

## ДИНАМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

О.В. Калабин<sup>1</sup>, [kalabinoleg@gmail.com](mailto:kalabinoleg@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-5383-5007>

С.А. Молчанов<sup>2</sup>, [msharky@mail.ru](mailto:msharky@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2702-5294>

А.П. Спицин<sup>3</sup>, [sap@kirovgma.ru](mailto:sap@kirovgma.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0942-6361>

<sup>1</sup>Вятский государственный университет, Киров, Россия

<sup>2</sup>Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

<sup>3</sup>Кировский государственный медицинский университет, Киров, Россия

**Аннотация. Цель исследования.** Определить особенности variability ритма сердца профессиональных волейболистов в соревновательном периоде в зависимости от игрового амплуа. **Материалы и методы.** Для сравнения были выбраны игроки Высшей лиги чемпионата России разных амплуа: доигровщик, диагональный нападающий, центральный блокирующий и связующий игрок. Регистрацию кардиоритмограммы осуществляли с использованием прибора «Варикард 2.8» (г. Рязань). В дальнейшем с помощью программы «Иским 6.2» рассчитывали временные и спектральные показатели ВСР. **Результаты.** Определена направленность и выраженность изменений variability сердечного ритма волейболистов в соревновательном периоде в зависимости от игрового амплуа. Полученные результаты могут быть положены в основу индивидуальных рекомендаций с целью обеспечения оптимального физиологического состояния профессиональных волейболистов и более успешного управления тренировочным процессом. **Заключение.** При выборе игрового амплуа в волейболе необходимо учитывать исходный тип вегетативной регуляции. Контроль функционального состояния волейболистов позволяет правильно дозировать физическую нагрузку, особенно в процессе силовой подготовки.

**Ключевые слова:** функциональное состояние, динамический контроль, variability ритма сердца, тип вегетативной регуляции, волейбол, игровое амплуа

**Для цитирования:** Калабин О.В., Молчанов С.А., Спицин А.П. Динамический контроль функционального состояния волейболистов методом анализа variability сердечного ритма // Человеч. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 1. С. 42–49. DOI: 10.14529/hsm220106

Original article  
DOI: 10.14529/hsm220106

## DYNAMIC CONTROL OF FUNCTIONAL FITNESS OF VOLLEYBALL PLAYERS THROUGH HEART RATE VARIABILITY ANALYSIS

O.V. Kalabin<sup>1</sup>, [kalabinoleg@gmail.com](mailto:kalabinoleg@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-5383-5007>

S.A. Molchanov<sup>2</sup>, [msharky@mail.ru](mailto:msharky@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2702-5294>

A.P. Spitsin<sup>3</sup>, [sap@kirovgma.ru](mailto:sap@kirovgma.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0942-6361>

<sup>1</sup>Vyatka State University, Kirov, Russia

<sup>2</sup>Privolzhsky Research Medical University, N. Novgorod, Russia

<sup>3</sup>Kirov State Medical University, Kirov, Russia

**Abstract. Aim.** The paper aims to identify the features of heart rate variability of volleyball players during the season depending on their court positions. **Materials and methods.** The study involved volleyball players (Russian Volleyball Super League) with different court positions: outside hitters, opposite hitters, middle blockers, and setters. Cardiac rhythm was recorded with the Varicard 2.8 system (Ryazan). Time and spectral domain indices were calculated with the Iskim 6.2 software. **Results.** The direction and

degree of HRV changes were identified depending on court positions. The results obtained can be used for personal recommendations for optimal physical fitness and more efficient training. **Conclusion.** In volleyball, court positions should be allocated with respect to the type of autonomous regulation. Functional fitness levels allow to identify appropriate physical load, which is of particular importance when it comes to strength training.

**Keywords:** functional fitness, dynamic control, heart rate variability, autonomous regulation, volleyball, court position

**For citation:** Kalabin O.V., Molchanov S.A., Spitsin A.P. Dynamic control of functional fitness of volleyball players through heart rate variability analysis. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(1):42–49. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220106

**Введение.** Современный волейбол – это очень динамичная игра с множеством стандартных элементов техники, разделяющая игроков на различные амплуа (доигровщик, центральный блокирующий, диагональный нападающий, связующий и либеро). В большом объеме как в подготовительном, так и в соревновательном периоде спортсмены выполняют работу с отягощениями (приседания, жим, тяга и т. п.), иногда доходящими до субмаксимальных весов.

