Дата публикации: 01.09.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_8
УДК 796.01; 612

Publication date: 01.09.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_8
UDC 796.01; 612

ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕАКЦИЯ НА ОРТОКЛИНОСТАТИЧЕСКУЮ ПРОБУ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИГРОКОВ В ХОККЕЙ С МЯЧОМ

О.В. Калабин[1], Ф.Б. Литвин[2], А.Н. Катаев[3], О.А. Пивоваров[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет», г. Киров, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», г. Смоленск, Россия

[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова», г. Кемерово, Россия

Аннотация. Углубленного медицинского осмотра недостаточно, чтобы отслеживать влияние тренировочно-соревновательного процесса на функциональное состояние спортсменов, занимающихся хоккеем с мячом профессионально. Необходим ежедневный динамический контроль общего функционального состояния экспресс-методом анализа вариабельности ритма сердца с проведением функциональных проб. В исследовании приняли участие 22 игрока (Кандидаты в мастера спорта и Мастера спорта России) профессионального хоккейного клуба «Родина» г. Кирова в подготовительном и соревновательном периодах (Кубок и Чемпионат России). Всего было проведено около 600 обследований экспресс-методом анализа вариабельности сердечного ритма, утром сразу после сна до зарядки и завтрака, а затем через час после тренировок. Показано, что переход из клиностаза в ортостаз сопровождается усилением активности центрального контура регуляции сердечным ритмом. Последующий перевод в клиностаз снижает напряженность со стороны центральных механизмов и усиливает трофотропное влияние парасимпатического отдела на сердечный ритм. Уровень вегетативной реакции хоккеистов протекает по нормальному типу. Выявлены суточные различия по выраженности вегетативной реакции.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, вегетативная реактивность, ортоклиностатическая проба, адаптация, профессиональный спорт, хоккей с мячом.

AUTONOMIC RESPONSE TO ORTHOCLINOSTATIC TEST IN PROFESSIONAL BANDY PLAYERS

O.V. Kalabin[1], F.B. Litvin[2], A.N. Kataev[3], O.A. Pivovarov[1]

[1]Vyatka State University, Kirov, Russia

[2]Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

[3]Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

Abstract. An in-depth medical examination is not enough to monitor the impact of the training and competitive process on the functional status of professional bandy players. Daily dynamic monitoring of the functional status is required using the express method of analyzing heart rate variability with functional tests. The study involved 22 players (Candidates for Master of Sport and Masters of Sports of Russia) of the “Rodina” Professional Hockey Club in Kirov during the preparatory and competitive periods (Russian Cup and Championship). In total, about 600 examinations were carried out using the express method of heart rate variability analysis, in the morning immediately after sleep before exercise and breakfast, and then an hour after training. It has been found that the transition from clinostasis to orthostasis is accompanied by increased activity of the central circuit of heart rate regulation. Subsequent transfer to clinostasis reduces tension on the part of the central mechanisms and enhances the trophotropic effect of the parasympathetic division on the heart rhythm. The autonomic response level of bandy players follows a normal pattern. Daily differences in the autonomic response severity were also revealed.

Keywords: heart rate variability, autonomic responsiveness, orthoclinostatic test, adaptation, professional sport, bandy.

Введение. Современный хоккей с мячом предъявляет высокие требования к спортсменам, выбравшим этот вид спорта своей основной профессиональной деятельностью. Особо следует выделить соревновательный период как «сплав» в единое целое физических качеств хоккеистов: быстроты, силы, ловкости, выносливости, координации движений и командных взаимодействий [1-3]. Дополнительную нагрузку на организм оказывают погодные условия (низкая температура воздуха, высокая влажность, снег, ветер, дождь) и смена часовых поясов при переездах на соревнования [4]. По совокупности внешних и внутренних факторов воздействия на организм возникает напряженность в работе функциональных систем [5]. Чаще других возникают нарушения в работе сердечно-сосудистой системы из-за перенапряжения миокарда и его проводящей системы [6-8]. Планового проведения углубленного медицинского осмотра (УМО) крайне недостаточно для контроля за функциональным состоянием профессиональных хоккеистов с мячом на протяжении годичного тренировочно-соревновательного процесса. Необходим ежедневный динамический контроль функционального состояния экспресс-методом анализа вариабельности ритма сердца (ВСР) с обязательным проведением функциональных проб [9-10].

В данном исследовании использована ортоклиностатическая проба (ОКП), как наиболее доступная и информативная, а в сочетании с экспресс-методом анализа вариабельности ритма сердца является надежным и достоверным инструментом в оценке функционального состояния профессиональных спортсменов [11-12]. Результаты комплексного исследования крайне важны для понимания правильности и своевременной коррекции тренировочного процесса, а также предупреждения состояния перетренированности и формирования патологических процессов в организмах хоккеистов [13-15].

Анализ вегетативной реакции при выполнении ортоклиностатической пробы заключается в исследовании реактивности механизмов регуляции ритма сердца при переходе спортсмена из положения лежа в положение стоя и обратно. Ортостатический рефлекс проявляется учащением частоты сердечных сокращений (ЧСС) и активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) при смене положения обследуемого. Градиент роста показателей ВСР отражает уровень возбудимости ВНС. Клиностатический рефлекс при переходе спортсмена из вертикального положения в горизонтальное характеризуется противоположными изменениями: замедлением ЧСС и активацией парасимпатического отдела ВНС. Вегетативная реакция на ОКП может быть нормальной, сниженной (гипо), повышенной (гипер) или парадоксальной [9].

