р.М. Баевского [1]. Данная классификация основывается на значениях индекса напряжения (ИН) и позволяет выделить следующие типы вегетативной регуляции: ваготонический ($SI \leq 50$ у. е.), нормотонический ($50 \leq SI \leq 200$ у. е.), симпатикотонический ($SI \geq 200$ у. е.).

На втором этапе в положении сидя решались когнитивные задачи, связанные с анализом видеозаписи на экране монитора. Видеозаписи представляли собой нарезку футбольных моментов от первого лица, в которых в первой задаче было необходимо подсчитать общее количество передач первого лица (подсчёт передач, 60 с), а во второй задаче подсчитать общее количество голов и голов с участием первого лица (подсчёт голов, 60 с). Результаты решения когнитивных задач фиксировались, однако в данной статье не учитывались.

На третьем этапе все исследуемые поддерживали ОС без когнитивных задач (2 записи по 60 с). За итоговый результат брались средние за две записи данные. Далее выполнялись двойные задачи в виде поддержания позы в ОС с параллельным решением когнитивных задач: 1) ОС с подсчётом передач; 2) ОС с подсчётом голов. Перед последующим выполнением теста футболисты отдыхали в положении сидя в течение 60 с.

Одноопорная стойка поддерживалась на недоминирующей ноге, поскольку она чаще используется в игровой деятельности футболистов как опорная. Поддерживаемая поза представляла собой стойку на одной ноге с фиксацией другой ноги спереди с углами 90°

в тазобедренном, голеностопном и коленном суставах. Определение недоминирующей ноги осуществлялась с использованием методики, предложенной Е.М. Бердичевской [3].

Особенности перемещений центра давления (ЦД) при поддержании ПБ в различных условиях исследовались на стабилметрической платформе «ST-150» (ООО Мера-ТСП, Москва). Для описания полученных результатов использовались следующие показатели: ОФР – интегральный показатель «оценка функции равновесия» (баллы), S – площадь перемещений центра давления (мм^2), Q_x , Q_y – величина колебаний центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях соответственно (мм).

Для статистической обработки полученных результатов использовалась программа Statistica 12. Нормальность распределения проверялась по критерию Шапиро – Уилка. Данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25 %, 75 %). Для определения достоверности межгрупповых различий проводилось попарное сравнение значений выделенных групп с использованием U-критерия Манна – Уитни. Внутригрупповые различия между данными при решении одиночных и двойных задач определялись по W-критерию Уилкоксона. Критическим уровнем достоверности различий считали $p \leq 0,05$.

Результаты. Анализ показателей КИГ позволил выделить три группы футболистов по типу ВРСР. В группу футболистов с симпатикотоническим типом отнесены 15 % футболистов ($n = 12$). Более представленной группой оказались футболисты с ваготоническим типом ВРСР – 34 % ($n = 27$). Наиболее многочисленной оказалась группа с нормотоническим типом – 51 % ($n = 41$).

При одиночном поддержании позы в ОС у футболистов с симпатикотоническим типом ВРСР значения показателя ОФР оказались ниже на 25 % ($p \leq 0,05$) и 38 % ($p \leq 0,05$), чем у футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами регуляции соответственно (см. таблицу). Площадь девиаций ЦД также была выше у футболистов с симпатикотоническим типом регуляции на 27 % ($p \leq 0,05$) и 65 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с футболистами, имеющими нормотонический и ваготонический типы регуляции соответственно. Величина девиаций ЦД в сагиттальной плоскости Q_y у футболистов с симпатикотоническим

Стабилометрические показатели футболистов с различными типами вегетативной регуляции
Force platform measurements in football players with different autonomic regulation
(Me [25%; 75%])

Показатель Parameter	Условия Condition	Симпатикотонический Sympathicotonic (n = 12)	Нормотонический Normotonic (n = 27)	Ваготонический Vagotonic (n = 41)
ОФР, баллы Balance function assessment, points	1	24*& [22; 30]	32& [26; 41]	39&# [31; 47]
	2	18 [13; 26]	20 [17; 29]	22 [16; 26]
	3	19 [16; 29]	19^● [15; 24]	23^ [18; 27]
S, мм ² S, mm ²	1	575* [333; 550]	453& [333; 550]	348&# [300; 487]
	2	778 [550; 1068]	695 [486; 854]	650 [531; 924]
	3	728 [474; 904]	775^● [587; 973]	602^ [502; 775]
Qx, мм Qx, mm	1	5,6& [4,9; 6,6]	4,9& [4,4; 5,6]	4,5&# [4; 5,2]
	2	7,8 [6,1; 8,9]	7,1 [6,5; 7,9]	6,9 [6; 7,9]
	3	6,8^ [6; 8,1]	7,1^● [6,5; 8,1]	6,2^ # [5,6; 7,3]
Qy, мм Qy, mm	1	8* [6,7; 9,3]	6,7& [5,8; 7,6]	6,8&# [5,8; 7,1]
	2	8,4 [7,4; 10,1]	7,5 [6,8; 8,8]	7,4 [6,2; 9,6]
	3	7,4 [6,7; 10,1]	8,3^● [6,7; 9,5]	7,7^ [6,8; 8,6]

