

Биоритмологическая характеристика изменения адаптационных возможностей организма пловцов высокой квалификации при длительных перелетах с востока на запад

Виталий Апокин¹, Александр Повзун²

АННОТАЦИЯ

Цель. Оценить изменения функциональных и адаптивных способностей организма высококвалифицированных пловцов после смен часового пояса на основе анализа циркадианных ритмов показателей сердечно-сосудистой системы.

Методы. Анализ специальной литературы, педагогическое наблюдение, функциональные исследования сердечно-сосудистой системы.

Результаты. Показано, что сдвиг поясного времени при смене климато-часового пояса является значимой нагрузкой, и в ответ на этот сдвиг в организме происходят согласованные и срочные перестройки биологических ритмов, которые следует учитывать при организации режима спортсменов. Установлено, что в условиях мобилизации оперативных и стратегических резервов на этапах срочной и долговременной адаптации реакция системы кровообращения спортсменов высокой квалификации дает объективное представление о функциональном состоянии организма в целом.

Заключение. У большинства спортсменов адаптационные возможности в течение короткого времени способствуют нормализации негативных функциональных перестроек в организме при длительных перелетах с востока на запад.

Ключевые слова: биологический ритм, хронобиологический анализ, адаптационные возможности организма, неспецифическая адаптоспособность, сердечно-сосудистая система.

ABSTRACT

Objective. To estimate changes of functional and adaptation capacities of highly skilled swimmers after time zone alterations on the basis of analysis of circadian rhythms of cardiovascular system indices.

Methods. Analysis of special literature, pedagogical observation, cardiovascular system functional studies.

Results. It has been demonstrated that zone time shift during alteration of climate and time zones represents significant load, inducing coordinated and acute adaptations of body biological rhythms, which should be taken into account. It has been revealed that under conditions of operative and strategic reserve mobilization at the stages of acute and long-term adaptation, the response of circulatory system of top level athletes provides quite objective information about the body functional state on the whole.

Conclusion. In the majority of athletes adaptation capacities within short time period contribute to normalization of a negative functional reorganizations in the body during prolonged east to west travels.

Keywords: biological rhythm, chronobiological analysis, body adaptation capacities, nonspecific adaptability, cardiovascular system.

Постановка проблемы. На современном этапе развития спорта высших достижений создание научно обоснованной системы тренировки и организации соревновательной деятельности становится невозможным без познания закономерностей ритмов биологических процессов. Обеспечение высокого уровня работоспособности, поддержание функциональной готовности и уровня физической подготовки спортсменов при трансмеридианных перелетах представляется важной проблемой для всех специалистов, так или иначе отвечающих за спортивный результат.

Структура и динамика биоритмов достаточно четко отражают и текущее функциональное состояние организма, и индивидуально-типологические особенности регуляторных процессов на разных стадиях его адаптации к воздействующим факторам. Информативность биоритмов увеличивается в условиях естественных и диагностических нагрузок, что крайне важно именно для спорта [8]. Кроме того, оценка адаптоспособности (неспецифической адаптивности) по критериям, выработанным на основе изучения структуры биологических ритмов [15], может стать основой и для долгосрочного прогноза, что позволяет оценить не только текущее состояние организма, но и видеть его перспективу.

Характеризуя особенности сезонного изменения биологических ритмов основных физиологических показателей организма представителей разных видов спорта [22, 23] и перестройку этих ритмов при длительных трансвременных перелетах [2, 4, 17–20, 25], исследователи постоянно говорят о необходимости контроля за ними, поскольку они в полной мере отражают состояние адаптационных возможностей организма, уровень которых крайне важен и для обеспечения спортивного результата, и для его роста. Именно дальние широтные перелеты, вызывая быстрый и резкий сдвиг всех фаз геофизических и социальных синхронизаторов по отношению к фазам биоритмов организма, существенно изменяют процессы взаимо-

действия человека с окружающей средой [7]. Сохранение высокой работоспособности, поддержание функциональной готовности и уровня спортивной формы спортсменов при таких перелетах является важной задачей для врачей и тренеров сборных команд, поэтому проблема временной адаптации остается актуальной в спорте [9].

