

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ВОЛЕЙБОЛИСТОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Аверьянов Никита Владиславович

студент, Поволжская Государственная Академия Физической Культуры Sports и Туризма РФ,
г. Казань

Калабин Олег Владимирович

научный руководитель, доцент, Вятский государственный университет, РФ, г. Киров

Молчанов Сергей Александрович

научный руководитель, врач мужского ВК "АСК", ВК Ассоциация Спортивных Клубов, РФ, г. Н.
Новгород

Аннотация. В соревновательном периоде было проведено 12 замеров показателей
вариабельности ритма сердца для контроля функционального состояния профессиональных
волейболистов высшей лиги «А» чемпионата России. Для сравнения были выбраны игроки
разных амплуа: доигровщик, диагональный нападающий, центральный блокирующий и
связующий игрок.

Ключевые слова: функциональное состояние, динамический контроль, вариабельность
ритма сердца, соревновательный период, волейбол.

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 зависимости от
функциональных обязанностей игрока на площадке ему необходимо выполнять общую и
специальную физическую подготовку. 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 [Т.О. Бомпа, К.А. Буццичелли, 2016; В.Б. Иссурин, 2016]. При этом
одним из наиболее важных принципов построения тренировочной программы является
соответствие физических нагрузок текущему функциональному состоянию [Ю.Н. Семенов,
2016].

Объективными критериями оценки функционального состояния, адапционно-резервных
возможностей и физической подготовленности спортсменов являются физиологические
показатели, отражающие состояние механизмов вегетативной регуляции сердечной
деятельности [Н.И. Шлык, 2011; Ф.Б. Литвин, 2016].

Хорошо сбалансированная регуляция позволяет спортсмену при наличии индивидуального

подхода к планированию тренировочных нагрузок максимально использовать свои функциональные возможности и определяет быстроту восстановительных процессов [С.П. Левушкин, 2016; И.И. Шумихина, 2017]. 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 [В.А. Таймазов, А.А. Хадарцев, 2013; Н.И. Шлык, 2018].

Один из наиболее информативных экспресс-методов изучения регуляторных систем в настоящее время базируется на исследовании вариабельности ритма сердца и позволяет как количественно, так и качественно охарактеризовать общее состояние регуляторных механизмов, а также активность различных отделов вегетативной нервной системы [Н.И. Шлык, 2009; Е.В. Быков, 2016].

Исходя из представлений о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, было выделено четыре типа вегетативной регуляции сердечного ритма: два с преобладанием центральной регуляции умеренное (I тип) и выраженное (II тип) и два с преобладанием автономной регуляции умеренное (III тип) и выраженное (IV тип) [Н.И. Шлык, 2009]. Взяв за основу классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного управления физиологическими функциями, тем самым подтвердили участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единого регуляторного механизма. Это системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по данным анализа ВСР. Для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции за основу берутся количественные критерии показателей ВСР: SI и VLF [Н.И. Шлык, 2011].

Таблица 1.

Оценка вегетативной регуляции кровообращения

I тип. Умеренное преобладание центральной регуляции (нормосимпатотония)	SI > 100 у. е. VLF > 240 м
II тип. Выраженное преобладание центральной регуляции (гиперсимпатотония)	SI > 100 у. е. VLF < 240 м
III тип. Умеренное преобладание автономной регуляции (нормоваготония)	20 > SI < 100 у. е. VLF > 240 м
(IV тип) Выраженное преобладание автономной регуляции (нарушение работы синусового узла) (гиперваготония)	SI < 20 у. е. TP > 16000 VLF > 500 м

Материал и методы исследования.

В исследовании приняли участие 4 профессиональных волейболиста различных амплуа волейбольных клубов «АСК» г. Нижний Новгород и «Академия» г. Казань. Определение функционального состояния спортсменов проводили 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 стандартизированные характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: среднюю продолжительность R-R интервалов (RRNN, мс); среднеквадратичное отклонение последовательных R-R интервалов (SDNN, мс); стандартное отклонение разности последовательных R-R интервалов (rMSSD, мс); частоту последовательных R-R интервалов с разностью более 50 мс (pNN50, %); амплитуду моды (AMo, %); индекс напряжения регуляторных систем (SI, у. е.). На основе проведения спектрального анализа ВСП рассчитывали и анализировали частотные параметры: общую мощность спектра (TP, мс²), мощности в высокочастотном (HF, мс²), низкочастотном (LF, мс²) и очень низкочастотном (VLF, мс²) диапазонах. Кроме того, вычисляли индекс вегетативного равновесия (LF/HF, у. е.), отражающий баланс симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на ритм сердца.

Результаты и их обсуждение.

Доигровщик. Как видно из таблицы 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 AMo (табл. 1). В большинстве замеров AMo 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. В целом игрок обладает нормосимпатотоническим типом вегетативной регуляции.

Таблица 2.