Примечание. 1 – одиночное поддержание позы, 2 – поддержание позы с подсчётом передач, 3 – поддержание позы с подсчётом голов; * – значимость различий между симпатикотоническим и нормотоническим типами ($p \leq 0,05$); # – значимость различий между симпатикотоническим и ваготоническим типами ($p \leq 0,05$); ● – значимость различий между нормотоническим и ваготоническим типами регуляции ($p \leq 0,05$); & – значимость различий между одиночным поддержанием позы и с подсчетом передач ($p \leq 0,05$); ^ – значимость различий между одиночным поддержанием позы и с подсчетом голов ($p \leq 0,05$).

Note. 1 – one-legged stance, 2 – one-legged stance under cognitive interference (counting passes), 3 – one-legged stance under cognitive interference (counting goals); * – significant between sympathicotonics and normotonics ($p \leq 0.05$); # – significant between sympathicotonics and vagotonics ($p \leq 0.05$); ● – significant between normotonics and vagotonics ($p \leq 0.05$); & – significant between one-legged stance and counting passes ($p \leq 0.05$); ^ – significant between one-legged stance and counting goals ($p \leq 0.05$).

типом была выше на 19 % ($p \leq 0,05$) и 18 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с таковой у футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами соответственно. Колебания во фронтальной плоскости Qx были на 24 % ($p \leq 0,05$) выше у представителей с симпатикотоническим типом регуляции по сравнению с ваготоническим.

У футболистов с симпатикотоническим типом регуляции при добавлении к поддержанию ОС подсчета передач значения ОФР снизились на 25 % ($p \leq 0,05$), а Qx увеличились на 40 % ($p \leq 0,05$) (см. таблицу). При под-

счете голов значения Qx также увеличились на 20 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с одиночным поддержанием позы. В группах с нормотоническим и ваготоническим типами ВРСР отмечается схожая направленность изменений, которая выражается в достоверном увеличении значений S, Qx, Qy и снижении ОФР при добавлении к поддержанию позы когнитивных задач.

При подсчёте количества передач в ОС отмечается отсутствие значимых различий по стабилметрическим показателям между футболистами с различными типами ВРСР.

Однако имеется тенденция ($p = 0,08$) к более высоким значениям ОФР у футболистов с ваготоническим типом регуляции по сравнению с имеющими нормотонический и симпатикотонический типы. Показатели S , Q_x , Q_y , напротив, имели тенденцию к более высоким значениям у представителей с симпатикотоническим типом регуляции.

При поддержании позы в ОС с параллельным подсчётом голов значения ОФР были на 21 % ($p \leq 0,05$) и 21 % выше у футболистов с ваготоническим типом регуляции по сравнению с футболистами, имеющими нормотонический и симпатикотонический типы регуляции соответственно. Показатель S , напротив, у футболистов с ваготоническим типом был ниже на 22 % ($p \leq 0,05$) и 17 %, чем у футболистов с нормотоническим и симпатикотоническим типами ВРСР. Величина девиаций ЦД во фронтальной плоскости (Q_x) была меньше на 13 % ($p \leq 0,05$) и 9 % ($p \leq 0,05$) у футболистов с ваготоническим типом регуляции по сравнению с нормотоническим и симпатикотоническим типами соответственно. Колебания ЦД в сагиттальной плоскости (Q_y) у футболистов с ваготоническим типом была ниже на 7 % ($p \leq 0,05$), чем у футболистов с нормотоническим типом регуляции.

Следовательно, одиночное поддержание позы в ОС осуществлялось на более высоком уровне у футболистов с ваготоническим и нормотоническим типами ВРСР по сравнению с симпатикотоническим типом. Об этом свидетельствуют меньшая площадь девиаций ЦД, а также более высокие значения показателя ОФР.