Цель исследования: экспресс-методом вариабельности сердечного ритма определить общее функциональное состояние и оценить степень восстановления игроков хоккейной команды.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 22 профессиональных спортсмена (КМС и МС России) хоккейного клуба «Родина» г. Кирова в подготовительном и соревновательном периодах (Кубок и Чемпионат России). Запись электрокардиограммы игроки проводили утром после сна до завтрака и зарядки в комфортных условиях, затем днём – через час после тренировки, а в дни, когда была вторая тренировка вечером – тоже через час после тренировки с помощью портативного кардиомодуля «ECG Dongle» АО «Нордавинд» (г. Москва) (РУ на МИ № РЗН 2019/8179). Записи отправляли физиологу команды, который производил обработку электрокардиограммы (ЭКГ) дистанционно с помощью программы «Иским 6.2» ООО «Рамена» (г. Рязань). Длительность регистрации электрокардиограммы составляла 17 минут, из них 5 минут лежа, 6 минут стоя и 6 минут лежа (активная ортоклиностатическая проба).

Обработку базы данных производили с помощью приложения для работы с электронными таблицами Microsoft Excel. Данные представлены в виде M±m, где M – среднее арифметическое, а m – ошибка

среднего арифметического. Статистическую обработку полученных данных производили с помощью программы IBM SPSS Statistics 25.0. Нормальность распределения проверяли методом Колмогорова-Смирнова. Различия определяли с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни для двух независимых выборок и считали их достоверными при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В исследование были отобраны хоккеисты с III типом вегетативной регуляции [9]. Средние значения маркеров, определяющих принадлежность к III типу регуляции сердечного ритма были следующими: MxDMn (вариационный размах) – 474,9 мс, SI (индекс напряжения регуляторных систем) – 39,2 усл.ед. и VLF (мощность волн очень низкой частоты) – 1684,7 мс^2. Как отмечают многие авторы [9, 11, 13, 15] третий тип вегетативной регуляции является оптимальным для занятий спортом, в том числе и спортивными играми. Анализ показателей вариабельности ритма сердца высококвалифицированных спортсменов только в фоновом положении лежа не дает полной ясности об общем функциональном состоянии, включая фазу восстановления. Поэтому нами была выбрана активная ортоклиностатическая функциональная проба. При определении функционального состояния проводились анализ вегетативной реактивности по показателям вариабельности ритма сердца в разных положениях и оценка длительности R-R интервалов во время переходных периодов.

Реакции на функциональные пробы до и после тренировок у хоккеистов в большинстве обследований были нормальными (табл. 1), но после высокоинтенсивных тренировок на льду происходило снижение вариабельности ритма сердца (уменьшение вариационного размаха), в некоторых обследованиях отмечено смещение регуляции в сторону I и IV типов, что закономерно связано с особенностями тренировочного и соревновательного процессов, а у некоторых игроков возникали гипо-, гипер- или парадоксальные реакции на ортоклиностатическую пробу. По этой причине тренерским штабом команды проводилась индивидуальная коррекция тренировочного процесса с добавлением восстановительных тренировок (кросс, бассейн или велосипед) и уменьшением нагрузки в тренажерном зале. После чего общее функциональное состояние спортсменов снова возвращалось в норму [16-19].

Таблица 1

Изменение основных временных и спектральных показателей вариабельности ритма сердца (ВСР) при ортоклиностатической пробе у хоккеистов, M±m

Показатели ВСР	Время суток	Фазы ортоклиностатической пробы		
		фон	орто	клино
HR, уд./мин.	утро	55,29±0,43	82,35±0,65*	52,01±0,43*, **
	день	65,90±0,76	90,62±0,79*	60,91±0,64*, **
	вечер	63,46±0,96	88,68±0,98*	59,82±0,90*, **
MxDMn, мс	утро	474,9±9,64	260,6±5,89*	490,6±10,42**
	день	318,2±10,69	205,4±6,06*	346,0±10,68*, **
	вечер	355,3±16,40	209,7±7,28*	367,9±14,52**
RMSSD, мс	утро	97,59±4,28	24,80±0,74*	102,8±2,96*, **
	день	75,39±5,41	20,91±0,85*	76,51±3,58*, **
	вечер	88,11±6,88	22,10±1,74*	91,19±5,50**
pNN50, %	утро	44,77±1,09	5,68±0,42*	49,24±1,14*, **
	день	30,84±1,70	3,68±0,36*	38,13±1,63*, **
	вечер	36,61±2,50	4,08±0,61*	41,99±2,28**