Достижение высоких спортивных результатов неразрывно связано с эффективностью тренировочного процесса [1, 4]. При этом одним из наиболее важных принципов построения тренировочной программы является соответствие физических нагрузок текущему функциональному состоянию [5, 16, 17].

Объективными критериями оценки функционального состояния, адаптационно-резервных возможностей и физической подготовленности спортсменов являются физиологические показатели, отражающие состояние механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности [6, 9, 19]. Хорошо сбалансированная регуляция позволяет спортсмену при наличии индивидуального подхода к планированию тренировочных нагрузок максимально использовать свои функциональные возможности и определяет быстроту восстановительных процессов [3, 8, 11].

Системы подготовки в спорте высших достижений без учета функционального состояния спортсмена и при неправильной организации тренировочного процесса могут вызвать функциональные нарушения и заболевания, в первую очередь сердечно-сосудистой системы [7, 10, 13, 14, 15, 20]. Один из наиболее информативных экспресс-методов изучения регуляторных систем в настоящее время базируется на исследовании variability ритма сердца и позволяет как количественно, так и качественно охарактеризовать

общее состояние регуляторных механизмов, а также активность различных отделов вегетативной нервной системы [2, 9, 12, 18].

**Материалы и методы исследования.** Определение функционального состояния проводили у четырех профессиональных волейболистов разных амплуа волейбольных клубов «АСК» (г. Нижний Новгород) и «Академия» (г. Казань), участвующих в Кубке и чемпионате России по волейболу Высшей лиги «А», в соревновательный период утром после дня отдыха через 1,5–2 часа после приема пищи, в комфортных микроклиматических условиях лёжа до тренировки. Регистрацию кардиоритмограммы осуществляли с использованием прибора «Варикард 2.8» (г. Рязань). Длительность регистрации составляла 5 минут. В дальнейшем с помощью программы «Иским 6.2» рассчитывали временные и спектральные показатели variability ритма сердца.

**Результаты и их обсуждение. Доигровщик.** Игроки этого амплуа участвуют во всех элементах техники: в приеме и защите, нападают с левого края сетки и в центре площадки (пайп), блокируют нападающий удар и подают. Особенность этого амплуа заключается в том, что он должен всегда быть в состоянии игровой готовности. Наиболее предпочтительным типом вегетативной регуляции для данного амплуа является нормо- и гиперваготония.

Как видно из табл. 1, ЧСС у игрока сохраняется достаточно постоянной по величине. Только в одном случае отмечено урежение ЧСС до 55 уд./мин. Динамика изменений rMSSD указывает на выраженную активацию симпатического отдела ВНС. Минимальное значение составляло 18,0 мс, а максимальное – только 40,3 мс. На выраженную активацию гуморального канала регуляции указывает динамика изменений АМо (см. табл. 1). В боль-

Показатели ВСП доигровщика в покое до тренировки  
Resting HRV of an Outside Hitter before training

| HRV   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | М           |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| HR    | 68,4 | 64,2 | 68,3 | 71,5 | 70,9 | 59,1 | 64,3 | 63,8 | 67,1 | 62,6 | 55,5 | 63,4 | <b>64,9</b> |
| VS    | 181  | 226  | 130  | 182  | 231  | 242  | 184  | 179  | 146  | 269  | 266  | 269  | <b>209</b>  |
| rMSSD | 23,3 | 24,8 | 18,0 | 20,6 | 28,7 | 31,2 | 23,0 | 27,1 | 28,5 | 29,8 | 40,3 | 27,2 | <b>26,9</b> |
| pNN50 | 2,64 | 4,67 | 0,29 | 2,22 | 5,80 | 9,33 | 2,20 | 5,35 | 3,88 | 8,01 | 21,5 | 5,90 | <b>5,98</b> |
| SDNN  | 38,2 | 44,0 | 25,4 | 33,1 | 48,4 | 45,5 | 37,6 | 37,4 | 39,8 | 52,7 | 55,3 | 47,3 | <b>42,0</b> |
| Mo    | 870  | 923  | 882  | 838  | 824  | 999  | 927  | 931  | 891  | 945  | 1096 | 970  | <b>925</b>  |
| AMo   | 50,8 | 50,6 | 82,0 | 71,9 | 42,6 | 51,9 | 49,4 | 60,9 | 76,5 | 43,7 | 41,6 | 53,2 | <b>56,3</b> |
| SI    | 161  | 121  | 358  | 236  | 112  | 108  | 145  | 183  | 294  | 86,0 | 71,3 | 102  | <b>165</b>  |
| TP    | 1239 | 1479 | 551  | 983  | 1751 | 1355 | 1092 | 1140 | 1513 | 1996 | 2375 | 1362 | <b>1403</b> |
| HF    | 295  | 197  | 92,4 | 118  | 213  | 246  | 185  | 188  | 282  | 232  | 428  | 237  | <b>226</b>  |
| LF    | 549  | 494  | 320  | 589  | 1143 | 568  | 286  | 509  | 845  | 694  | 709  | 652  | <b>613</b>  |
| VLF   | 211  | 217  | 66,8 | 198  | 157  | 345  | 327  | 157  | 265  | 570  | 612  | 373  | <b>292</b>  |
| ULF   | 185  | 572  | 71,5 | 77,6 | 238  | 196  | 294  | 286  | 121  | 500  | 626  | 101  | <b>272</b>  |
| LF/HF | 1,86 | 2,51 | 3,46 | 5,00 | 5,36 | 2,31 | 1,55 | 2,71 | 3,00 | 3,00 | 1,66 | 2,75 | <b>2,93</b> |
| IC    | 2,58 | 3,61 | 4,18 | 6,68 | 6,09 | 3,71 | 3,31 | 3,55 | 3,94 | 5,46 | 3,09 | 4,32 | <b>4,21</b> |