Добавление к поддержанию ОС параллельной когнитивной задачи сопровождалось повышением площади перемещений ЦД, а также уменьшением значений ОФР, указывающим на снижение уровня ПБ. Данная направленность изменений выявлена у всех групп футболистов независимо от типа ВРСР.

В условиях поддержания ОС с подсчетом передач отмечено отсутствие достоверных межгрупповых различий по анализируемым стабилметрическим показателям. Однако тенденция к более высоким значениям ОФР, а также меньшей площади и величине девиаций ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях отмечается у футболистов с ваготоническим типом ВРСР. При подсчёте количества голов в ОС более высокий уровень поддержания ПБ зафиксирован у футболистов с вагото-

ническим типом регуляции. Данное заключение подтверждается более высокими значениями ОФР, а также меньшей площадью перемещений ЦД у футболистов с ваготоническим типом регуляции по сравнению с нормотоническим. Также у футболистов с ваготоническим типом выявлена меньшая величина девиаций ЦД во фронтальной плоскости. Эта особенность указывает их лучшую устойчивость во фронтальной плоскости и меньшее вовлечение в постуральный контроль более энергозатратной тазобедренной стратегии поддержания позы [8] по сравнению с футболистами, имеющими нормотонический и симпатикотонический типы регуляции.

Особенности выполнения двойных задач футболистов в настоящем исследовании могут объясняться с позиции теории пропускной способности, которая рассматривает возможность параллельной обработки информации и одновременное использование общих когнитивных ресурсов для решения постуральной и когнитивной задач [14, 15, 18]. Для поддержания ОС и решения когнитивной задачи необходима активность общих областей префронтальной коры больших полушарий, височной области и базальных ядер [6], что обуславливает наличие перекрывающейся активности в данных областях и структурах при выполнении двойных задач. Однако в случае слишком высоких ресурсных запросов может отмечаться их нехватка, вследствие чего результат в одной или двух задачах снижается.

Сложность постуральных условий в ОС, связанная с небольшой площадью опоры и необходимостью решения параллельных когнитивных задач, обуславливает большее вовлечение в контроль коры головного мозга [12, 19]. Большая активность коры больших полушарий головного мозга обеспечивает интеграцию более часто поступающих афферентных сигналов и формирование двигательных программ с целью поддержания позы [19]. Согласно теории пропускной способности, это будет создавать дефицит когнитивных ресурсов, например, внимания, также необходимого и для решения параллельной когнитивной задачи. Как следствие, при решении когнитивных задач в ОС наблюдается снижение эффективности поддержания ПБ у всех групп футболистов независимо от типа ВРСР.

Имеются сведения, что исходный тип вегетативной регуляции обуславливает различные адаптивные реакции на схожую физиче-

скую нагрузку [4]. Полученные результаты подтверждают эти сведения, поскольку футболисты в зависимости от исходного типа ВРСР характеризовались различными результатами при поддержании позы в ОС, усложненной параллельными когнитивными задачами.

Заключение. Полученные результаты позволили выявить особенности поддержания позы в ОС при параллельном решении когнитивных задач у футболистов с различными типами ВРСР. Установленные данные допол-

няют имеющиеся представления об особенностях функционирования организма футболистов, в частности, в условиях решения специфических для вида спорта двойных задач.

Выявленные особенности выполнения двойных задач футболистов, а также наиболее оптимальные типы ВРСР могут быть полезны тренерам в качестве маркерных характеристик для осуществления отбора, а также для реализации динамического контроля за эффективностью выполнения специфических для футболистов двойных задач.