Показатели ВСП доигровщика в покое до тренировки

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

Игроки этого амплуа участвуют во всех элементах техники: в приеме и защите, нападают с края сетки и в центре площадки (пайп), блокируют нападающий удар и подают подачу. На площадке всегда присутствуют два доигровщика, которые располагаются по диагонали друг к другу. Сложность 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. Средний рост доигровщиков 190 - 205 см.

Примеры: Сергей Тетюхин, Вильфредо Леон, Мэттью Андерсон, Ореоль Камехо.

Диагональный. Анализ показателей ВСП выявил что ЧСС у диагонального нападающего сохраняется достаточно постоянной и колеблется в пределах 55,4 - 62,4 уд/мин. rMSSD и SDNN сохранялись в пределах общепринятой нормы. АМо также находилась в пределах нормы (максимальное значение составляло всего 42,1 %). Индекс напряжения не превышал 82,8 у. е. и больше 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. Таким образом можно сделать вывод, что игрок обладает нормоваготоническим типом вегетативной регуляции.

Таблица 3.

Показатели ВСП диагонального нападающего в покое до тренировки

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

Диагональный нападающий практически не участвует в приеме подачи и атакует преимущественно с 1-го и 2-го номеров. Как правило диагональные очень мощные и прыгучие игроки, обладающие силовой подачей. Наиболее предпочтительными типами вегетативной регуляции для данного амплуа являются гипер- и нормоваготония. Средний рост диагональных нападающих 200 - 210 см. Примеры: Максим Михайлов, Георг Грозер, Дражен Любурич, Бартош Курек.

Центральный блокирующий. Как показали наблюдения 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 АМо, 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 вазомоторного 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.

Таблица 4.

Показатели ВСР центрального блокирующего в покое до тренировки

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

Центральный блокирующий должен отражать нападение соперника со всех позиций и выполнять атаку первым темпом, поэтому во время игры ему необходимо быть всегда в состоянии «боевой» готовности. Предпочтительный тип вегетативной регуляции нормо- и гиперсимпатотония. Средний рост центральных блокирующих 205 - 215 см. Примеры: Дмитрий Мусэрский, Робертланди Симон, Артем Вольвич, Сречко Лесинац.

Связующий. 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 тоже время повышение индекса централизации указывает о подключении центрального канала к регуляции сердечным ритмом.

Таблица 5.

Показатели ВСР связующего в покое до тренировки

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

Задача связующего игрока на площадке – выдать нападающему игроку качественный пас, тем самым организовать атаку в наиболее уязвимом для соперника месте. Для этого связующему необходимо учитывать физические возможности нападающих и расположение блокирующих соперников у сетки. Наиболее предпочтительными типами вегетативной регуляции для данного амплуа являются нормоваготония и нормосимпатотония. Средний рост связующих 185 - 195 см. Примеры: Александр Бутко, Уильям Аржона, Сергей Гранкин, Резенде Бруно.

Выводы.

Определена направленность и выраженность изменений variability сердечного ритма волейболистов в соревновательном периоде.

Получены результаты комплексной оценки функционального состояния спортсменов, занимающихся волейболом методом анализа ВСР.

Определение функционального состояния позволяет правильно дозировать физическую нагрузку волейболистов, особенно в процессе силовой подготовки.

Для более точного определения функционального состояния спортсменов необходимо добавить активную ортопробу и исследование центральной гемодинамики.

Практические рекомендации.

Полученные результаты могут быть:

- 1) использованы в спортивной практике для профилактики перенапряжений спортсменов, занимающихся волейболом и более успешного управления тренировочным процессом;
- 2) положены в основу индивидуальных рекомендаций по применению средств и методов физической культуры с целью обеспечения оптимального физиологического состояния сердечно-сосудистой системы профессиональных волейболистов;
- 3) использованы в качестве методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и профилактики функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы волейболистов.

Список литературы:

1. Бомпа Т.О. Периодизация спортивной тренировки / Т.О. Бомпа, К.А. Буццичелли // Москва: 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 физической культуры, 2016. - № 5. - С. 59-61.
3. Иссурин В.Б. Подготовка спортсменов XXI века: научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин // Москва: Спорт, 2016. - 464 с.
4. Левушкин С.П. 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 университет, 2016. - С. 167-170.

5. Литвин Ф.Б. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов на этапах годового тренировочного цикла / Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, Н.В. Осипова, Т.В. Балабохина, К.Д. Любутина // Материалы VI всероссийского симпозиума «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». Ижевск: Удмуртский университет, 2016. - С. 175-181.
6. 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 университет, 2016. - С. 251-256.
7. Физиологический пауэрлифтинг: Монография. / Под ред. В.А. Таймазова, А.А. Хадарцева // Тула: Тульский полиграфист, 2013. - 120 с.
8. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: Монография. / Н.И. Шлык // Ижевск: Удмуртский университет, 2009. - 259 с.
9. Шлык Н.И. Индивидуальный подход к оценке эффективности тренировочного процесса у легкоатлетов в условиях среднегорья по данным анализа вариабельности 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: ПГАФКСиТ, 2018. - С. 80-85.
10. 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.