Продолжение таблицы 1

SI, усл.ед.	утро	39,21±2,73	161,1±7,21*	36,24±2,74**
	день	128,0±13,20	350,6±27,46*	81,29±6,22*, **
	вечер	103,8±11,83	271,7±19,27*	77,79±8,92**
TP, мс^2	утро	9649,5±477,7	3489,9±196,4*	10507,7±486,7**
	день	5240,1±532,2	2260,4±146,3*	5336,7±434,8**
	вечер	6633,4±789,7	2216,4±191,5*	6959,6±774,8**
HF, мс^2	утро	3050,6±256,1	286,2±20,04*	3512,1±223,6*, **
	день	2392,6±332,1	230,0±18,55*	2334,7±233,7*, **
	вечер	3174,2±491,8	270,2±54,03*	3254,2±408,3**
LF, мс^2	утро	2763,2±139,8	1708,2±80,34*	3071,3±175,7**
	день	1463,2±139,2	1300,9±89,40	1627,3±128,4
	вечер	2300,3±283,1	1321,2±114,5	2544,4±470,8**
VLF, мс^2	утро	1684,7±99,95	909,2±76,41*	1533,5±87,22**
	день	665,9±64,31	407,6±35,69*	633,7±55,45**
	вечер	560,1±42,20	345,6±32,52*	585,4±43,74**
PHF, %	утро	37,22±0,93	10,17±0,38*	41,37±0,90*, **
	день	40,66±1,31	12,32±0,55*	45,02±1,19*, **
	вечер	42,64±1,71	12,22±0,79*	48,04±1,75*, **
PLF, %	утро	38,75±0,61	62,10±0,82*	37,22±0,63**
	день	38,32±0,91	65,35±1,03*	37,53±0,90**
	вечер	40,49±1,19	68,74±1,22*	37,33±1,33**
PVLF, %	утро	24,02±0,81	27,72±0,83*	21,41±0,74*, **
	день	21,02±0,85	22,33±0,89	17,45±0,77*, **
	вечер	16,86±1,19	19,04±0,98*	14,63±0,98**
LF/HF, усл.ед.	утро	1,34±0,05	8,16±0,27*	1,11±0,04*, **
	день	1,35±0,09	7,64±0,42*	1,05±0,05*, **
	вечер	1,28±0,10	7,38±0,36*	1,03±0,09*, **
VLF/HF, усл.ед.	утро	1,01±0,07	3,80±0,18*	0,74±0,05*, **
	день	0,81±0,07	2,51±0,17*	0,53±0,04*, **
	вечер	0,66±0,11	2,01±0,15*	0,44±0,06**

Примечание: HR – частота сердечных сокращений; MxDMn – вариационный размах; RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар R-R интервалов; pNN50 – процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся друг от друга более чем на 50 мс; SI – индекс напряжения регуляторных систем; TP – суммарная мощность спектра; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; PHF – вклад парасимпатических влияний; PLF – вклад симпатических влияний; PVLF – вклад влияний центрального контура регуляции; LF/HF – вегетативный баланс; VLF/HF – индекс активации подкорковых центров; * – достоверные различия относительно фоновых значений ($p<0,05$); ** – достоверные различия относительно значений в положении стоя ($p<0,05$)

Анализ вегетативной реакции на ортостаз у хоккеистов выявил усиление активности центрального контура регуляции на фоне снижения автономного на всех этапах наблюдения (табл. 1). Однако градиент снижения или повышения изученных показателей изменяется на разную величину в зависимости от времени проведения и объема физической нагрузки. Отмечено, что при переводе тела в ортостаз максимальный сдвиг по отдельным показателям приходится на утреннее и вечернее время (табл. 1). Так, после сна, до утренней зарядки и завтрака максимально повышаются показатели, характеризующие активность центрального контура регуляции. Среди них стресс-индекс повышается на 313% ($p<0,05$), вегетативный баланс – на 509% ($p<0,05$), индекс активации подкорковых центров – на 276% ($p<0,05$). Наши данные отчасти согласуются с показателями, полученными у студентов при постуральных изменениях тела [20]. Максимально снижается показатель активности автономного контура регуляции: MxDMn – на 82% ($p<0,05$) и показатель VLF, отражающий активность высших корково-гуморальных центров – на 85% ($p<0,05$). После вечерней тренировки в ортостазе максимально снижаются показатели RMSSD на 300% ($p<0,05$) и pNN50% на 825% ($p<0,05$), которые отражают снижение вариабельности R-R интервалов и указывают на «ужесточение» ритма сердца. Одновременно снижаются спектральные характеристики (табл. 1). Среди них показатель суммарной мощности TP снижается на 199% ($p<0,05$), HF – на 1076% ($p<0,05$), LF – на 74% ($p>0,05$).

Максимально высокий разброс показателей при переходе в ортостаз в утреннее и вечернее время, по всей видимости, отражает суточную периодику вариабельности сердечного ритма и в меньшей степени зависит от величины физической нагрузки [21-23]. К такому заключению мы пришли в результате анализа динамики показателей в ортостазе после дневной физической нагрузки максимального объёма и интенсивности. Оказалось, что в ортостазе, по сравнению с показателями утром и вечером, изученные показатели изменялись минимально (табл. 1). В частности, показатели MxDMn, RMSSD, pNN50%, TP, HF, LF, VLF снижаются на 55%, 257%, 675%, 132%, 940%, 12%, 63% соответственно (во всех случаях $p<0,05$). Показатели SI, LF/HF и VLF/HF повышаются на 174%, 466% и 210% соответственно (во всех случаях $p<0,05$).