Необходимость приспособления к изменяющимся условиям внешней среды требует определенного напряжения регуляторных механизмов, ведущее место среди которых занимают неспецифические реакции. Неспецифическая адаптоспособность отражает направленность процесса – изменение сопротивляемости организма к определенному фактору в разные периоды. Очень важно учитывать эту направленность, так как хроноадаптационный симптомокомплекс раскрывается в разной степени: от слабых проявлений, мало влияющих на функциональное состояние организма спортсмена, до выраженных – со снижением физической и умственной работоспособности. Более того, в процессе этого взаимодействия могут быть реализованы патогенетические механизмы повреждающего воздействия [16]. Потому в спорте высших достижений необходимость такого учета трудно переоценить.

Преимущества изучения регуляторных возможностей системы кровообращения как системы, ответственной за адаптацию организма к большому числу разнообразных факторов, очевидны, поскольку в условиях мобилизации оперативных и стратегических резервов на этапах срочной и долговременной адаптации реакции именно кардиоваскулярной системы отражают наиболее наглядные и типичные примеры приспособления организма к новым условиям среды [11].

Цель исследования – на основании анализа циркадианных ритмов показателей сердечно-сосудистой системы оценить изменение функциональных и адаптационных, в том числе и неспецифических, возможностей организма спортсменов, специали-

зирующихся в плавании, после длительных перелетов.

Организация и методы исследования. В исследовании, посвященном изучению физиологических показателей при смене циркадианных ритмов и проведенном в подготовительном периоде годичного цикла подготовки, приняли участие 16 пловцов высокой квалификации, в том числе девять – мастера спорта (МС), семь – мастера спорта международного класса (МСМК) – все мужчины, средний возраст – $21,5 \pm 1,84$ года.

Измерения проводили накануне вылета, в течение всего времени пребывания в новой климато-часовой зоне и по возвращении домой. Для характеристики неспецифической адаптоспособности изучаемые показатели оценивали сериями по три дня: накануне вылета на тренировочные сборы, сразу после пересечения четырех часовых поясов в западном направлении и прибытии на спортивную базу, на второй неделе и непосредственно перед возвращением (после трехнедельного пребывания вне географического региона и основного часового пояса) и в течение трех дней по возвращении домой.

Показатели снимали с хронобиологических позиций четыре раза в сутки: в 8, 12, 16 и 20 часов. В ходе исследования контролировали температуру тела (t , $^{\circ}\text{C}$), частоту сердечных сокращений (ЧСС, $\text{уд} \cdot \text{мин}^{-1}$), артериальное систолическое ($\text{АД}_{\text{сис.ст}}$, мм.рт.ст) и диастолическое давление ($\text{АД}_{\text{диаст.ст}}$, мм.рт.ст). Из эмпирически полученных данных рассчитывали следующие показатели: ПД – пульсовое давление ($\text{ПД} = \text{АД}_{\text{сис.ст}} - \text{АД}_{\text{диаст.ст}}$, мм.рт.ст), СДД – среднее динамическое давление ($\text{СДД} = 0,42 (\text{АД}_{\text{сис.ст}} - \text{АД}_{\text{диаст.ст}}) + \text{АД}_{\text{диаст.ст}}$, мм.рт.ст), СО – систолический объем сердца ($\text{СО} = 100 + 0,5 (\text{АД}_{\text{сис.ст}} - \text{АД}_{\text{диаст.ст}}) - 0,6 \text{АД}_{\text{диаст.ст}}$, – $0,6\text{В}$ (мл), где В – возраст), МО – минутный объем сердца ($\text{МО} = \text{СО} \cdot \text{ЧСС}$, мл·мин $^{-1}$). Были оценены среднесуточная величина (мезор) и амплитуда ритма, время наибольшего значения (акрофаза) и размах колебаний (хронодезм). Полученные данные оценивали с применением традиционной и описательной статистики на основе общепринятых в хронобиологии критериев [1, 15].

