

тера в сравнении со статическими тренировками. Лица, тренирующие выносливость, имеют самые высокие показатели вариабельности. У этих спортсменов отмечаются наиболее высокие значения SDNN, RMSSD, рNN50 и HF в сравнении с общей популяцией спортсменов. А самая низкая симпатическая активность среди спортсменов отмечена у триатлонистов [5].

### **Заключение**

Таким образом, выявление индивидуальных особенностей вегетативной регуляции в ответ на ортостатическую пробу у юных спортсменов, позволит осуществлять индивидуальный подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции и вегетативной реактивности. Что способствует возможности повышения уровня функциональной готовности абитуриентов к тренировочной деятельности, а так же целенаправленно воздействовать на резервные возможности детского организма, проводить коррекцию физической активности и своевременно выявлять преморбидное состояния организма юных спортсменов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Скуратова, Н. А. Клинические и функционально-диагностические критерии «спортивного сердца» у детей, занимающихся спортом : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.08 / Н. А. Скуратова; Белорус. гос. мед. ун-т. — Минск, 2013. — 24 с.
2. Гаврилова, Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монография / Е. А. Гаврилова. — М.: Спорт, 2015. — 168 с.
3. Шлык, Н. И. Роль индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции в построении и оценке тренировочного процесса / Н. И. Шлык // «Олимпийский спорт и спорт для всех»: материалы XVIII Международного научного конгресса. — Алматы: КазАСТ, 2014. — Т. 3. — С. 285–288.
4. Шлык, Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием, Ижевск, 26-28 октября 2011 г. — Ижевск, 2011. — С. 348–369.
5. Бутова, О. А. Оценка механизмов регуляции кардиоритма девушек-акробатов высокого класса спортивного мастерства / О. А. Бутова, С. В. Масалов, Ю. С. Воробьева // Здоровье и образование в XXI веке. — 2012. — Т. 14, № 1. — С. 212–213.

УДК [612.172.2+612.13]:796.012.412.7

## **ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У СПОРТСМЕНОВ-ПЛОВЦОВ ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА**

*Е. С. Сукач, Д. А. Повчиник, Т. В. Козловская*

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

### **Введение**

В настоящее время появилось много работ по изучению вариабельности сердечного ритма (ВСР) у спортсменов. Состояние регуляторных систем и их способность обеспечить необходимую адаптацию организма к физической нагрузке являются определяющими в прогнозе тренированности, однако вариабельность показателей сердечного ритма очень велика и наиболее правильным было бы динамическое наблюдение за состоянием регуляторных систем и анализ показателей центральной гемодинамики. Авторами по-прежнему усредняются данные параметров ВСР, что не позволяет выявить индивидуальные возможности степени напряжения регуляторных систем. Степень напряжения регуляторных систем у спортсменов в отдельные периоды тренировочного процесса может достигать высоких значений, при этом важно не допустить их перенапряжения с последующим истощением систем регуляции. Поэтому знание особенностей степени напряжения регуляторных систем у каждого индивидуума на основе анализа ВСР и показателей насосной функции сердца позволит эффективно решать задачи оперативного педагогического и врачебного контроля за ходом и планированием тренировочного процесса [1].

### **Цель**

Индивидуализация показателей ВСР и центральной гемодинамики спортсменов во время тренировочного процесса.