Последующий перевод тела из ортостаза в клиностаз инициирует активность автономного контура и снижает напряженность в центральном контуре регуляции. При этом также максимальные сдвиги регистрируются или в утреннее, или в вечернее время. Например, показатель MxDMn максимально повышается на 88% ($p<0,05$) утром, показатели SI, LF/HF и VLF/HF утром максимально снижаются на 347%, 635% и 414% соответственно (во всех случаях $p<0,05$). В вечернее время при переходе в ортостаз максимально повышаются показатели RMSSD, pNN50%, TP, HF, LF и VLF на 314%, 950%, 214%, 1105%, 93% и 69% соответственно (во всех случаях $p<0,05$). По-прежнему, после дневной тренировки в ортостазе изученные показатели изменяются умеренно (табл. 1).

Таким образом, при переходе из клиностаза в ортостаз вегетативная реакция проявляется усилением активности центрального механизма регуляции сердечным ритмом при снижении активности автономного. При последующем переходе из ортостаза в клиностаз усиливается автономный контур на фоне снижения активности центральных механизмов регуляции. Показано, что градиент сдвига по изученным показателям максимально высокий в утренние и вечерние часы, что вероятно указывает на подчинение вегетативной реакции эволюционно сформированному суточному ритму.

Таблица 2

Изменение основных временных и спектральных показателей вариабельности ритма сердца (ВСР) до и после тренировок у хоккеистов, M±m

Показатели ВСР	Фазы пробы	Время суток		
		утро	день	вечер
HR, уд./мин.	фон	55,29±0,43	65,90±0,76*	63,46±0,96*
	орто	82,35±0,65	90,62±0,79*	88,68±0,98*
	клино	52,01±0,43	60,91±0,64*	59,82±0,90*
MxDMn, мс	фон	474,9±9,64	318,2±10,69*	355,3±16,40*
	орто	260,6±5,89	205,4±6,06*	209,7±7,28*
	клино	490,6±10,42	346,0±10,68*	367,9±14,52*
RMSSD, мс	фон	97,59±4,28	75,39±5,41*	88,11±6,88*
	орто	24,80±0,74	20,91±0,85*	22,10±1,74*
	клино	102,8±2,96	76,51±3,58*	91,19±5,50*
pNN50, %	фон	44,77±1,09	30,84±1,70*	36,61±2,50*, **
	орто	5,68±0,42	3,68±0,36*	4,08±0,61*
	клино	49,24±1,14	38,13±1,63*	41,99±2,28*
SI, усл.ед.	фон	39,21±2,73	128,0±13,20*	103,8±11,83*
	орто	161,1±7,21	350,6±27,46*	271,7±19,27**
	клино	36,24±2,74	81,29±6,22*	77,79±8,92*, **
TP, мс^2	фон	9649,5±477,7	5240,1±532,2*	6633,4±789,7*
	орто	3489,9±196,4	2260,4±146,3*	2216,4±191,5*
	клино	10507,7±486,7	5336,7±434,8*	6959,6±774,8*, **
HF, мс^2	фон	3050,6±256,1	2392,6±332,1	3174,2±491,8**
	орто	286,2±20,04	230,0±18,55*	270,2±54,03*
	клино	3512,1±223,6	2334,7±233,7*	3254,2±408,3*, **
LF, мс^2	фон	2763,2±139,8	1463,2±139,2*	2300,3±283,1**
	орто	1708,2±80,34	1300,9±89,40*	1321,2±114,5*
	клино	3071,3±175,7	1627,3±128,4*	2544,4±470,8 **
VLF, мс^2	фон	1684,7±99,95	665,9±64,31*	560,1±42,20*, **
	орто	909,2±76,41	407,6±35,69*	345,6±32,52*
	клино	1533,5±87,22	633,7±55,45*	585,4±43,74*, **
PHF, %	фон	37,22±0,93	40,66±1,31*	42,64±1,71*, **
	орто	10,17±0,38	12,32±0,55*	12,22±0,79*
	клино	41,37±0,90	45,02±1,19*	48,04±1,75*, **
PLF, %	фон	38,75±0,61	38,32±0,91*	40,49±1,19*, **
	орто	62,10±0,82	65,35±1,03*	68,74±1,22*
	клино	37,22±0,63	37,53±0,90*	37,33±1,33*, **
PVLF, %	фон	24,02±0,81	21,02±0,85*	16,86±1,19*, **
	орто	27,72±0,83	22,33±0,89*	19,04±0,98*, **
	клино	21,41±0,74	17,45±0,77*	14,63±0,98 **
LF/HF, усл.ед.	фон	1,34±0,05	1,35±0,09*	1,28±0,10*
	орто	8,16±0,27	7,64±0,42*	7,38±0,36*, **
	клино	1,11±0,04	1,05±0,05*	1,03±0,09*, **

Продолжение таблицы 2

VLF/HF, усл.ед.	фон	1,01±0,07	0,81±0,07*	0,66±0,11*, **
	орто	3,80±0,18	2,51±0,17*	2,01±0,15
	клино	0,74±0,05	0,53±0,04*	0,44±0,06 **