Для расчета биоритмологических критериев неспецифической адаптоспособности, позволяющих сделать долговременный прогноз состояния организма [15], строили среднесуточные кривые изменения акрофаз

исследуемых показателей, а затем анализировали их за каждые три дня исследования поочередно, рассчитывая следующие показатели:

- критерий оценки степени организованности единичной суточной кривой (КО), отражающий степень выраженности структуры ритма, который оценивается в баллах (1 – прямая; 2 – один изгиб; 3 – полуволна; 4 – $\frac{3}{4}$ волны; 5 – полная волна);

- критерий степени постоянства структуры кривой в последовательных исследованиях (КП), выражающийся дробью, где числитель – число совпадений характера изменения значений, знаменатель при четырех измерениях равен 9, так как первое измерение является нулевой точкой отсчета, и происходит сравнение направления трех изменений значения первой кривой со второй и третьей, а затем второй и третьей;

- критерий вариабельности (КВ), вычисляемый как отношение разности максимального и минимального значений ряда наблюдений к их среднему, оцениваемый в баллах (2 – слабый размах, составляющий менее 20 % среднего, 3 – умеренный размах, 20–25 % среднего, 4 – хороший размах, 25–30 % среднего, 5 – крайний размах, более 30 % среднего).

Оценку функционального состояния с помощью описанных критериев проводили путем использования значений, соответствующих КО, КП и КВ. При хорошем уровне адаптации КО варьировал в пределах 3,2–4,0, КП – 7/9–9/9, КВ колебался в пределах 3–4.

Результаты исследования и их обсуждение. Изменение основных параметров ритма физиологических показателей сердечно-сосудистой системы представлено в таблице 1.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что существенных изменений, а тем более нарушений структуры ритма и снижения показателей, его характеризующих, нами не выявлено. Это не означает, что организм спортсменов не испытывает никаких нагрузок, но запаса его функциональных возможностей вполне достаточно для того, чтобы успешно с ними справляться. Наличие его подтверждается почти полной неизменностью мезоров и хронодезмов практически всех исследуемых показателей гемодинамики. Тем не менее такие срочные перестройки имеют некоторые особенности, и при детальном рассмотрении

мы можем отметить, что на протяжении всего времени пребывания имеется, хоть и слабая, тенденция к снижению среднесуточных величин и размахов показателей, характеризующих работу сердца (ЧСС, СО, МО), а, следовательно, не происходит активация системы и мобилизация центральных звеньев управления [7]. Следует отметить, что снижение среднесуточных показателей давления не наблюдается вовсе, а в первые дни после перелета они даже возрастают и обеспечение потребностей гемодинамики в этот период обеспечивается сосудистым руслом. С учетом уровня тренированности исследуемой группы такая реакция в целом может оказаться даже более предпочтительной.

Снижение среднесуточных величин, которые позволяют судить о состоянии функциональных возможностей и обеспечивают, по-видимому, экономизацию ресурсов, происходящее одновременно с ростом амплитуд, отражающих напряжение адаптационных возможностей, скорее всего, говорит о срочных перестройках ритма, которые в данной ситуации неизбежны. Практически неизменная величина размахов только подтверждает этот вывод.

Исследования адаптационных возможностей организма свидетельствуют, что среди всех параметров биоритма для их оценки наибольшее значение отводится амплитуде циркадианного ритма. Наши показатели амплитуд циркадианного ритма для большинства данных практически лишь уменьшались. Это обстоятельство можно рассматривать как одно из проявлений снижения резерва адаптационных возможностей, поскольку высокая амплитуда (конечно, до определенных индивидуальных пределов) обеспечивает большую подвижность ритмов и обуславливает быстрое приспособление циркадианной системы к физическим и социальным факторам окружающей среды. Возможно, именно амплитудная характеристика околосуточных ритмов играет существенную роль в формировании определенного уровня адаптивности и константности, т.е. тех качеств циркадианной системы, которые характеризуют «биоритмологический статус организма». Мы не можем сказать, что он в обследуемой нами группе спортсменов оказался низким, поскольку снижение величин амплитуд, как и снижение величин мезоров, невелико. Тем не менее оно имеет место, и если о снижении адаптационных возможностей разговор пока не идет, то об их напряжении говорить

ТАБЛИЦА 1 – Изменение основных параметров ритма физиологических показателей сердечно-сосудистой системы у пловцов после перелета и в условиях длительного пребывания вне их географического региона и основного часового пояса