шинстве замеров АМо превышает 50 %, а в одном – достигла 82 %. При анализе спектральных показателей ритма сердца отмечены низкие значения. Доминирующими являются LF-волны, что указывает на ведущую роль вазомоторного центра в регуляции сердечным ритмом. На централизацию управления ритмом сердца указывают значения стресс-индекса (SI). В большинстве случаев индекс напряжения регуляторных систем выше 120 у. е., а максимальное значение достигло 358 у. е. На выраженное напряжение механизмов регуляции указывают значения индекса вегетативного равновесия (LF/HF), чаще всего он был больше 2,0 у. е., что еще раз указывает на ведущую роль в регуляции ритма сердца симпатического отдела ВНС. Значения индекса централизации тоже высоки, что свидетельствует о существенном вкладе центрального контура регуляции.

**Диагональный** нападающий практически не участвует в приеме подачи и атакует преимущественно с правого края сетки. Как правило диагональные очень мощные и прыгучие игроки, обладающие силовой подачей. Наиболее предпочтительными типами вегетативной регуляции данного амплуа являются гипер- и нормоваготония.

Анализ показателей ВСП выявил, что ЧСС у диагонального нападающего сохраня-

ется достаточно постоянной и колеблется в пределах 55,4–62,4 уд./мин (табл. 2). SDNN и rMSSD сохранялись в пределах общепринятой нормы. АМо также находилась в пределах нормы (максимальное значение составляло всего 42,1 %). Индекс напряжения регуляторных систем не превышал 82,8 у. е. и указывал на доминирующую роль парасимпатического отдела в регуляции ритма сердца.

При анализе спектральных показателей ВСП видно, что ведущая роль в вегетативной регуляции принадлежит вазомоторному центру. На протяжении всех замеров мощность LF-волн остается самой высокой. На доминирующую роль центрального контура и симпатического отдела ВНС также указывают значения индекса вегетативного равновесия и индекса централизации. Можно сделать вывод, что этот игрок обладает нормоваготоническим типом вегетативной регуляции.

**Центральный блокирующий** должен отражать нападение соперника со всех позиций и выполнять атаку первым темпом, подавать, как правило, планирующую подачу. В приеме на задней линии его меняет либеро, а при выходе на переднюю линию ему необходимо снова оказаться в состоянии «боевой» готовности. Поэтому предпочтительным типом вегетативной регуляции этого амплуа является нормо- и гиперсимпатотония.

Таблица 2  
Table 2Показатели ВСР диагонального нападающего в покое до тренировки  
Resting HRV of an Opposite Hitter before training