Примечание: HR – частота сердечных сокращений; MxDMn – вариационный размах; RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар R-R интервалов; pNN50 – процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся друг от друга более чем на 50 мс; SI – индекс напряжения регуляторных систем; TP – суммарная мощность спектра; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; PHF – вклад парасимпатических влияний; PLF – вклад симпатических влияний; PVLF – вклад влияний центрального контура регуляции; LF/HF – вегетативный баланс; VLF/HF – индекс активации подкорковых центров; * – достоверные различия относительно значений утром ($p<0,05$); ** – достоверные различия относительно значений днём ($p<0,05$)

В задачу исследования входил анализ показателей ВСР при нахождении организма хоккеистов в клиностазе и ортостазе в течение тренировочного утром до зарядки и завтрака, через час после первой тренировки в дневное время и после вечерней тренировки. Показано, что динамика показателей ВСР в течение тренировочного дня адекватно отражает активность каналов управления сердечным ритмом в ответ на тренировочную нагрузку (табл. 2). При этом разный уровень активности механизмов регуляции проявляется независимо от положения тела в пространстве. В фоне после дневной тренировочной нагрузки максимальной по объему выросла активность центрального механизма регуляции при одновременном снижении вклада автономного механизма (табл. 2). Так, относительно величин утром стресс-индекс увеличился на 228% ($p<0,05$). Рост напряженности со стороны центральных механизмов регуляции отмечается и по динамике других показателей (табл. 2). В частности среднее значение суммарной мощности спектра (TP) днём снизилось на 84% ($p<0,05$), активность сосудодвигательного центра (LF) снизилась на 89% ($p<0,05$). В большей степени напряженность, сопровождающаяся формированием энергодефицитного состояния, отмечается по показателю VLF, среднее значение которого снизилось на 153% ($p<0,05$). Тотальное снижение регистрируется и по показателям активности автономного контура регуляции (табл. 2). Так, после дневной тренировки относительно величин до утренней зарядки показатель MxDMn снизился на 49% ($p<0,05$), показатель RMSSD – на 31% ($p<0,05$), pNN50% – на 55% ($p<0,05$), показатель HF – на 27% ($p>0,05$).

После проведения второй тренировки вечером, которая была немного меньше по объему и интенсивности, показатели, характеризующие активность центрального контура управления сердечным ритмом, изменялись разнонаправленно (табл. 2). В частности, показатель TP после вечерней тренировки по сравнению с дневной повысился на 27% ($p>0,05$), показатель активности сосудодвигательного центра LF вырос на 57% ($p<0,05$), а интегральный показатель SI снизился на 23% ($p>0,05$), показатель активности корково-гуморальных центров после вечерней тренировки продолжал снижаться на 19% ($p<0,05$) относительно дневной тренировки. В группе маркеров автономного контура регуляции отмечается тенденциозный рост показателя MxDMn на 12% ($p>0,05$), RMSSD – на 17% ($p>0,05$), pNN50% – на 11% ($p>0,05$) и HF – на 33% ($p<0,05$).

При переходе в ортостаз вегетативная реакция у хоккеистов протекает по нормальному варианту, при котором активность центрального контура регуляции усиливается, а автономного снижается (табл. 2). Показатель градиента изменений зависит от тяжести тренировочной нагрузки. После первой максимальной нагрузки по

сравнению с показателями утром маркеры автономного контура регуляции снижаются на 27% ($p<0,05$) для MxDMn, на 19% ($p<0,05$) для RMSSD, на 54% ($p<0,05$) для pNN50% и на 24% ($p<0,05$) для HF. В ортостазе стремительно на 118% ($p<0,05$) растет стресс-индекс. Рост напряженности после первой тренировки наблюдается по снижению показателя спектральной мощности TP на 54% ($p<0,05$), снижению показателя спектральной мощности сосудодвигательного центра LF на 31% ($p<0,05$). Стремительно нарастает энергодефицит в высших корково-гуморальных структурах управления сердечным ритмом, что отражается в снижении показателя VLF на 123% ($p<0,05$). В дальнейшем после второй вечерней тренировки, несмотря на снижение физической нагрузки, активность автономного контура регуляции остается пониженной. Так, в ортостазе после второй тренировки по отношению к первой показатели MxDMn и RMSSD повышаются на 2%, pNN50% – на 11% и HF – на 17% (во всех случаях $p>0,05$). Однако, индекс напряжения регуляторных систем (SI) после второй тренировки снижается на 29% ($p<0,05$) и суммарно свидетельствует о тенденции возвращения к исходным позициям показателей центрального и автономного механизмов регуляции сердечным ритмом. При повторном проведении клиностатической пробы сохраняется динамика и направленность изменений показателей центрального и автономного контуров управления сердечным ритмом, отмеченная при ортостазе (табл. 2). В клиностазе после максимальной тренировочной нагрузки днём по сравнению с утром показатели автономного контура регуляции снижаются на 42% ($p<0,05$) для MxDMn, на 34% ($p<0,05$) для RMSSD, на 29% ($p<0,05$) для pNN50% и на 50% ($p<0,05$) для HF. Реактивность центрального контура регуляции при переходе в клиностаз после большой физической нагрузки днём заметно выше. Так, стресс-индекс повышается на 125% ($p<0,05$) при одновременном снижении TP на 97% ($p<0,05$), LF – на 89% ($p<0,05$), VLF – на 142% ($p<0,05$).

