

ТИШУТИН Николай Алексеевич

РУБЧЕНЯ Ирина Николаевна, канд. биол. наук, доцент

Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ У ФУТБОЛИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

В статье рассматриваются особенности поддержания постурального баланса у футболистов с различными типами вегетативной регуляции сердечного ритма при выполнении динамического теста на стабилоплатформе. Показано, что футболисты с нормотоническим и ваготоническим типами вегетативной регуляции ритма сердца характеризуются более высоким уровнем поддержания позы в динамических условиях по сравнению с футболистами, имеющими симпатикотонический тип регуляции. Оптимальный тип вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов целесообразно рассматривать как один из компонентов, создающих условия или способствующих эффективному поддержанию постурального баланса в динамических условиях.

Ключевые слова: постуральный баланс; тип вегетативной регуляции сердечного ритма; футболисты; динамический тест; вариабельность сердечного ритма.

FEATURES OF MAINTAINING POSTURAL BALANCE UNDER DYNAMIC CONDITIONS IN FOOTBALL PLAYERS WITH DIFFERENT TYPES OF AUTONOMIC HEART RATE REGULATION

The article discusses the features of maintaining postural balance in football players with different types of autonomic regulation of the heart rate when performing a dynamic test on a stabiloplatform. It was shown that football players with normotonic and vagotonic types of vegetative regulation of the heart rhythm are characterized by a higher level of posture maintenance in dynamic conditions compared to football players with a sympatheticotonic type of regulation. It is advisable to consider the optimal type of autonomic regulation of the heart rate in football players as one of the components that create conditions or contribute to the effective maintenance of postural balance in dynamic conditions.

Keywords: postural balance; type of autonomic regulation of heart rate; football players; dynamic test, heart rate variability.

Постуральный баланс (ПБ) – это координационная способность, которая проявляется в поддержании и управлении общим центром масс тела в пределах базы поддержки его опоры с целью недопущения падения или потери равновесия в статических или динамических условиях [1, 2].

Игровые виды спорта характеризуются высокими требованиями к уровню ПБ спортсменов [3]. Специфика двигательной деятельности в игровых видах спорта связана с необходимостью поддержания поз и выполнением координационно сложных движений. Обеспечение поддержания этих поз и движений программируется высшими отделами центральной нервной системы и реализуется скелетно-мышеч-

ной системой на основе афферентной информации от зрительной, вестибулярной и двигательной сенсорных систем [4]. Отмечается важная роль динамического равновесия, которое необходимо для достижения высокого спортивного результата в игровых видах спорта [5]. В некоторых работах также подчеркивается необходимость использования динамических тестов как наиболее близко имитирующих спортивную деятельность, в том числе, в игровых видах спорта [6].

Одним из наиболее распространенных видов спорта, который хорошо характеризует специфику игровых видов спорта, является футбол. В исследовании Д.Ф. Лekomцева (2018) отмечено, что высокий

уровень ПБ у футболистов обеспечивает им нормальное функционирование всех физиологических систем, оптимальное распределение мышечных усилий и амплитуды движений и, как следствие этого, повышение экономичности и эффективности двигательных действий [4].

Помимо высокого уровня ПБ, который важен для спортсменов игровых видов спорта и футболистов, в частности, важное значение для выполнения спортивной деятельности также имеет вегетативная регуляция, которая наиболее часто изучается по данным регуляции сердечного ритма. Имеются исследования, которые устанавливают взаимосвязь между типом вегетативной регуляции ритма сердца и уровнем поддержания ПБ [7]. Вместе с этим отмечается отсутствие единой концепции, объясняющей, какие соматические и вегетативные реакции создают условия или способствуют более эффективному поддержанию ПБ [8].

Ранее нами было показано, что уровень поддержания ПБ в статической двухопорной стойке различается у футболистов в зависимости от исходного типа вегетативной регуляции сердечного ритма [9, 10]. Для игровых видов спорта важным является поддержание поз не только в статических, но и в динамических условиях, которые характерны для игровой деятельности футболистов. Следовательно, отмечаем необходимость изучения особенностей поддержания ПБ у футболистов в динамических условиях с учетом типа вегетативной регуляции ритма сердца.