Список литературы

1. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
2. Басанцова, Н.Ю. Роль вегетативной нервной системы в развитии цереброкардиальных нарушений / Н.Ю. Басанцова, Л.М. Тибекина, А.Н. Шишкин // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2017. – Т. 117, № 11. – С. 153–160. DOI: 10.17116/jnevro2017117111153-160
3. Бердичевская, Е.М. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт / Е.М. Бердичевская // Функцион. межполушарная асимметрия: Хрестоматия. – М.: Науч. мир, 2004. – С. 897–954.
4. Зинурова, Н.Г. Особенности регуляции артериального давления у спортсменов различных видов спорта в зависимости от степени статокINETической устойчивости / Н.Г. Зинурова, Е.В. Быков, А.В. Чипышев // Фундамент. исследования. – 2014. – Т. 7, № 12. – С. 1433–1436.
5. Влияние пострального баланса на изменение ритма и проводимости сердца у пловцов / Ю.Б. Кораблева, В.В. Епишев, В.А. Бычковских и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S2. – С. 37–44. DOI: 10.14529/hsm19s205
6. Мачинская, Р.И. Управляющие системы мозга / Р.И. Мачинская // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2015. – Т. 65, № 1. – С. 33–60. DOI: 10.7868/S0044467715010086
7. Тишутин, Н.А. Постуральный баланс в одноопорной стойке у футболистов с учётом исходного типа вегетативной регуляции / Н.А. Тишутин, И.Н. Рубченя // Новости мед.-биол. наук. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 175–181.
8. Amin, D.J. The relationship between ankle joint physiological characteristics and balance control during unilateral stance / D.J. Amin, L.C. Herrington // Gait & posture. – 2014. – Vol. 39, no. 2. – P. 718–722. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.10.004
9. Biomechanical Aspects of the foot arch, body balance and body weight composition of boys training football / J.M. Bukowska, M. Jekielek, D. Kruczkowski et al. // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18, no. 9. – P. 5017. DOI: 10.3390/ijerph18095017
10. Edis, C. The importance of postural control in relation to technical abilities in small-sided soccer games / C. Edis, F. Vural, H. Vurgun // Journal of human kinetics. – 2016. – Vol. 53. – P. 51–61.
11. Comparison of Static and Dynamic Balance in Male Football and Basketball Players / F. Halabchi, L. Abbasian, M. Mirshahi et al. // Foot & ankle specialist. – 2020. – Vol. 13, no. 3. – P. 228–235.
12. Ivanenko, Y. Human postural control / Y. Ivanenko, V. Gurfinkel // Frontiers in neuroscience. – 2018. – Vol. 12. – P. 171. DOI: 10.3389/fnins.2018.00171
13. Analysis of static balance performance and dynamic postural priority according to playing position in elite soccer players / Ł. Jadczyk, M. Grygorowicz, A. Wiczorek et al. // Gait & posture. – 2019. – Vol. 74. – P. 148–153. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.09.008
14. Liang, Y. The effect of contact sport expertise on postural control / Y. Liang, M. Hiley, K. Kanosue // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, no. 2. – P. e0212334. DOI: 10.1371/journal.pone.0212334
15. Logan, G.D. Executive control of visual attention in dual-task situations / G.D. Logan, R.D. Gordon // Psychological Review. – 2001. – Vol. 108, no. 2. – P. 393–434. DOI: 10.1037/0033-295x.108.2.393

16. Age peculiarities of interaction of motor and cognitive brain systems while processing information of different modality and complexity / V.S. Lyzohub, N.P. Chernenko, T.V. Kozhemiako et al. // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. – 2019. – Vol. 10, no. 3. – P. 288–294. DOI: 10.15421/021944

17. The Acute and Chronic Effects of Dual-Task on the Motor and Cognitive Performances in Athletes: A Systematic Review / P.E.D. Moreira, G.T.d.O. Dieguez, S.d.G.T. Bredt et al. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – Vol. 18, no. 4. – P. 1732. DOI: 10.3390/ijerph18041732

18. Cognitive-motor dual-task ability of athletes with and without intellectual impairment / D. Van Biesen, L. Jacobs, K. McCulloch et al. // *Journal of Sports Sciences*. – 2017. – Vol. 36, no. 5. – P. 513–521. DOI: 10.1080/02640414.2017.1322215

19. Standing still: is there a role for the cortex? / J.P. Varghese, K.B. Beyer, L. Williams et al. // *Neuroscience letters*. – 2015. – Vol. 590. – P. 18–23. DOI: 10.1016/j.neulet.2015.01.055

References

1. Baevskiy R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical Analysis of Changes in Heart Rate under Stress]. Moscow, Science Publ., 1984. 221 p.

2. Basantsova N.Y., Tibekina L.M., Shishkin A.N. [A Role of the Autonomic Nervous System in Cerebro-Cardiac Disorders]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova* [Journal of Neurology and Psychiatry S.S. Korsakov], 2017, vol. 117, no. 11, pp. 153–160. (in Russ.) DOI: 10.17116/inevro2017117111153-160

3. Berdichevskaya E.M. *Funktsional'naya mezhpolusharnaya asimetriya i sport* [Functional Inter-hemispheric Asymmetry and Sport]. Moscow, Scientific World Publ., 2004, pp. 897–954.

4. Zinurova N.G., Bykov E.V., Chipyshev A.V. [Features of Blood Pressure Regulation in Athletes of Various Sports Depending on the Degree of Statokinetic Stability]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2014, vol. 7, no. 12, pp. 1433–1436. (in Russ.)