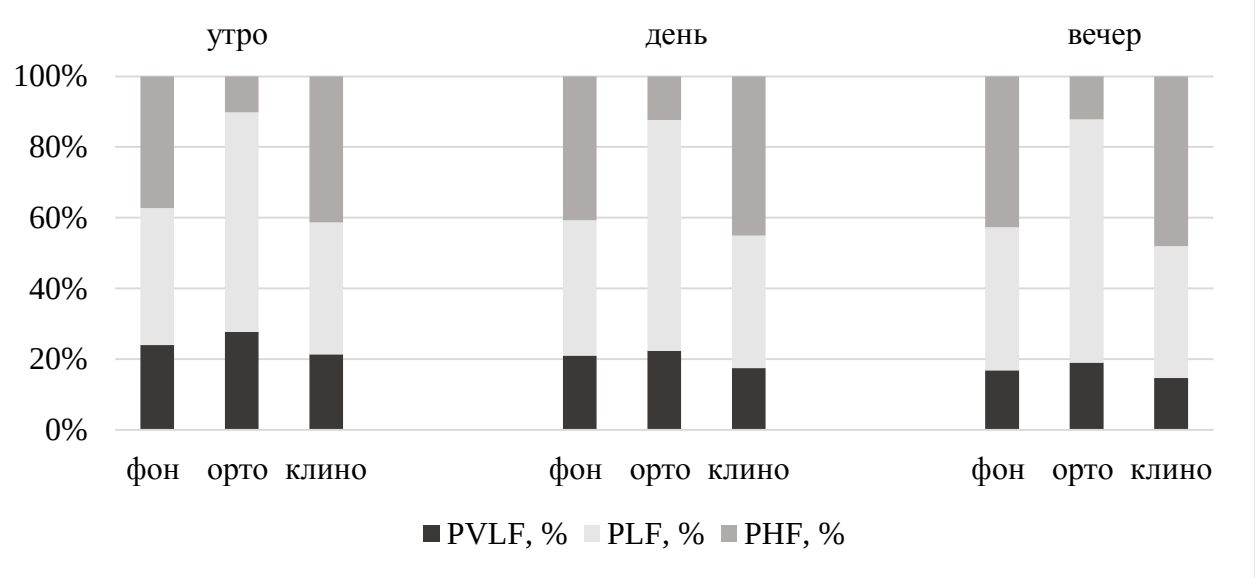


Рис. Изменение структуры спектра во время выполнения хоккеистами ортоклиностатической пробы в течение дня

Примечание: PVLF – вклад влияний центрального контура регуляции; PLF – вклад симпатических влияний; PHF – вклад парасимпатических влияний

Заключение:

1. Проведенное исследование показало, что по средним значениям основных временных (MxDMn=474,9 мс, SI=39,2 усл.ед.) и спектральных (VLF=1684,7 мс^2) показателей вариабельности ритма сердца большинство игроков команды обладают III типом вегетативной регуляции (нормоваготония), а в некоторых обследованиях отмечено смещение регуляции в сторону I и IV типов, что закономерно связано с особенностями тренировочного и соревновательного процессов.

2. Уровень вегетативной реакции у хоккеистов протекает по нормальному типу. Показано, что переход из клиностаза в ортостаз сопровождается усилением активности центрального контура регуляции сердечным ритмом. Последующий перевод в клиностаз снижает напряженность центрального механизма и усиливает трофотропное влияние парасимпатического отдела на сердечный ритм.

3. Выявлены суточные различия по выраженности вегетативной реакции. Не установлено достоверной зависимости между объемом физической нагрузки и градиентом сдвига показателей вегетативной реакции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физическая подготовка в хоккее с мячом: Учебно-методическое пособие / О. З. Зиганшин, К. Н. Костин, Е. Е. Лукьянченко, П. Д. Попов. – Хабаровск: ДВГАФК, 2022. – 131 с.
2. Показатели физической работоспособности спортсменов, специализирующихся в хоккее с мячом / Мавлиев Ф. А., Назаренко А. С., Ахатов А. М. [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 7 (149). – С. 139-142.
3. Жомин, К. М. Построение эффективной модели спортивной подготовки в хоккее с мячом / К. М. Жомин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 11 (201). – С. 141-145.
4. Апокин, В. В. Биоритмологический анализ состояний неспецифической адаптоспособности организма спортсменов пловцов высокой квалификации при длительных перелётах с востока на запад / В. В. Апокин, А. А. Повзун, В. А. Григорьев // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 9. – С. 83-86.
5. Смоленский, А. В. К вопросу о перенапряжении сердечно-сосудистой системы у спортсменов / А. В. Смоленский, А. В. Михайлова, О. И. Беличенко // Терапевт. – 2019. – № 3. – С. 32-39.
6. Нарушения ритма сердца как проявление патологического спортивного сердца на разных этапах спортивной подготовки / Е. А. Гаврилова, О. А. Чурганов, Е. В. Брынцева, О. С. Ларинцева // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1 (18). – С. 79-84.
7. Screening professional athletes for cardiovascular diseases at risk of cardiac arrest / D. Corrado, A. Pelliccia, C. Basso, A. Zorzi // European Heart Journal. – 2022. – № 43(4). – P. 251-254.
8. Ландырь, А. П. Электрокардиограмма спортсмена / А. П. Ландырь, Е. Е. Ачкасов. – М.: Спорт, 2019. – 320 с.
9. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы определения у спортсменов в тренировочном процессе / Н. И. Шлык. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2022. – 93 с.
10. Оперативный контроль функционального состояния высококвалифицированных пловцов на основе анализа показателей вариабельности сердечного ритма / Д. А. Панков, Д. Н. Черногоров, Н. В. Дубиков, П. Л. Капралова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12 (202). – С. 272-278.
11. Особенности вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостазе у легкоатлетов в соревновательном мезоцикле / Калоша А. И., Рудин М. В., Пешкова Н. В. [и др.] // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 3 (67). – С. 133-135.
12. Особенности вегетативной реактивности у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / К. К. Марков, О. А. Иванова, В. Л. Сивохов, Е. Л. Сивохова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-19. – С. 4304-4308.

