

ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ФУТБОЛИСТОВ ПРИ ПОДДЕРЖАНИИ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА В ДВУХОПОРНОЙ И ОДНООПОРНОЙ СТОЙКАХ

Н.А. Тишутин, З.О. Долбик
Белорусский государственный университет
физической культуры, Республика Беларусь

Аннотация. В статье проведён анализ особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов при поддержании постурального баланса в двухопорной и одноопорной стойках. Показано, что поддержание постурального баланса в одноопорной стойке сопровождается более высокой активностью центрального контура в управлении ритмом сердца, а также симпатического отдела вегетативной нервной системы и, напротив, более низким вкладом парасимпатических влияний. Полученные результаты могут быть полезны при оценке уровня постурального баланса, а также для разработки методик, целью которых является повышение эффективности поддержания поз в различных по сложности постуральных условиях.

Ключевые слова: постуральный баланс, вегетативная регуляция сердечного ритма, двухопорная стойка, одноопорная стойка, футболисты.

● **Введение.** Игровые виды спорта характеризуется большим разнообразием двигательных действий, в основе которых лежит необходимость поддержания различных поз. Специфика спортивной деятельности футболистов обуславливает необходимость поддержания постурального баланса (ПБ) не только в простых двухопорных стойках (ДС), но и в более сложных. Футболисты часто оказываются в ситуациях, в которых необходимо поддержание ПБ в одноопорной стойке (ОС), которая является необходимым условием для осуществления всех форм передвижения, прыжков, а также ударов [1, 2]. Также футболистам необходимо производить различные манипуляции с мячом, усложняющиеся постоянными изменениями положения тела и направления движения, при которых необходимо опираться на одну ногу [3].

Выполнение любого двигательного действия сопровождается повышением активности вегетативной нервной системы (ВНС), которая обеспечивает протекание энергометаболических процессов, в том числе необходимых для функционирования мышц и органов, обеспечивающих решение двигательных задач и поддержание поз. В связи с этим актуальными являются исследования, связанные с установлением различий в уровне вегетативной регуляции сердечного ритма, которая является важным компонентом для эффективного поддержания ПБ в двухопорной и одноопорной стойках. Данные стойки часто встречаются в игровой спортивной деятельности у футболистов, а изучение такого важного компонента обеспечения постурального контроля,

как вегетативная регуляция позволит расширить имеющиеся представления об особенностях функционирования постуральной системы у футболистов.

● **Цель исследования** – анализ особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов при поддержании постурального баланса в двухопорной и одноопорной стойках.

● **Материалы и методы.** Обследовано 100 действующих спортсменов-футболистов, которые имеют I спортивный разряд или II спортивный разряд со стажем занятий футболом более 10 лет. Средний возраст принявших участие в исследовании спортсменов составлял $18,9 \pm 1$ лет.

При поддержании ПБ в двухопорной стойке спортсмены поддерживали вертикальное положение тела в стойке на двух ногах на стабилотренинге в течение 54 секунд. Одноопорная стойка также поддерживалась на протяжении 54 секунд, которые спортсмены проводили поочередно на доминирующей и недоминирующей ногах. Для изучения особенностей поддержания позы был использован стабилметрический комплекс «ST-150» с программным обеспечением STPL (ООО «Мера-ТСП», г. Москва).

Параллельно с поддержанием ПБ в двухопорной и одноопорной стойках производилась регистрация кардиоинтервалограммы, на основании которой автоматически рассчитывались показатели variability сердечного ритма (VSR). Зафиксированные значения показателей VSR позволили охарактеризовать уровень текущей вегетативной регуляции ритма сердца у футболистов. Для записи кардиоинтервалограммы использовался электрокардиограф «Полиспектр-8» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, РФ).

Статическая обработка полученных результатов проводилась в программах Microsoft Excel 2010 и Statistica 10. Результаты представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (25 %, 75 %). Для определения достоверности внутригрупповых различий использовался Т-критерий Вилкоксона (p). Достоверность различий считалась значимой при $p < 0,05$.

● **Результаты и обсуждение.** Значения показателей VSR, которые были получены в ОС на доминирующей и недоминирующей ногах, достоверно не различались между собой, поэтому для описания особенностей вегетативной регуляции ритма сердца в ОС брались совместные медианные значения показателей VSR с обеих ног.