Показатель	Характеристика циркадианного ритма, день						
	Изменение циркадианной организации среднесуточных величин (мезоров)						
	дома	1-й	3-й	7-й	14-й	21-й	дома
ЧСС	68,8 ± 2,21	68,6 ± 2,13	69,5 ± 1,70	67,4 ± 2,54	66,1 ± 2,01	66,1 ± 1,92	67,7 ± 1,64
СО	52,4 ± 1,21	52,38 ± 1,33	52,34 ± 1,47	54,83 ± 1,18	52,66 ± 1,44	53,89 ± 1,43	51,55 ± 1,51
МО	3,68 ± 0,76	3,58 ± 0,84	3,68 ± 0,88	3,58 ± 0,93	3,49 ± 0,97	3,56 ± 0,69	3,48 ± 0,71
АД _{сист.}	124,0 ± 2,07	125,2 ± 2,22	126,4 ± 2,19	123,6 ± 1,91	127,3 ± 2,08	127,1 ± 2,10	126,6 ± 2,03
АД _{диаст.}	80,0 ± 2,0	81,50 ± 2,11	82,08 ± 1,86	78,58 ± 1,77	82,17 ± 2,06	80,96 ± 1,91	82,88 ± 2,04
ПД	44,0 ± 2,11	43,75 ± 2,02	44,38 ± 1,97	45,17 ± 1,93	45,13 ± 2,30	46,13 ± 1,83	43,75 ± 2,13
СДД	98,5 ± 2,01	99,8 ± 1,90	100,7 ± 1,89	97,5 ± 2,02	101,1 ± 1,92	100,3 ± 1,99	101,2 ± 1,92
t, С°	36,45 ± 0,03	36,41 ± 0,04	36,46 ± 0,04	36,48 ± 0,03	36,42 ± 0,05	36,52 ± 0,04	36,54 ± 0,05
Изменение циркадианной организации амплитуд							
ЧСС	7,71 ± 1,41	7,88 ± 1,53	8,68 ± 1,03	7,56 ± 1,77	6,44 ± 1,67	6,28 ± 2,13	7,53 ± 1,54
СО	6,92 ± 1,31	5,93 ± 1,44	5,63 ± 1,43	6,53 ± 1,92	5,6 ± 1,41	5,14 ± 1,47	7,87 ± 2,04
МО	0,8 ± 0,10	0,43 ± 0,14	0,61 ± 0,14	0,54 ± 0,16	0,53 ± 0,11	0,58 ± 0,12	0,48 ± 0,14
АД _{сист.}	8,67 ± 1,14	6,3 ± 2,01	5,53 ± 1,44	6,08 ± 1,94	9,14 ± 2,22	7,27 ± 1,88	7,37 ± 1,92
АД _{диаст.}	5,67 ± 1,91	4,0 ± 0,92	6,35 ± 1,98	7,28 ± 1,82	7,78 ± 2,02	6,17 ± 1,91	5,71 ± 2,12
ПД	9,67 ± 1,72	5,33 ± 1,72	4,92 ± 1,04	4,89 ± 1,99	7,78 ± 2,19	4,29 ± 1,22	6,83 ± 1,99
СДД	4,83 ± 1,27	4,97 ± 1,23	5,37 ± 1,57	5,65 ± 1,72	7,76 ± 1,92	6,41 ± 1,81	4,27 ± 1,91
t, С°	0,34	0,24	0,3	0,2	0,28	0,17	0,19
Изменение циркадианной организации акрофаз							
ЧСС	16,00	20,00	12,00	16,00	16,00	20,00	16,00
СО	16,00	8,00	20,00	16,00	16,00	8,00	8,00
МО	16,00	20,00	16,00	16,00	20,00	20,00	16,00
АД _{сист.}	16,00	16,00	16,00	12,00	8,00	12,00	20,00
АД _{диаст.}	12,00	16,00	8,00	12,00	8,00	20,00	20,00
ПД	16,00	8,00	16,00	16,00	16,00	20,00	8,00
СДД	16,00	16,00	16,00	12,00	8,00	12,00	16,00
t, С°	20,00	20,00	20,00	12,00	16,00	20,00	16,00
Изменение циркадианной организации размаха колебаний (хронодезмов)							
ЧСС	60,8–76,5	57,8–76,5	60,7–76,2	59,7–73,2	58,3–72,1	59,3–72,0	60,1–75,0
СО	47,0–60,3	48,7–56,08	47,2–57,6	49,7–60,2	50,4–55,5	50,5–57,3	46,8–57,3
МО	3,08–4,48	3,11–4,02	3,05–4,13	3,14–04,20	3,01–3,89	3,17–3,98	3,04–3,92
АД _{сист.}	117,5–130,7	119,2–129,8	119,3–131,5	118,0–129,8	122,0–134,7	123,0–131,3	121,8–130,8
АД _{диаст.}	75,2–85,7	78,2–85,0	75,2–88,3	71,8–84,7	78,3–86,2	78,3–84,5	78,3–87,7
ПД	36,7–53,3	38,8–48,8	40,0–48,5	41,7–48,3	41,5–49,3	41,7–49,7	39,0–50,3
СДД	94,5–102,1	96,2–103,4	94,0–106,1	91,3–103,1	96,9–106,3	97,5–103,1	97,4–15,1
t, С°	36,22–36,7	36,2–36,62	36,17–36,7	36,2–36,68	36,02–36,7	36,3–36,7	36,3–36,8