### **Материал и методы исследования**

В предсоревновательный период в июне 2016 г. было обследовано 5 высококвалифицированных спортсменов-пловцов на базе Гомельский областной комплексный центр олимпийского резерва «Гомельский Дворец водных видов спорта». Средний возраст спортсменов составил  $17 \pm 0,05$ . С помощью ПАК «Омега-С» определялись показатели частотные: HF — высоко частотные, LF — низкочастотные, VLF — очень низкочастотные колебания, Total — общая мощность спектра. Статистические показатели:  $A_{Mo}$  — амплитуда моды,  $M_o$  — мода,  $dX$  — вариационный размах,  $SDSD$ ,  $RMSSD$ . Комплексные показатели индекс вегетативного равновесия — ИВР, вегетативный показатель ритма — ВПР, показатель адекватности процессов регуляции — ПАПР, индекс напряжения — ИН. С помощью цифровой компьютерной системы «Импекард-М» оценивались следующие показатели центральной гемодинамики: ударный объем (УДО, мл), минутный объем крови (МОК, л/мин), сердечный индекс (СИ, л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>)), общее периферическое сопротивление (ОПС, дин  $\times$  с  $\times$  см<sup>-5</sup>), среднее артериальное давление (СрАД, мм рт. ст.), давление наполнения левого желудочка (ДНЛЖ, мм. рт. ст.). Методом Короткова, определяли систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.), диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.). Показатели центральной гемодинамики исследовали в состоянии покоя, после выполнения основного задания (заплыв на 400 м комплекс) и периода восстановления. Для выявления взаимосвязи количественных независимых признаков использовался непараметрический метод корреляционного анализа по Спирмену.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В состоянии покоя в утренние часы у спортсмена (1) выявлен нормотонический тип регуляции ИН = 73 у.е. После выполнения комплексного задания увеличивается влияние симпатической вегетативной нервной системы (ВНС) — комплексные показатели  $\uparrow$ ИН,  $\uparrow$ ПАПР,  $\uparrow$ ИВР;  $\downarrow$ ВПР (ИН — до 514 у.е, ПАПР — до 113 у.е, ИВР — до 429 у.е., ВПР — до 0,2). Статические показатели —  $\uparrow A_{Mo}$ ,  $\downarrow M_o$ ,  $\downarrow dX$ ,  $\downarrow SDSD$ ,  $\downarrow RMSSD$  ( $A_{Mo}$  — с 31 до 68 %;  $M_o$  — с 800 до 600 мс;  $dX$  — от 264 до 132 мс;  $SDSD$  — с 0,03 до 0,01 мс;  $RMSSD$  — с 39 до 14 мс). Частотные показатели — после основного задания выглядят следующим образом LF > VLF > HF. TOTAL снизился с 2676 до 540 мс<sup>2</sup>.

В процессе восстановления у спортсмена 1 наблюдается исходный тонус нормотонии — Комплексные показатели —  $\downarrow$ ИН, ПАПР, ИВР,  $\uparrow$ ВПР (ИН = 78 у.е; ПАПР = 36; ИВР = 125; ВПР = 0,3 у.е). Статические показатели —  $\downarrow A_{Mo}$ ,  $\uparrow M_o$ ,  $\uparrow dX$ ,  $\uparrow SDSD$ ,  $\uparrow RMSSD$  ( $A_{Mo}$  — снижается до 29 %;  $M_o$  — увеличивается до 800 мс;  $dX$  — до 229;  $SDSD$  — 0,03 мс;  $RMSSD$  — 40 мс. Частотные показатели — LF > HF > VLF возвращаются в исходный вариант.

Системные показатели кровообращения спортсмена (1) соответствуют гиперкинетическому типу кровообращения. Определение типа кровообращения (ТК) основывалось на сопоставлении величин следующих показателей гемодинамики: СИ, ОПС, ДНЛЖ. (СИ = > 3,7 л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>), ОПС = < 1200 дин  $\times$  с  $\times$  см<sup>-5</sup>, ДНЛЖ = 12 ÷ 20 мм рт. ст.).

В состоянии покоя у спортсмена (1) СИ = 12 л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>), ОПС = 386 дин  $\times$  с  $\times$  см<sup>-5</sup>, ДНЛЖ = 17 мм рт. ст. После выполнения основного задания  $\uparrow$ СИ увеличился до 15 л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>),  $\downarrow$ ОПС снизился до 324 дин  $\times$  с  $\times$  см<sup>-5</sup>,  $\uparrow$ ДНЛЖ — увеличился до 19 мм рт. ст. После периода восстановления СИ = 9 л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>, ОПС = 486 дин  $\times$  с  $\times$  см<sup>-5</sup>, ДНЛЖ = 18 мм рт. ст. У данного спортсмена происходит адаптация сердечно-сосудистой системы по механизму оптимальных взаимоотношений между центральными и периферическими звеньями кровообращения. Данные представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 — Частотные и комплексные показатели ВСР спортсменов в процессе выполнения интенсивных тренировочных нагрузок