| HRV   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | М           |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| HR    | 58,1 | 55,4 | 55,9 | 61,0 | 60,0 | 61,0 | 54,6 | 57,0 | 56,5 | 60,5 | 62,4 | 58,4 | <b>58,4</b> |
| VS    | 309  | 291  | 268  | 253  | 314  | 274  | 361  | 331  | 270  | 294  | 289  | 359  | <b>301</b>  |
| rMSSD | 40,8 | 45,7 | 43,1 | 38,2 | 44,2 | 36,2 | 55,2 | 45,3 | 41,8 | 36,8 | 28,3 | 50,0 | <b>42,1</b> |
| pNN50 | 21,6 | 26,7 | 24,1 | 20,5 | 23,5 | 15,6 | 28,8 | 25,2 | 19,4 | 19,2 | 8,28 | 31,5 | <b>22,0</b> |
| SDNN  | 54,8 | 57,7 | 55,1 | 50,3 | 60,8 | 56,1 | 73,6 | 68,1 | 57,7 | 57,7 | 59,6 | 73,4 | <b>60,4</b> |
| Mo    | 1039 | 1082 | 1064 | 985  | 989  | 971  | 1092 | 1075 | 1077 | 1001 | 992  | 1042 | <b>1034</b> |
| AMo   | 36,4 | 35,3 | 36,0 | 41,3 | 32,8 | 42,1 | 26,0 | 31,7 | 42,1 | 32,1 | 37,3 | 28,1 | <b>35,1</b> |
| SI    | 56,7 | 56,1 | 63,1 | 82,8 | 52,8 | 79,2 | 33,0 | 44,5 | 72,4 | 54,6 | 65,0 | 37,6 | <b>58,1</b> |
| TP    | 2476 | 2812 | 2575 | 2402 | 3369 | 2678 | 4464 | 3352 | 2907 | 2990 | 3079 | 4749 | <b>3155</b> |
| HF    | 481  | 591  | 511  | 392  | 441  | 345  | 694  | 489  | 519  | 360  | 229  | 558  | <b>468</b>  |
| LF    | 1297 | 897  | 1174 | 945  | 1600 | 1460 | 2286 | 1837 | 1269 | 1264 | 833  | 2400 | <b>1439</b> |
| VLF   | 562  | 341  | 521  | 476  | 574  | 242  | 407  | 782  | 367  | 994  | 1389 | 1465 | <b>677</b>  |
| ULF   | 136  | 982  | 370  | 589  | 755  | 631  | 1077 | 243  | 752  | 372  | 627  | 326  | <b>572</b>  |
| LF/HF | 2,70 | 1,52 | 2,30 | 2,41 | 3,62 | 4,23 | 3,30 | 3,76 | 2,44 | 3,51 | 3,63 | 4,30 | <b>3,14</b> |
| IC    | 3,87 | 2,10 | 3,32 | 3,63 | 4,93 | 4,94 | 3,88 | 5,36 | 3,15 | 6,27 | 9,69 | 6,92 | <b>4,84</b> |

Таблица 3  
Table 3Показатели ВСР центрального блокирующего в покое до тренировки  
Resting HRV of a Middle Blocker before training

| HRV   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | М           |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| HR    | 50,7 | 50,4 | 51,7 | 51,5 | 48,3 | 53,1 | 49,9 | 49,2 | 48,8 | 50,9 | 46,1 | 43,2 | <b>49,5</b> |
| VS    | 334  | 271  | 313  | 285  | 328  | 213  | 267  | 240  | 350  | 316  | 459  | 404  | <b>315</b>  |
| rMSSD | 66,2 | 55,8 | 54,8 | 50,7 | 57,7 | 45,2 | 61,3 | 55,5 | 64,5 | 66,9 | 108  | 103  | <b>65,8</b> |
| pNN50 | 46,7 | 34,5 | 35,8 | 35,1 | 37,1 | 32,1 | 52,2 | 50,6 | 50,0 | 51,0 | 71,6 | 68,4 | <b>47,1</b> |
| SDNN  | 66,5 | 56,5 | 61,1 | 53,5 | 73,4 | 40,2 | 52,0 | 46,7 | 72,4 | 66,4 | 94,7 | 79,3 | <b>63,6</b> |
| Mo    | 1221 | 1180 | 1145 | 1173 | 1196 | 1124 | 1190 | 1238 | 1247 | 1198 | 1280 | 1369 | <b>1213</b> |
| AMo   | 30,4 | 33,8 | 31,9 | 41,1 | 27,1 | 48,5 | 40,0 | 39,9 | 28,0 | 29,7 | 26,6 | 25,1 | <b>33,5</b> |
| SI    | 37,2 | 52,8 | 44,6 | 61,5 | 34,5 | 102  | 63,0 | 67,2 | 32,1 | 39,3 | 22,7 | 22,7 | <b>48,3</b> |
| TP    | 4129 | 2547 | 3421 | 2641 | 4457 | 1460 | 1928 | 1758 | 2556 | 3560 | 7418 | 5178 | <b>3421</b> |
| HF    | 1474 | 736  | 792  | 918  | 487  | 743  | 1006 | 792  | 905  | 1337 | 1989 | 1571 | <b>1062</b> |
| LF    | 1613 | 1377 | 1893 | 1010 | 3462 | 276  | 321  | 275  | 877  | 1069 | 2143 | 1720 | <b>1336</b> |
| VLF   | 344  | 140  | 379  | 509  | 246  | 102  | 409  | 301  | 580  | 1061 | 2331 | 1311 | <b>643</b>  |
| ULF   | 699  | 294  | 357  | 204  | 263  | 338  | 191  | 390  | 194  | 93   | 955  | 575  | <b>380</b>  |
| LF/HF | 1,09 | 1,87 | 2,39 | 1,10 | 7,11 | 0,37 | 0,32 | 0,35 | 0,97 | 0,80 | 1,08 | 1,09 | <b>1,55</b> |
| IC    | 1,33 | 2,06 | 2,87 | 1,65 | 7,61 | 0,51 | 0,73 | 0,73 | 1,61 | 1,59 | 2,25 | 1,93 | <b>2,07</b> |