Цель работы – исследование особенностей поддержания пострурального баланса у футболистов с различным типом вегетативной регуляции сердечного ритма при выполнении динамического теста.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе лаборатории кафедры физиологии и биохимии УО «Белорусский государственный университет физической культуры». В нем на добровольной основе приняли участие 100 спортсменов мужского пола, занимающихся футболом.

Критерием допуска к участию в исследовании по спортивной квалификации являлось наличие I разряда или II разряда, но со спортивным стажем более 10 лет. Средний возраст футболистов составлял $18,9 \pm 1$ лет. Все участники исследования были обследованы в период времени с 9.00 до 11.00.

Перед проведением тестирования на стабиллоплатформе у всех исследуемых регистрировалась кардиоритмограмма в положении лежа (200 кардиоинтервалов). Для ее регистрации использовался 12-канальный электрокардиограф «Полиспектр-8» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново).

На основании полученных данных футболисты разделялись на три группы по типу вегетативной регуляции сердечного ритма [11]. Разделение производилось на основании значений индекса напряжения, по которым выделялось три типа вегетативной регуляции ритма сердца: ваготония ($ИН \leq 50$ усл. ед.), нормотония ($50 \leq ИН \leq 200$ усл. ед.), симпатикотония ($ИН \geq 200$ усл. ед.).

Для изучения особенностей поддержания ПБ в динамических условиях проводился динамический тест (ДТ). Динамический тест требовал от участников исследования наведения метки центра давления (ЦД) на круги-мишени, появляющиеся в случайных местах на экране монитора после необходимого удержания метки ЦД в центральном круге [12]. Для проведения данного теста использовалась стабилметрическая платформа «ST-150» с программным обеспечением STPL (ООО «Мера-ТСП», г. Москва). Все аппаратные устройства, которые использовались в данном исследовании, имели пройденную метрологическую проверку.

Статистическая обработка данных проводилась с применением программы “Statistica 12”. Для оценки полученных данных на нормальность распределения использовался критерий Шапиро – Уилка. Статистические данные представлены в виде медианы (Me) и центилей (25 %, 75 %). Достоверность межгрупповых

различий определялась с помощью U-критерия Манна – Уитни. Достоверность различий считалась значимой при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. На рисунке представлено процентное распределение футболистов по типу вегетативной регуляции сердечного ритма. Преобладающими являлись ваготонический и нормотонический типы вегетативной регуляции ритма сердца, к которым отнесены 45 и 41 футболистов соответственно. Наименее представленной оказалась группа с симпатикотоническим типом вегетативной регуляции, в которую вошли 14 футболистов с высокой исходной активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), которая выражалась в значениях индекса напряжения более 200 у. е.

Далее проведен анализ стабилметрических и расчетных интегральных показателей, которые характеризуют особенности поддержания ПБ в динамических условиях у футболистов с различным типом вегетативной регуляции сердечной деятельности (таблица). Так, медианные значения интегрального показателя ОФР у футболистов с симпатикотоническим типом регуляции оказались ниже на 10 % ($p < 0,05$) по сравнению с таковыми у футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами вегетативной регуляции сердечного ритма. Количество набранных очков, являясь основной характеристикой успешности прохождения динамического теста, также различалось в соотношении схожем с ОФР: симпатикотонический тип – 10 баллов, нормотонический тип – 11 баллов ($p < 0,05$), ваготонический тип – 11 баллов ($p < 0,05$). Показатель времени реакции, высокий уровень которого является важным условием для набора большего количества очков в ДТ у футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами регуляции ритма сердца, составлял 2,7 секунды. Футболисты с симпатикотоническим типом регуляции реагировали на 15 % ($p < 0,05$) медленнее по сравнению с футболистами, имеющими нормотонический и ваготонический типы вегетативной регуляции ритма сердца.

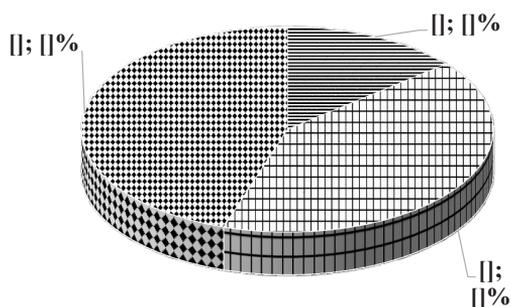


Рисунок – Процентное распределение футболистов по типу вегетативной регуляции сердечного ритма

Более высокая скорость реакции данных групп футболистов может являться одним из факторов, который обуславливает их более высокую успешность прохождения динамического теста.