13.Шлык, Н. И. Брадикардия и вариабельность сердечного ритма у спортсменов / Н. И. Шлык, Е. А. Гаврилова // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № S1. – С. 59-69.
14.Особенности вегетативного статуса спортсменов с нарушением процессов реполяризации миокарда / А. В. Смоленский, А. В. Михайлова, А. В. Тарасов, А. Б. Мирошников // Спортивно-педагогическое образование. – 2021. – № 2. – С. 75-83.
15.Калабин, О. В. Индивидуальный подход в определении функциональной готовности организма методом анализа вариабельности ритма сердца для коррекции силовой подготовки в волейболе / О. В. Калабин, М. М. Михайлов // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 1 (22). – С. 55-65.
16.Swimming as a way to correct vegetative disorders in students / Bocharin I., Guryanov M., Martusevich A. [et al] // Journal of Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23. – № 2. – P. 385-390.
17.Cipryan, L. Individual Training in Team Sports Based on Autonomic Nervous System Activity Assessments / L. Cipryan, P. Stejskal // Medicina Sportiva. – 2010. – № 14. – P. 56-62.
18.Change in Performance in Response to Training Load Adjustment Based on Autonomic Activity / Botek M., McKune A., Krejci J. [et al] // International Journal of Sports Medicine. – 2014. – № 35 (06). – P. 482-488.
19.The Relationship between Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability before and after Exercise Training / Cilhoroz B. T., Zaleski A., Taylor B. [et al] // Journal of Cardiovascular Development and Disease. – 2023. – № 10. – P. 64-78.
20.Голубева, Е. К. Периферическая гемодинамика и вариабельность сердечного ритма при постуральных изменениях у студенток / Е. К. Голубева, Д.А. Скорлупкин, А. А. Булынина // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 2. – С. 51-58.
21.Агаджанян, Н. А. Биоритмы, среда обитания, здоровье / Н. А. Агаджанян, И. В. Радыш. – М.: РУДН, 2013. – 362 с.
22.Корягина Ю. В. Биологические ритмы и адаптация к мышечной деятельности лыжников: монография / Ю. В. Корягина, Ю. П. Салова. – Омск: СибГУФК, 2013. – 148 с.
23.Оптимизация процесса адаптации студентов в вузе средствами физической культуры, основываясь на знаниях хронобиологии (наука о циркадных ритмах) / Плотникова С. С., Ковшура Т. Е., Ковшура Е. О. [и др.] // Культура физическая и здоровье. – 2019. – № 3 (71). – С. 44-48.

REFERENCES

1. Ziganshin O.Z., Kostin K.N., Lukyanchenko E.E., Popov P.D. Physical training in bandy: Educational manual. Khabarovsk: FESAPC, 2022. 131 p. (in Russ.)
2. Mavliev F.A., Nazarenko A.S., Akhatov A.M., Konovalov I.E., Zotova F.R. Indicators of physical efficiency of sportsmen specialized in hockey with a ball. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2017, no. 7(149), pp. 139-142. (in Russ.)
3. Zhomin K.M. Construction an effective sports training model in ball hockey (bandy). *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 11(201), pp. 141-145. (in Russ.)
4. Apokin V.V., Povzun A.A., Grigor'ev V.A. Biorhythmological analysis of the states of nonspecific adaptability of the body of elite swimmers during long flights from east to west. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2012, no. 9, pp. 83-86. (in Russ.)
5. Smolenskij A.V., Mikhajlova A.V., Belichenko O.I. The issue of overexertion of the cardiovascular system in athletes. *Therapist*, 2019, no. 3. pp. 32-39. (in Russ.)
6. Gavrilova E.A., Churganov O.A., Bryntseva E.V., Larintseva O.S. Heart rhythm disorders as a manifestation of the pathological athletic heart at different stages of sports training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6. no. 1(18). pp. 79-84. (in Russ.)
7. Corrado D., Pelliccia A., Basso C., Zorzi A. Screening professional athletes for cardiovascular diseases at risk of cardiac arrest. *European Heart Journal*, no. 43(4), 2022, pp. 251-254.
8. Landyr' A.P., Achkasov E.E. Electrocardiogram of an athlete. Moscow: Sport, 2019. 320 p. (in Russ.)
9. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods of determination in athletes during the training process. Izhevsk: Udmurt University Publishing Center, 2022. 93 p. (in Russ.)
10. Pankov D.A., Chernogorov D.N., Dubikov N.V., Kapralova P.L. Operational control of the functional state of highly qualified swimmers based on the analysis of indicators of heart rate variability. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 12(202), pp. 272-278. (in Russ.)
11. Kalosha A.I., Rudin M.V., Peshkova N.V., Gurova E.S., Litvin F.B. Features of heart rate variability at rest and during orthostasis in track-and-