Показатели		Частотные				Комплексные			
		HF мс <sup>2</sup>	LF мс <sup>2</sup>	VLF мс <sup>2</sup>	TOTAL мс <sup>2</sup>	ИВР у.е.	ВПР у.е.	ПАПР у.е.	ИН у.е.
Спортсмен 1	Покой	656	1527	493	2676	116	0,3	38	73
	Нагрузка	21	473	46	540	514	0,2	113	429
	Отдых	624	1696	308	2646	125	0,3	36	78
Спортсмен 2	Покой	1442	2285	863	4589	62	0,4	24	35
	Нагрузка	473	1493	304	2270	165	0,3	45	103
	Отдых	262	1078	413	1853	135	0,3	45	85
Спортсмен 3	Покой	45	429	419	893	252	0,2	61	197
	Нагрузка	203	415	492	1209	205	0,3	55	142
	Отдых	71	230	112	413	582	0,2	103	455
Спортсмен 4	Покой	1658	763	3256	5675	56	0,4	22	33
	Нагрузка	76	122	93	291	758	0,2	123	632
	Отдых	1165	365	794	2325	183	0,3	53	100
Спортсмен 5	Покой	213	812	785	1810	148	0,3	46	98
	Нагрузка	13	61	93	166	1048	0,1	146	936
	Отдых	162	1923	302	2388	163	0,4	57	127

Таблица 2 — Статистические показатели ВСР спортсменов в процессе выполнения интенсивных тренировочных нагрузок

Показатели		Статистические				
		Амо %	Мо мс	dX мс	SDSDмс	RMSSD мс
Спортсмен 1	Покой	31	800	264	0,03	39
	Нагрузка	68	600	132	0,01	14
	Отдых	29	800	229	0,03	40
Спортсмен 2	Покой	22	880	345	0,04	56
	Нагрузка	36	800	220	0,03	40
	Отдых	36	800	263	0,02	34
Спортсмен 3	Покой	40	640	156	0,01	14
	Нагрузка	40	720	194	0,02	22
	Отдых	66	640	113	0,01	14
Спортсмен 4	Покой	18	840	324	0,04	79
	Нагрузка	73	600	97	0,01	12
	Отдых	49	920	265	0,05	76
Спортсмен 5	Покой	35	760	235	0,02	28
	Нагрузка	82	560	78	0,004	6
	Отдых	36	640	224	0,02	27

Таблица 3 — Показатели центральной гемодинамики спортсменов в процессе выполнения интенсивных тренировочных нагрузок с помощью системы Импекард-М

Показатели		ЧСС, уд/м	САД мм рт. ст.	ДАД мм рт. ст.	СрАД, мм рт. ст.	УДО, мл	МОК, л/мин	СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	ОПС, дин × см/с <sup>5</sup>	ДНЛЖ, мм рт. ст.
Спортсмен 1	Покой	72	122	76	77	246	19	12	386	17
	Нагрузка	96	124	84	105	229	24	15	324	19
	Отдых	73	120	72	73	198	15	9	486	18
Спортсмен 2	Покой	68	104	67	68	151	10	6	556	16
	Нагрузка	93	122	72	85	178	15	8	470	18
	Отдых	71	101	70	62	172	11	6	603	17
Спортсмен 3	Покой	90	112	80	92	137	13	8	574	18
	Нагрузка	81	126	91	81	140	11	7	722	15
	Отдых	91	122	74	75	153	12	7	624	17
Спортсмен 4	Покой	67	114	71	56	210	12	6	581	21
	Нагрузка	95	143	89	96	230	22	11	388	20
	Отдых	64	113	71	49	245	12	6	566	16
Спортсмен 5	Покой	74	123	77	72	155	11	6	786	17
	Нагрузка	98	134	77	96	144	14	7	554	20
	Отдых	88	123	99	82	156	13	7	635	17