В таблице представлены значения показателей VSR, зафиксированные в процессе поддержания ПБ в двухопорной и одноопорной стойках. Так, частота сердечных сокращений у футболистов в ОС была выше 13 % ($p < 0,01$) по сравнению с таковой в двухопорной стойке. Данные различия указывают на более высокий уровень функционирования сердечно-сосудистой системы у футболистов в одноопорной стойке по сравнению с двухопорной.

Показатель индекса напряжения при поддержании ПБ в стойке на двух ногах составлял 117 у. е., а в одноопорной стойке – 218 у. е. ($p < 0,01$). Более высокие значения индекса напряжения в стойке на одной ноге указывают на

большую активность центрального контура управления ритмом сердца при поддержании ПБ в стойке на одной ноге по сравнению двухопорной стойкой.

Показатели SDNN и RMSSD, напротив, имели более низкие значения при поддержании позы в ОС. Так, значения показателя SDNN у футболистов были выше на 44 % ($p < 0,01$) в стойке на двух ногах по сравнению с ОС. Значения показателя RMSSD также были выше на 42 % ($p < 0,01$) при поддержании ПБ в ДС по сравнению со стойкой на одной ноге. То есть, при поддержании ПБ в ДС отмечается более высокий уровень общей ВСР и большая активность парасимпатического отдела ВНС по сравнению с таковыми в ОС.

Таблица – Значения показателей variability сердечного ритма при поддержании по-
стуального баланса в двухопорной и одноопорной стойках (Me; 25 %; 75 %)

Показатель	Двухопорная стойка	Одноопорная стойка	Достоверность различий
ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин)	77 [68; 91]	86 [78; 98]	$p < 0,01$
ИН – индекс напряжения (у. е.)	117 [61; 230]	218 [104; 430]	$p < 0,01$
SDNN – стандартное отклонение массива кардиоинтервалов (мс)	49 [31; 66]	34 [25; 52]	$p < 0,01$
RMSSD – квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (мс)	34 [18; 53]	24 [12; 38]	$p < 0,01$

На рисунке графически представлено процентное распределение волн различной частоты в общем спектре мощности у футболистов в стойке на двух ногах и одной ноге. Процентный вклад очень низкочастотных волн (%VLF) был на 3 % выше у футболистов при поддержании ПБ в двухопорной стойке по сравнению с одноопорной. Высокочастотные волны (%HF) также характеризовались большим процентным вкладом в стойке на двух ногах, который был выше 7 % ($p < 0,01$) по сравнению с таковым в ОС. Напротив, процентный вклад низкочастотных волн (%LF) имел на 10 % ($p < 0,01$) более высокие значения в ОС по сравнению со стойкой на двух ногах.

Таким образом, по данным спектрального анализа сердечного ритма можно заключить, что поддержание позы в сложной одноопорной стойке у футболистов сопровождалось более высокими симпатическими влияниями, поступающими из вазомоторного центра продолговатого мозга [4]. Напротив, влияния парасимпатического отдела ВНС были выше при поддержании позы в более простой стойке на двух ногах.

Полученные в настоящем исследовании результаты вполне согласуются с теми, которые представлены Р.М. Баевским и соавт. (2011), о необходимости вовлечения центрального контура в регуляцию ритмом сердца [5]. В нашем исследовании более сложные условия поддержания ПБ, выражающиеся в

меньшей площади опоры, сопровождались более высокой централизацией в управлении ритмом сердца по сравнению ДС.