стоит. Отметим, что это напряжение имеет несколько специфический характер – на общем фоне амплитуды среднего динамического и диастолического давлений заметно растут, следовательно, при наличии нагрузок потребности кровообращения будут компенсироваться преимущественно за счет сосудистой системы, а не самого сердца. Ту же картину мы наблюдали при анализе среднесуточных величин и размахов, так что это говорит скорее не о снижении адаптационных возмож-

ностей, а о системном регуляторном смещении гемодинамической нагрузки в сторону сосудистого русла. Подтверждением такого смещения является изменение вегетативного индекса Кердо, величина которого и до перелета отражает преобладание парасимпатической активности, а после, хотя и незначительно, но еще больше смещается в сторону парасимпатикотонии.

Такая вегетативная реакция является одним из основных тренировочных эффектов у

высококвалифицированных спортсменов, она – результат многолетних занятий спортом и, с нашей точки зрения, организм таким образом естественным путем «минимизирует» энерготраты, снижая эрготропные и усиливая трофотропные влияния вегетативной нервной системы [14]. В результате показатели, характеризующие функциональное состояние миокарда, а, следовательно, и нагрузка на него, снижаются, а показатели артериального давления, особенно диа-

столического – возрастают. В связи с этим можно предположить, что либо нагрузка, которую испытывает организм спортсменов при смене часового пояса, не столь значительна, либо возможностей активировать функциональные и адаптационные резервы у организма недостаточно. Последнее маловероятно, поскольку не происходит значимого ухудшения ни функционального, ни адаптационного состояния организма. Тем не менее, снижение амплитуд МО и ПД, отражающих в конечном итоге функциональное состояние гемодинамики, говорит о том, что для повышения спортивного результата и снижения его «физиологической цены» влияние и последствия трансвременных нагрузок следует учитывать очень тщательно.

Смещение акрофаз максимума ритма в обследуемой группе спортсменов, несмотря на наличие достаточно выраженной исходной закономерности конфигураций изучаемых функций, происходило непосредственно сразу после перелета и полностью уже не восстанавливалось. Известно, что общий адаптационный синдром проявляется и в инверсии циркадианных ритмов ведущих функций организма [13], поэтому можно утверждать, что на протяжении первой недели после перелета сохраняются стрессовое воздействие и десинхроноз, и последствия их могут сказываться достаточно долго.

К сожалению, десинхроноз, во всяком случае «острый», – непреодолимое нарушение при перелете и избежать его не представляется возможным, но следует учитывать, насколько глубоко регуляторные перестройки и насколько связаны они именно с перелетом. В этой связи необходимо помнить, что, во-первых, согласно воззрениям Б. С. Акляринского [1], положение фазы любого ритма организма отнюдь не строго привязано к определенной точке оси астрономического времени, поэтому имеются все основания говорить о феномене «блуждания» или «плавания» фазы суточного ритма в пределах некоторой зоны. Высокое постоянство положения акрофаз суточных ритмов на оси времени или узость зон блуждания максимума и минимума накладывают только определенный отпечаток на скорость перестройки суточных ритмов.