Как показали наблюдения (табл. 3), у блокирующего довольно стабильна ЧСС (43,2–51,5 уд./мин). Увеличенные значения rMSSD указывают на ведущую роль парасимпатического отдела ВНС в регуляции сердечного ритма. Значения SDNN также подтверждают активную роль автономного контура

регуляции ритма сердца. Более выраженные колебания зафиксированы в значениях AMo, что связано с активным вовлечением гуморального канала. Стресс-индекс не превышал 120 у. е., что указывает на ведущую роль автономного контура регуляции. Спектральный анализ показывает доминирующую роль ва-

Показатели ВСР связующего в покое до тренировки  
Resting HRV of a Setter before training

| HRV   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5     | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | М           |
|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| HR    | 50,5 | 50,3 | 53,2 | 46,5 | 48,2  | 48,9 | 45,1 | 58,5 | 43,7 | 46,7 | 56,4 | 51,2 | <b>49,9</b> |
| VS    | 378  | 329  | 399  | 369  | 688   | 451  | 429  | 319  | 434  | 449  | 332  | 453  | <b>419</b>  |
| rMSSD | 69,3 | 70,5 | 51,4 | 42,9 | 97,1  | 80,6 | 102  | 42,1 | 84,3 | 78   | 49   | 68,1 | <b>69,6</b> |
| pNN50 | 49,4 | 48   | 21,1 | 15,6 | 48,1  | 56,3 | 62,5 | 21,6 | 48,4 | 50   | 33,5 | 44,7 | <b>41,6</b> |
| SDNN  | 68,7 | 73,1 | 75,9 | 80,6 | 162   | 90,5 | 93,2 | 72,1 | 86,1 | 87   | 68,2 | 81,1 | <b>86,6</b> |
| Mo    | 1233 | 1180 | 1144 | 1278 | 1063  | 1223 | 1306 | 982  | 1384 | 1275 | 1046 | 1192 | <b>1192</b> |
| AMo   | 33,2 | 29,4 | 29,2 | 31,6 | 14,8  | 23   | 24,7 | 28,3 | 26,6 | 23,5 | 32,7 | 27,6 | <b>27,0</b> |
| SI    | 35,6 | 37,8 | 31,9 | 33,5 | 10,1  | 20,9 | 22,0 | 45,2 | 22,1 | 20,5 | 47,1 | 25,5 | <b>29,4</b> |
| TP    | 3999 | 4628 | 4779 | 2756 | 12483 | 6123 | 7864 | 3322 | 6506 | 6417 | 3820 | 4708 | <b>5617</b> |
| HF    | 1299 | 1314 | 725  | 447  | 2672  | 1443 | 2183 | 503  | 1608 | 1282 | 708  | 1154 | <b>1278</b> |
| LF    | 1546 | 1389 | 1562 | 774  | 4211  | 2950 | 2492 | 949  | 2731 | 2052 | 1127 | 2425 | <b>2017</b> |
| VLF   | 752  | 616  | 759  | 744  | 797   | 1100 | 1473 | 439  | 1055 | 1712 | 801  | 1030 | <b>940</b>  |
| ULF   | 401  | 1309 | 1733 | 790  | 4803  | 630  | 1716 | 1429 | 1112 | 1371 | 1186 | 98,4 | <b>1382</b> |
| LF/HF | 1,19 | 1,06 | 2,16 | 1,7  | 1,58  | 2,04 | 1,14 | 1,89 | 1,7  | 1,6  | 1,59 | 2,1  | <b>1,65</b> |
| IC    | 1,77 | 1,53 | 3,2  | 3,4  | 1,87  | 2,81 | 1,82 | 2,76 | 2,35 | 2,94 | 2,72 | 3,0  | <b>2,51</b> |

зомоторного центра. В трех случаях зафиксировано выраженное снижение мощности LF-волн, что, вероятно, связано с сохраняющимся напряжением регуляторных систем, на что указывает и снижение вклада HF-волн. Мощность VLF-волн изменялась в меньшей степени. Это указывает на то, что ведущая роль в регуляции ритма сердца принадлежит автономному контуру регуляции.