Классические стабилграфические показатели, представленные в таблице 1, также имеют некоторые отличия у трех выделенных групп, однако без достоверных различий. Так, показатель длины траектории ЦД оказался на 6 % и 10 % выше у футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами вегетативной регуляции сердечной деятельности соответственно по сравнению с группой, имеющей симпатикотонический тип. Скорость девиаций ЦД у футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами вегетативной регуляции также была выше на 8 % и 11 % соответственно по сравнению с футболистами, которые характеризуются преобладанием симпатических влияний. То есть, футболисты с нормотоническим и ваготоническим типами регуляции ритма сердца, набравшие большие баллы в ДТ, характеризуются более высокой скоростью перемещения ЦД и ее длиной по сравнению с группой с симпатикотоническим типом.

Показатель площади перемещений ЦД, напротив, у футболистов с симпатикотоническим типом вегетативной регуляции ритма сердца был выше на 3 % по сравнению с футболистами, имеющими нормотонический и ваготонический типы

Таблица 1 – Стабилометрические показатели у футболистов с различным типом вегетативной регуляции сердечного ритма при выполнении динамического теста (Me; 25 %; 75 %)

Показатель	Тип вегетативной регуляции сердечного ритма		
	Симпатикотония	Нормотония	Ваготония
ОФР – оценка функции равновесия, баллы	50* [45; 60]	55 [55; 60]	55# [50; 60]
L – длина траектории, мм	2182 [2037; 2552]	2314 [2138; 2602]	2394 [2177; 2682]
V – скорость, мм/с	36 [34; 43]	39 [36; 43]	40 [36; 45]
S – площадь стадокинезиограммы с 95 % доверительным интервалом, мм ²	5449 [4918; 6065]	5275 [4250; 5749]	5237 [4516; 6286]
Am – работа без учета массы, мДж/кг	641 [529; 948]	690 [551; 830]	692 [578; 876]
Очки, кол-во	10* [9; 12]	11 [11; 12]	11# [10; 12]
Время реакции, с	3,1* [2,7; 3,6]	2,7 [2,4; 3]	2,7# [2,4; 3,1]

Примечание: * – достоверность различий между значениями показателей в группах с симпатикотоническим и нормотоническим типом; # – достоверность различий между значениями показателей в группах с симпатикотоническим и ваготоническим типом.

регуляции. Данная особенность является противоречивой, поскольку футболисты с симпатикотоническим типом регуляции собирали меньшее количество кругов-мишеней и, соответственно, у них должна отмечаться и меньшая площадь перемещений. Однако, по-видимому, футболисты с нормотоническим и ваготоническим типами регуляции ритма сердца обладали более оптимальной траекторией перемещения ЦД, которая обеспечивала им более высокий результат в ДТ, а также меньшую площадь колебаний ЦД.

В научной литературе имеются сведения о том, что у спортсменов с различными типами вегетативной регуляции сердечной деятельности одинаковая физическая нагрузка может вызывать различные адаптивные перестройки в организме [13]. В нашем исследовании показано, что уровень поддержания ПБ в динамических условиях различается в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма. Футболисты, характеризующиеся в покое высокой симпатической активностью, набирали меньшее количество очков при прохождении ДТ. Вместе с этим футболисты данной группы медленнее реагировали

на появляющиеся синие круги-мишени на экране. То есть, имеющееся у них напряжение вегетативных регуляторных механизмов, по-видимому, не позволяло осуществлять столь же быструю двигательную реакцию, связанную с перемещением ЦД, как у футболистов с вегетативным балансом или преобладанием активности парасимпатического отдела ВНС. Скорость девиаций ЦД, показывающая напряжение в работе постуральной системы и частоту поздних корректировок, была выше в группе футболистов с нормотоническим и ваготоническим типами регуляции. Более высокая скорость колебаний ЦД этих групп является маркером менее экономного режима функционирования постуральной системы по сравнению с таковым у футболистов с симпатикотоническим типом вегетативной регуляции ритма сердца. Однако, вероятнее всего, этот более высокий уровень мобилизации функционирования их постуральной системы в динамических условиях обеспечивает этой группе футболистов высокую скорость сбора синих меток и соответствующий высокий результат по поддержанию ПБ в динамических условиях.