field athletes in the competitive mesocycle. *Physical culture and health*, 2018, no. 3(67). pp. 133-135. (in Russ.)
12. Markov K.K., Ivanova O.A., Sivokhov V.L., Sivokhova E.L. Features of vegetative reactance at sportsmen with a different orientation of training process. *Fundamental Research*, 2015, no. 2-19, pp. 4304-4308. (in Russ.)
13. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Bradycardia and heart rate variability in athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. S1, pp. 59-69. (in Russ.)
14. Smolenskij A.V., Mikhajlova A.V., Tarasov A.V., Miroshnikov A.B. Features of the vegetative status of athletes with impaired myocardial repolarization processes. *Sports and pedagogical education*, 2021, no. 2, pp. 75-83. (in Russ.)
15. Kalabin O.V., Mikhajlov M.M. Individual approach to identifying the functional fitness of the body by the heart rate variability analysis for correction of strength training in volleyball. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 1(22), pp. 55-65. (in Russ.)
16. Bocharin I., Guryanov M., Martusevich A., Kolokoltsev M., Bolotin A., Limarenko A., Torchinsky N., Mungalov A., Aganov S. Swimming as a way to correct vegetative disorders in students. *Journal of Physical Education and Sport*, 2023, vol. 23, no. 2, pp. 385-390.
17. Cipryan L., Stejskal P. Individual Training in Team Sports Based on Autonomic Nervous System Activity Assessments. *Medicina Sportiva*, 2010, no. 14, pp. 56-62.
18. Botek M., McKune A., Krejci J., Stejskal P., Gaba A. Change in Performance in Response to Training Load Adjustment Based on Autonomic Activity. *International Journal of Sports Medicine*, 2014, no. 35(06), pp. 482-488.
19. Cilhoroz B.T., Zaleski A., Taylor B., Fernandez A.B., Santos L.P., Vonk T., Thompson P.D., Pescatello L.S. The Relationship between Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability before and after Exercise Training. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 2023, no. 10, pp. 64-78.
20. Golubeva E.K., Skorlupkin D.A., Bulynina A.A. Peripheral hemodynamics and heart rate variability in postural changes in female students. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 2. pp. 51-58. (in Russ.)
21. Agadzhanyan N.A., Radysh I.V. Biorhythms, habitat, health. Moscow: RUDN, 2013, 362 p. (in Russ.)
22. Koryagina Yu.V., Salova Yu.P. Biological rhythms and adaptation to the muscular activity of skiers: a monograph. Omsk: SibGUFK, 2013, 148 p. (in Russ.)
23. Plotnikova S.S., Kovshura T.E., Kovshura E.O., Semenchuk T.A., Plotnikova A.V. Optimization of the adaptation process of students at a university using physical culture, based on the knowledge of chronobiology (the science of circadian rhythms). *Physical culture and health*, 2019, no. 3 (71), pp. 44-48. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Олег Владимирович Калабин – кандидат биологических наук, доцент кафедры физвоспитания, Вятский государственный университет, Киров, e-mail: kalabinoleg@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5383-5007.
Федор Борисович Литвин – доктор биологических наук, профессор кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, e-mail: bf-litvin@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2281-8757.
Артём Николаевич Катаев – мастер спорта России по хоккею с мячом, аспирант, Кузбасский государственный аграрный университет, Кемерово, e-mail: tema1998k@yandex.ru, ORCID: 0009-0007-4442-7881.
Олег Андрианович Пивоваров – мастер спорта России по хоккею с мячом, капитан команды «Родина», студент, Вятский государственный университет, Киров.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Oleg V. Kalabin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Vyatka State University, Kirov, e-mail: kalabinoleg@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5383-5007.
Fedor B. Litvin – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, e-mail: bf-litvin@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2281-8757.

Artyom N. Kataev – Master of Sports of Russia in bandy, Post-Graduate Student, Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, e-mail: tema1998k@yandex.ru, ORCID: 0009-0007-4442-7881.
Oleg A. Pivovarov – Master of Sports of Russia in bandy, Captain of the "Rodina" team, Student, Vyatka State University, Kirov.

Для цитирования: Вегетативная реакция на ортоклиностатическую пробу профессиональных игроков в хоккей с мячом / О. В. Калабин, Ф. Б. Литвин, А. Н. Катаев, О. А. Пивоваров // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_8

For citation: Kalabin O.V., Litvin F.B., Kataev A.N., Pivovarov O.A. Autonomic response to orthoclinostatic test in professional bandy players. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_8