Задача *связующего* игрока на площадке – выдать нападающему игроку качественный пас, тем самым организовать атаку в наиболее уязвимом для соперника месте. Для этого связующему необходимо сохранять устойчивое самообладание, учитывать физические возможности нападающих и расположение блокирующих соперников у сетки. Наиболее предпочтительными типами вегетативной регуляции для данного амплуа являются нормоваготония и нормосимпатотония.

По многим показателям ВСР у связующего игрока нормоваготонический тип вегетативной регуляции (табл. 4). На это указывают высокие значения rMSSD, pNN50 и SDNN, а также низкие значения SI и AMo. Анализ спектральных показателей ВСР связующего позволяет по-иному посмотреть на особенности вегетативной регуляции. По величине

индекса вегетативного равновесия (LF/HF) можно судить о доминирующей роли симпатического отдела ВНС в управлении ритмом сердца. В то же время повышение значений индекса централизации указывает на подключение центрального канала к регуляции сердечным ритмом.

**Заключение.** Определена направленность и выраженность изменений variability сердечного ритма в соревновательном периоде у волейболистов разных амплуа. Контроль функционального состояния волейболистов позволяет правильно дозировать физическую нагрузку, особенно в процессе силовой подготовки. При выборе игрового амплуа в волейболе необходимо учитывать исходный тип вегетативной регуляции.

Полученные результаты могут быть положены в основу индивидуальных рекомендаций с целью обеспечения оптимального физиологического состояния профессиональных спортсменов и более успешного управления тренировочным процессом, использованы в качестве методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и профилактики функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы волейболистов, занимающихся силовой подготовкой.

## Список литературы

1. Бомпа, Т.О. Периодизация спортивной тренировки / Т.О. Бомпа, К.А. Буцичелли. – М.: Спорт, 2016. – 384 с.
2. Быков, Е.В. Совершенствование методов контроля за тренировочным процессом на основе современных информационных технологий / Е.В. Быков, О.И. Коломиец // Теория и практика физ. культуры. – 2016. – № 5. – С. 59–61.
3. Использование методики variability сердечного ритма в подготовительном периоде тренировочного процесса высококвалифицированных теннисистов / С.П. Левушкин, Г.В. Барчукова, А.Н. Жилкин, А.В. Патраков // Материалы VI Всероссийского симпозиума «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». – Ижевск: Удмуртский ун-т, 2016. – С. 167–170.
4. Иссурин, В.Б. Подготовка спортсменов XXI века: научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин. – М.: Спорт, 2016. – 464 с.
5. Семёнов, Ю.Н. Использование комплексов «Варикард» для дозирования уровня физических нагрузок в ходе спортивных тренировок / Ю.Н. Семёнов // Материалы VI Всероссийского симпозиума «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». – Ижевск: Удмуртский ун-т, 2016. – С. 251–256.
6. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов на этапах годового тренировочного цикла / Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, Н.В. Осипова и др. // Материалы VI Всероссийского симпозиума «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». – Ижевск: Удмуртский ун-т, 2016. – С. 175–181.
7. Физиологический пауэрлифтинг: моногр. / под ред. В.А. Таймазова, А.А. Хадарцева. – Тула: Тульский полиграфист, 2013. – 120 с.
8. Фудин, Н.А. Медико-биологические технологии в спорте: моногр. / Н.А. Фудин, А.А. Хадарцев, В.А. Орлов. – М.: Известия, 2011. – 460 с.
9. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: моногр. / Н.И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский ун-т, 2009. – 259 с.
10. Шлык, Н.И. Индивидуальный подход к оценке эффективности тренировочного процесса у легкоатлетов в условиях среднегорья по данным анализа variability сердечного ритма / Н.И. Шлык, Ю.С. Николаев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры». – Казань: ПГАФКСуТ, 2018. – С. 80–85.
11. Шумихина, И.И. Динамика физического развития и функционального состояния организма юных футболистов / И.И. Шумихина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов». – Челябинск: УралГУФК, 2017. – С. 337–339.
12. Buchheit, M. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load / M. Buchheit, C. Gindre // American Journal Physiology. – 2006. – No. 291. – P. 451.
13. Halawa, B. Cardiovascular diseases as a cause of sudden death in athletes / B. Halawa // Pol Merkur Lekarsk. – 2004. – No. 16 (91). – P. 5–7.
14. Lombardi, F. Sudden cardiac death: role of heart rate variability to identify patients at risk / F. Lombardi // Cardiovascular Research. – 2001. – No. 50. – P. 210–217.
15. Melo R.C. High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men / R.C. Melo, R.J. Quiterio, A.C.M. Takahashi // Sports Med, 2008. – No. 42. – P. 59.
16. New approach in evaluation and optimization of health in sportsmen – general anthropophysiological justification / G. Belkania, M. Klossovski, W. Tkaczuk, L. Puchalska // Polski Przegląd Medycyny Lotniczej. – 2000. – Vol. 6, No. 4. – P. 331–343.
17. Ng J. Autonomic effects on the spectral analysis of heart rate variability after exercise / J. Ng, S. Sundaram, A.H. Kadish // American Journal Physiology. – 2009. – No. 297 (4). – P. 1421–1428.
18. Sztajzel, J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system / J. Sztajzel // Swiss Med Wkly. – 2004. – No. 134. – P. 514–522.