Заключение. Таким образом, исследованы особенности поддержания постурального баланса у футболистов с различным типом вегетативной регуляции сердечного ритма при выполнении динамического теста. Футболисты с ваготоническим и нормотоническим типами вегетативной регуляции ритма сердца имеют более высокий уровень постурального баланса в динамических условиях, который выражается в большем количестве баллов, набранных ими в динамическом тесте. Высокий уровень постурального баланса в динамических условиях, а также оптимальный тип вегетативной регуляции

сердечной деятельности необходим для достижения высокого спортивного результата в игровых видах спорта и в футболе, в частности. Полученные в работе данные имеют важное практическое и теоретическое значение, поскольку демонстрируют важность учета системных взаимосвязей постуральной системы и типа вегетативной регуляции ритма сердца, а также указывают на необходимость комплексного изучения различных сторон функционального состояния организма спортсмена с целью достижения наивысшего спортивного результата.

1. Гудков, А. Б. Постуральный баланс у пожилых на севере : монография / А. Б. Гудков, А. В. Дёмин, А. В. Грибанов. – Архангельск : Северное отделение Академии полярной медицины и экстремальной экологии человека, 2014. – С. 7.

2. Paillard, T. Relationship between sport expertise and postural skills / T. Paillard // *Frontiers in Psychology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 1428.

3. Тришин, А. С. Билатеральный анализ позной устойчивости баскетболистов с учетом профиля межполушарной асимметрии / А. С. Тришин, Е. М. Бердичевская // *Материалы ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, 15–17 мая 2018 г.* / КГУФКСТ ; редкол.: С. М. Ахметов [и др.]. – Краснодар, 2018. – С. 253–256.

4. Лекомцев, Д. Ф. Стабилометрические показатели футболистов различного игрового амплуа / Д. Ф. Лекомцев // *Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов, Казань, 24 апр. 2018 г.*: в 3 т. / Поволжская гос. академия физ. культуры, спорта и туризма ; под общ. ред. Ф. Р. Зотовой. – Казань, 2018. – С. 569–571.

5. Динамическая позная устойчивость высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта / А. С. Тришин [и др.] // *Журнал медико-биологических исследований*. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 401–408.

6. Pandey, A. Comparison of dynamic balance using SEBT between athletes and non-athletes / A. Pandey, R. Venugopal // *International Journal of Physical Education, Sports and Health*. – 2016. – Vol. 3. – № 2. – P. 238–240.

7. 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 // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – Т. 7. – № 12. – С. 1433–1436.

8. Красноперова, Т. В. Физиологическая значимость стабилометрического исследования в сложнокоординационных видах спорта / Т. В. Красноперова, Н. Б. Котелевская, Т. Ф. Абрамова // *Теория и практика физической культуры*. – 2020. – № 7. – С. 13–15.

9. Тишутин, Н. А. Вегетативный баланс в оценке функционального состояния организма : монография / Н. А. Тишутин, Э. С. Питкевич, Т. Ю. Крестьянинова. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2022. – 178 с.

10. Тишутин, Н. А. Взаимосвязь уровня постурального баланса и вегетативной регуляции сердечной деятельности у спортсменов в процессе выполнения функциональной пробы / Н. А. Тишутин, И. Н. Рубчяна // *Труды междунар. науч. конф. «Фундаментальные и прикладные науки – медицине»*, Минск, 08 окт. 2021 г. / *Ин-т физиологии НАН Беларуси* : редкол.: В. А. Кульчицкий (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 110–111.

11. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 221 с.

12. Кубряк, О. В. Руководство по работе с программой STPL / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский, А. В. Добродородный. – М. : Мера-ТСП, 2016. – 34 с.

13. Комплексная оценка функционального состояния спортсменов восточных боевых единоборств в период предсоревновательной подготовки / С. А. Королев [и др.] // *Вестник спортивной науки*. – 2012. – № 3. – С. 65–70.