5. Korableva Yu.B., Epishev V.V., Bychkovskikh V.A., Marchenko K.A., Ushakov A.S. The Influence of Postural Balance on Changes in Cardiac Rhythm and Conductivity in Swimmers. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 19, no. S2, pp. 37–44. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm19s205

6. Machinskaya R.I. [Control Systems of the Brain]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I.P. Pavlova* [Journal of Higher Nervous Activity I.P. Pavlov], 2015, vol. 65, no. 1, pp. 33–59. DOI: 10.7868/S0044467715010086

7. Tishutin N.A., I.N. Rubchenya [Postural Balance in a Single-support Stance in Football Players, Taking into Account the Initial Type of Autonomic Regulation]. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of Biomedical Sciences], 2023, vol. 23, no. 3, pp. 175–181. (in Russ.)

8. Amin D.J., Herrington L.C. The Relationship between Ankle Joint Physiological Characteristics and Balance Control During Unilateral Stance. *Gait & Posture*, 2014, vol. 39, no. 2, pp. 718–722. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.10.004

9. Bukowska J.M., Jekielek M., Kruczkowski D. et al. Biomechanical Aspects of the Foot Arch, Body Balance and Body Weight Composition of Boys Training Football. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, vol. 18, no. 9, p. 5017. DOI: 10.3390/ijerph18095017

10. Edis C., Vural F., Vurgun H. The Importance of Postural Control in Relation to Technical Abilities in Small-sided Soccer Games. *Journal of Human Kinetics*, 2016, vol. 53, pp. 51–61. DOI: 10.1515/hukin-2016-0010

11. Halabchi F., Abbasian L., Mirshahi M. et al. Comparison of Static and Dynamic Balance in Male Football and Basketball Players. *Foot & Ankle Specialist*, 2020, vol. 13, no. 3, pp. 228–235. DOI: 10.1177/1938640019850618

12. Ivanenko Y., Gurfinkel V. Human Postural Control. *Frontiers in Neuroscience*, 2018, vol. 12, p. 171. DOI: 10.3389/fnins.2018.00171

13. Jadczyk Ł., Grygorowicz M., Wiczorek A. et al. Analysis of Static Balance Performance and Dynamic Postural Priority According to Playing Position in Elite Soccer Players. *Gait & Posture*, 2019, vol. 74, pp. 148–153. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.09.008

14. Liang Y., Hiley M., Kanosue K. The Effect of Contact Sport Expertise on Postural Control. *PLoS One*, 2019, vol. 14, no. 2, e0212334. DOI: 10.1371/journal.pone.0212334

15. Logan G.D., Gordon R.D. Executive Control of Visual Attention in Dual-task Situations. *Psychological Review*, 2001, vol. 108, no. 2, pp. 393–434. DOI: 10.1037/0033-295x.108.2.393
16. Lyzohub V.S., Chernenko N.P., Kozhemiako T.V. et al. Age Peculiarities of Interaction of Motor and Cognitive Brain Systems While Processing Information of Different Modality and Complexity. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2019, vol. 10, no. 3, pp. 288–294. DOI: 10.15421/021944
17. Moreira P.E.D., Dieguez G.T.d.O., Bredt S.d.G.T. et al. The Acute and Chronic Effects of Dual-Task on the Motor and Cognitive Performances in Athletes: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, vol. 18, no. 4, p. 1732. DOI: 10.3390/ijerph18041732
18. Van Biesen D., Jacobs L., McCulloch K. et al. Cognitive-motor Dual-task Ability of Athletes with and Without Intellectual Impairment. *Journal of Sports Sciences*, 2017, vol. 36, no. 5, pp. 513–521. DOI: 10.1080/02640414.2017.1322215
19. Varghese J.P., Beyer K.B., Williams L. et al. Standing Still: is there a Role for the Cortex? *Neuroscience Letters*, 2015, vol. 590, pp. 18–23. DOI: 10.1016/j.neulet.2015.01.055

Информация об авторах

Тишутин Николай Алексеевич, преподаватель кафедры теории и методики физической культуры и спортивной медицины, Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Белоруссия.

Гапонёнок Юлия Васильевна, декан факультета физической культуры и спорта, старший преподаватель кафедры теории и методики физической культуры и спортивной медицины, Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Белоруссия.

Information about the authors

Nikolay A. Tishutin, Lecturer, Department of Theory and Methodology of Physical Education and Sports Medicine, Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus.

Yulia V. Gaponenok, Dean of the Faculty of Physical Education and Sports, Senior Lecturer, Department of Theory and Methodology of Physical Education and Sports Medicine, Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus.

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 22.05.2024

The article was submitted 22.05.2024