19. Shields, R.W. Jr. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function / R.W. Shields Jr. // *Cleve Clin J Med.* – 2009. – No. 76 (2). – P. 37–40.

20. Tulppo, M.P. Effect of exercise and passive head-up tilt on fractal and complexity properties of heart rate dynamics / M.P. Tulppo, R.L. Haghson, T.H. Makikallio // *American Journal Physiology.* – 2001. – No. 280 (3). – P. 1082–1087.

### References

1. Bompa T.O., Buttsichelli K.A. *Periodizatsiya sportivnoy trenirovki* [Periodization of Sports Training]. Moscow, Sport Publ., 2016. 384 p.

2. Bykov E.V., Kolomiyets O.I. [Improvement of Methods of Control Over the Training Process Based on Modern Information Technologies]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 5, pp. 59–61. (in Russ.)

3. Levushkin S.P., Barchukova G.V., Zhilkin A.N., Patrakov A.V. [Using the Method of Heart Rate Variability in the Preparatory Period of the Training Process of Highly Qualified Tennis Players]. *Materialy VI vserossiyskogo simpoziuma "Ritm serdtsa i tip vegetativnoy regulyatsii v otsenke urovnya zdorov'ya naseleniya i funktsional'noy podgotovlennosti sportsmenov"* [Proceedings of the VI All-Russian Symposium Heart Rhythm and Type of Autonomic Regulation in Assessing the Level of Public Health and Functional Fitness of Athletes], 2016, pp. 167–170. (in Russ.)

4. Issurin V.B. *Podgotovka sportsmenov XXI veka: nauchnyye osnovy i postroyeniye trenirovki* [Training of Athletes of the XXI Century. Scientific Foundations and Construction of Training]. Moscow, Sport Publ., 2016. 464 p.

5. Semënov Yu.N. [The Use of Complexes Varicard for Dosing the Level of Physical Activity During Sports Training]. *Materialy VI Vserossiyskogo simpoziuma "Ritm serdtsa i tip vegetativnoy regulyatsii v otsenke urovnya zdorov'ya naseleniya i funktsional'noy podgotovlennosti sportsmenov"* [Proceedings of the VI All-Russian Symposium Heart Rhythm and the Type of Autonomic Regulation in the Assessment of the Health Level of the Population and the Functional Readiness of Athletes], 2016, pp. 251–256. (in Russ.)

6. Litvin F.B., Bruk T.M., Osipova N.V. et al. [The State of Autonomic Regulation of the Heart Rate in Football Players at the Stages of a One-Year Training Cycle]. *Materialy VI vserossiyskogo simpoziuma "Ritm serdtsa i tip vegetativnoy regulyatsii v otsenke urovnya zdorov'ya naseleniya i funktsional'noy podgotovlennosti sportsmenov"* [Proceedings of the VI All-Russian Symposium Heart Rhythm and the Type of Autonomic Regulation in Assessing the Health Level of the Population and the Functional Readiness of Athletes], 2016, pp. 175–181. (in Russ.)

7. Taymazov V.A., Khadartsev A.A. *Fiziologicheskiy pauerlifting: monografiya* [Physiological Powerlifting]. Tula, Tula Printer Publ., 2013. 120 p.