У спортсмена (2) выявлен схожий вегетативный портрет, нормотонический тип регуляции ИН = 35 у.е. Однако после нагрузки происходит увеличение ИН до 103 у.е. Так же увеличиваются показатели ИВР и ПАПР, что указывают на мобилизацию организма под влиянием симпатического отдела ВНС. Первичной реакцией сердца на динамическую физическую нагрузку являлось повышение ЧСС с 68 до 93 уд. мин. Однако не только изменение ЧСС лежит в основе увеличения СИ при нагрузке. Наблюдалось увеличение  $\uparrow$ САД — с 68 до 85 мм рт. ст.,  $\uparrow$ МОК — с 10 до 15 л/мин,  $\uparrow$ УДО — с 151 до 178 мл и снижением  $\downarrow$ ОПС — с 556 до 470 дин  $\times$  см/с<sup>5</sup>. Максимальная нагрузка выполняется за счет усиления хронотропной регуляции и увеличения инотропной функции сердца.

В состоянии покоя в утренние часы у спортсмена (3) преобладает симпатикотонический тип регуляции ИН = 197 у.е. *Частотные показатели* — выглядят следующим образом VLF > LF > HF. Общая мощность спектра в состоянии покоя значительно снижена TOTAL = 893 мс<sup>2</sup>. После выполнения основного задания комплексные показатели  $\downarrow$ ИВР,  $\downarrow$ ПАПР,  $\downarrow$ ИН,  $\uparrow$ ВПР. Частотный анализ: VLF > LF > HF. Что свидетельствует о сниженных функциональных и адаптационно-резервных возможностях организма в ответ на данный тип нагрузки и требует дополнительного обследования. Значение показателей УДО и ДНЛЖ практически не изменились после выполненного задания, что свидетельствует о снижении значимости насосной функции сердца. При максимальной интенсивности работы организм может корректировать ЧСС для обеспечения оптимального сочетания сердечного выброса. Период наполнения желудочка кровью сокращается, что может привести к уменьшению систолического объема, снижению СИ и увеличению ОПС. Что свидетельствует о большом разнообразии индивидуальных реакций внутрисердечной гемодинамики и экстракардиального регулирования.

У спортсмена (4) в состоянии покоя преобладает нормотония ИН = 33 у.е, однако частотный спектр выглядит следующим образом VLF > HF > LF, TOTAL = 5675 мс<sup>2</sup>. Обращает на себя внимания показатель центральной гемодинамики ДНЛЖ = 21 мм рт. ст. в состоянии покоя выше физиологической нормы. После основного задания у спортсмена 4 наблюдалось повышение САД до 143 мм рт. ст. Причин такой реакции может быть несколько: предложенная физическая работа по мощности или длительности лежит за пределами нормы реакции конкретного спортсмена. Указанный спортсмен в момент исследования в утренние часы мог быть не восстановлен.

У спортсмена (5) в начале утренней тренировки преобладает симпатикотония ИН = 98 у.е. *Частотные показатели* — LF > HF > VLF. При выполнении тренировочного занятия происходит увеличение ИН до 936 у.е. и резкому снижению частотных составляющих. Наблюдалось увеличение  $\uparrow$ САД,  $\uparrow$ ЧСС,  $\uparrow$ МОК,  $\uparrow$ ДНЛЖ снижению  $\downarrow$ ОПС. Обращает на себя внимание уменьшение  $\downarrow$ УДО после тестирования. За счет хронотропного механизма, обеспечивающего необходимый прирост МОК увеличением ЧСС. В этом случае, как правило, основная нагрузка ложится на регуляторные механизмы, за счет их напряжения осуществляется приспособление физиологических реакций и метаболизма ССС к возрастающим физическим нагрузкам. При этом функциональные и регуляторно-энергетические сдвиги, возникающие в этот период, чаще всего выходят за границы физиологически допустимых колебаний.