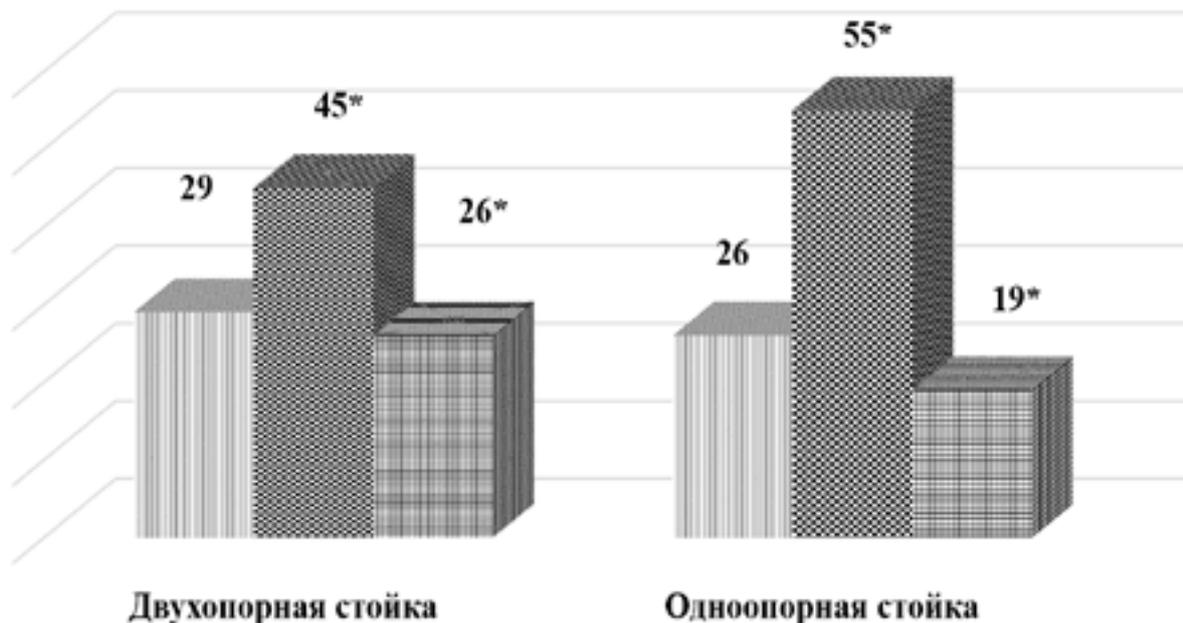


Рисунок – Процентное распределение волн различной частоты в общем спектре мощности у футболистов при поддержании позы в двухопорной и одноопорной стойках

Примечание: * – достоверность различий между значениями показателей в двухопорной и одноопорной стойках ($p < 0,05$).

Имеются сведения, что для эффективного выполнения различных двигательных действий, в том числе поддержания ПБ в двухопорной и одноопорной стойках, важным условием является оптимальный уровень текущей вегетативной регуляции сердечного ритма, а также особенности его взаимосвязей с вестибулярной и проприоцептивной сенсорными системами [6]. По-видимому для обеспечения эффективного поддержания ПБ в двухопорной и одноопорной стойках необходима достаточно высокая активность центрального контура управления ритмом сердца, а также симпатического отдела ВНС, которая возрастает параллельно усложнению поструральных условий.

Заключение. Таким образом, проведен анализ особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов при поддержании пострурального баланса в двухопорной и одноопорной стойках, которые весьма характерны для специфики спортивной деятельности футболистов. Установлено, что более сложные условия поддержания позы в одноопорной стойке сопровождаются значительно более высокой активностью центрального контура в управлении ритмом сердца и симпатического звена вегетативной нервной системы и, напротив, меньшим уровнем парасимпатических влияний по сравнению с двухопорной стойкой. Полученные результаты раскрывают новые данные об особенностях функционирования поструральной системы у

футболистов, в частности зависимости уровня вегетативной регуляции ритма сердца от условий поддержания позы. Выявленные особенности могут быть полезны в оценке эффективности поддержания позы в различных условиях, а также для разработки методик, целью которых является повышение эффективности поддержания постурального баланса.

1. 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. – № 2. – P. 718–722.

2. Тишутин, Н. А. Оценка постурального баланса спортсменов в одноопорной стойке / Н. А. Тишутин // *Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе* : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. ; под ред. А. В. Сысоева [и др.]. – Воронеж, 2021. – С. 524–531.

3. Matsuda, S. Static One-Legged Balance in Soccer Players during Use of a Lifted Leg / S. Matsuda, S. Demura, Y. Nagasawa // *Percept. Mot. Skills*. – 2011. – Vol. 111, no. 1. – P. 167–177.

4. Захарьева, Н. Н. Влияние психоэмоционального напряжения на функциональное состояние танцоров / Н. Н. Захарьева, И. Д. Коняев. – М. : Изд-во «ОнтоПринт», 2020. – 292 с.

5. Баевский, Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. – 2001. – № 3. – С. 108–127.

6. Мухсин, И. Х. Зависимость вариабельности сердечного ритма от кинетики баланса тела у футболистов / И. Х. Мухсин, Е. А. Горбачёва, Д. В. Сышко // *Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта*. – 2019. – № 11 (177). – С. 312–317.