8. Fudin N.A., Khadartsev A.A., Orlov V.A. *Mediko-biologicheskiye tekhnologii v sporte: monografiya* [Medico-Biological Technologies in Sports]. Moscow, Izvestia Publ., 2011. 460 p.

9. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov: monografiya* [Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009. 259 p.

10. Shlyk N.I., Nikolayev Yu.S. [Individual Approach to Assessing the Effectiveness of the Training Process in Female Athletes in Mid-Mountain Conditions According to the Analysis of Heart Rate Variability]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy i perspektivy fizicheskogo vospitaniya, sportivnoy trenirovki i adaptivnoy fizicheskoy kul'tury"* [Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference Problems and Prospects of Physical Education, Sports Training and Adaptive Physical Culture], 2018, pp. 80–85. (in Russ.)

11. Shumikhina I.I. [Dynamics of Physical Development and Functional State of the Organism of Young Football Players]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sovremennyye metody organizatsii trenirovochnogo protsessa, otsenki funktsional'nogo sostoyaniya i vosstanovleniya sportsmenov"* [Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference Modern Methods of Organizing the Training Process, Assessing the Functional State and Recovery of Athletes], 2017, pp. 337–339. (in Russ.)

12. Buchheit M., Gindre C. Cardiac Parasympathetic Regulation: Respective Associations with Cardiorespiratory Fitness and Training Load. *American Journal Physiology*, 2006, no. 291, p. 451. DOI: 10.1152/ajpheart.00008.2006
13. Halawa B. Cardiovascular Diseases as a Cause of Sudden Death in Athletes. *Pol Merkur Lekarski*, 2004, no. 16 (91), pp. 5–7.
14. Lombardi F. Sudden Cardiac Death: Role of Heart Rate Variability to Identify Patients at Risk. *Cardiovascular Research*, 2001, no. 50, pp. 210–217. DOI: 10.1016/S0008-6363(01)00221-8
15. Melo R.C., Quiterio R.J., Takahashi A.C.M. High Eccentric Strength Training Reduces Heart Rate Variability in Healthy Older Men. *Sports Med*, 2008, no. 42, p. 59. DOI: 10.1136/bjism.2007.035246
16. Belkania G., Klosowski M., Tkaczuk W., Puchalska L. New Approach in Evaluation and Optimization of Health in Sportsmen – General Anthro-Physiological Justification. *Polski Przegląd Medycyny Lotniczej*, 2000, vol. 6, no. 4, pp. 331–343.
17. Ng J., Sundaram S., Kadish A.H. Autonomic Effects on the Spectral Analysis of Heart Rate Variability After Exercise. *American Journal Physiology*, 2009, no. 297 (4), pp. 1421–1428. DOI: 10.1152/ajpheart.00217.2009
18. Sztajzel J. Heart Rate Variability: a Noninvasive Electrocardiographic Method to Measure the Autonomic Nervous System. *Swiss Med Wkly*, 2004, no. 134, pp. 514–522.
19. Shields R.W. Jr. Heart Rate Variability with Deep Breathing as a Clinical Test of Cardiovascular Function. *Cleve Clin J Med*, 2009, no. 76 (2), pp. 37–40. DOI: 10.3949/ccjm.76.s2.08
20. Tulppo M.P., Haghson R.L., Makikallio T.H. Effect of Exercise and Passive Head-up Tilt on Fractal and Complexity Properties of Heart Rate Dynamics. *American Journal Physiology*, 2001, no. 280 (3), pp. 1082–1087. DOI: 10.1152/ajpheart.2001.280.3.H1081

#### **Информация об авторах**

**Калабин Олег Владимирович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры физвоспитания факультета физической культуры, Вятский государственный университет. Россия, 610000, Киров, ул. Московская, д. 36.

**Молчанов Сергей Александрович**, соискатель кафедры неврологии, психиатрии и наркологии, Приволжский исследовательский медицинский университет. Россия, 603950, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

**Спицин Анатолий Павлович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патофизиологии, Кировский государственный медицинский университет. Россия, 610998, Киров, ул. К. Маркса, д. 112.

#### **Information about the authors**

**Oleg V. Kalabin**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Faculty of Physical Education, Vyatka State University, Kirov, Russia.

**Sergey A. Molchanov**, Postgraduate Student, Department of Neurology, Psychiatry and Narcology, Privolzhsky Research Medical University, N. Novgorod, Russia.

**Anatoliy P. Spitsin**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Pathophysiology, Kirov State Medical University, Kirov, Russia.

**Статья поступила в редакцию 14.10.2021**

**The article was submitted 14.10.2021**