С целью выявления вегетативной регуляции с состоянием гемодинамики рассчитаны коэффициенты корреляции. Обнаружена высоко положительная корреляционная взаимосвязь между Амо и ДНЛЖ ( $r = 0,9$ ); ИВР и ДНЛЖ ( $r = 0,9$ ); ИН и ДНЛЖ ( $r = 0,9$ ). Так же были выявлены высоко отрицательные взаимосвязи между Мо и ЧСС ( $r = -0,975$ ); VLF и МОК ( $r = -0,9$ ); VLF и СИ ( $r = -0,9$ ); Total и ДНЛЖ ( $r = -0,9$ ); SDSA и ДНЛЖ ( $r = -0,975$ ). Достоверность этих корреляций обусловлена высоким значением t- критерия и уровнем значимости  $p < 0,005$ . Наличие корреляционных взаимосвязей между ВСР и гемодинамики, свидетельствует о согласованной деятельности ВНС и насосной функции сердца.

### **Заключение**

Таким образом, индивидуализация показателей ВСР и центральной гемодинамики спортсменов во время тренировочного процесса и мониторинг функционального состояния ССС квалифицированных спортсменов позволит осуществить оптимизацию спортив-

ных нагрузок, прогнозировать рост спортивных результатов и определить возможные риски возникновения состояний перенапряжения и недовосстановления. Позволит определить готовность спортсмена к соревновательной деятельности, соответствие тренировочного процесса функциональному состоянию организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова, Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монография / Е. А. Гаврилова. — М.: Спорт, 2015. — 168 с.

УДК 612.176.4

## ВЛИЯНИЕ ПРОБЫ МАРТИНЕ-КУШЕЛЕВСКОГО НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СПОРТСМЕНОВ

*Н. А. Тишутин*

Учреждение образования  
«Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»  
г. Витебск, Республика Беларусь

### *Введение*

Актуальность исследования состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) обусловлена реалиями сложившимися в спорте в 21 веке. Сегодня, для возможности конкурировать с элитными спортсменами, организм человека должен быть подвергнут изнуряющим физическим нагрузкам, в которых нередко стирается грань между компенсаторно-адаптивной реакцией ССС в рамках физиологической нормы и патологическими сдвигами, из-за дистрофических изменений миокарда [1]. В этих условиях, вариабельность сердечного ритма (ВСР) является не только способом оценки качества функционирования сердца, но и методом оценки общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца и соотношения между симпатическим и парасимпатическим звеном вегетативной нервной системы (ВНС). Та широко информативность, которой обладает метод ВСР позволяет охватить большой диапазон проблем, которые возникают из-за постоянных предельных или околопредельных нагрузок на организм спортсмена. Ведь неизвестно наверняка, какое «звено» сложнейшего организма человека может дать сбой, однако он наверняка отразится на работе ССС, что и выявится при динамическом анализе ВСР. Оценка же влияния пробы Мартине-Кушелевского на ВСР даёт возможность оценить резервы спортсмена, его реактивность, выявить патологические и предпатологические отклонения. Кроме того, с помощью пробы с физической нагрузкой можно выявить наиболее перегруженные системы регуляции: чем более загружена та или иная функция организма, тем меньше ее ответ на воздействие, что в значительной мере расширяет возможности оценки отдельных звеньев регуляции организма [2].

### *Цель*

Оценка влияния пробы Мартине-Кушелевского на вариабельность сердечного ритма у спортсменов.

### *Материал и методы исследования*

В настоящем исследовании был проведен анализ и обработка показателей ВСР, полученных с помощью ПАК «Омега-М». Регистрировались исходные значения и непосредственно после пробы Мартине-Кушелевского. Обследовано 50 студентов факультета физической культуры и спорта УО «ВГУ имени П. М. Машерова» в возрасте от 18 до 21 года. Все испытуемые занимаются спортом и имеют спортивные разряды и звания от III р. до МС. К исследованию приступали в тихой комнате, в отсутствии посторонних лиц. Обследования проводились в 13–14 часов. После учебных занятий, но перед тренировочными. Были приняты все возможные меры по устранению звуковых и световых помех (телефон и т. д.).

Проба проводилась следующим образом: испытуемый садился на стул, ему надевалась манжета для измерения АД, спустя 1–1,5 мин (когда исчезал рефлекс и возбуждение, вы-