Как мы уже видели, основную нагрузку по обеспечению гемодинамики несет именно сосудистая система, поэтому колебания ее ритма могут быть связаны не только с трансвременными перестройками, но

и с режимом тренировочного или соревновательного процесса в условиях нового временного пояса. В этой связи можно отметить, что после двухнедельного пребывания в новой климато-часовой зоне в структуре ритма появляются тенденции к его восстановлению. Более того, в структуре нетренируемых, а, значит, не зависящих от физических нагрузок показателей (t тела, СДД, ПСС), нарушения циркадианного ритма минимальны.

Во-вторых, необходимо учитывать, что наибольшей устойчивостью на суточных кривых отличаются «точки минимума», или минимальные акрофазы, и что многие функции под влиянием различных воздействий могут более или менее значительно различаться по своим акрофазам [1]. Как показал проведенный анализ результатов нашего исследования, минимальные акрофазы оказались более стабильными, вероятно, потому, что в меньшей степени подвержены влиянию физических нагрузок и отражают более естественную, «фоновую» картину ритма, а, значит, и более объективно – последствия именно перелета. С этой точки зрения структура ритма выглядит более спокойной, несмотря на то что и минимальная, и максимальная акрофазы имеют тенденцию к увеличению своих значений на временной суточной оси. И хотя эта тенденция не достигает статистически значимых величин, она свидетельствует о сглаживании суточной кривой, т.е. о снижении выраженности колебаний самого ритма.

Результаты исследования дают возможность сделать вывод о том, что в организме происходят существенные и срочные перестройки, однако такой анализ ритма позволяет судить только о текущем состоянии адаптационных возможностей организма и не позволяет однозначно ответить на вопрос, может ли перевод стрелок при перелете с востока на запад стать причиной десинхроноза, а, значит, служить основой долгосрочного прогноза. Мерой непосредственной адаптации и основой для такого прогноза могут служить критерии неспецифической адаптоспособности, выработанные на основе анализа структуры околосуточных биологических ритмов [15]. Результат расчета коэффициентов неспецифической адаптоспособности приведен в таблице 2.

Как и в первом случае (см. табл. 1), анализ коэффициентов показывает, что одним из наиболее отчетливых проявлений вре-

менной адаптации при перелетах с востока на запад является сдвиг суточных кривых вегетативных функций по отношению ко времени суток и друг к другу, так как скорость их синхронизации с новым временем разная, и происходит рассогласование между датчиками времени и суточными ритмами организма. У спортсменов, по данным Ф. А. Иорданской, интенсивные физические нагрузки сами по себе могут являться причиной десинхроноза [10], что подтверждают и результаты, полученные нами при изучении сезонных изменений ритмов [23]. А при перелете через несколько часовых поясов, особенно с востока на запад, такая ситуация может только усугубиться, тем более, что даже высококвалифицированные представители циклических видов спорта, тренирующие качество выносливости, адаптируются медленнее спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах [2, 4, 17, 25]. Следует отметить, что у юниоров, чей спортивный стаж, как и уровень спортивного мастерства, пока еще невелики, изменений в структуре ритма при трехчасовом смещении поясного времени мы не увидели вообще [24], что еще раз подтверждает как необходимость учета интенсивности физических нагрузок в тренировочном процессе, так и роль биоритмов как критерия оценки его эффективности.

В нашем исследовании прямым подтверждением наличия проблем с организацией ритма является уменьшение величины критерия постоянства структуры кривой – КП. Этот показатель характеризует постоянство структуры ритма, пусть даже и не очень выраженного, т.е. отражает повторяемость рисунка суточной кривой в течение определенного времени. Смещение акрофаз может говорить о внутренних перестройках ритма, но повторяемость структуры свидетельствует о его сохранности, во всяком случае, его синхронизации, и об относительно удовлетворительном состоянии адаптационных возможностей организма. Несмотря на то что накануне перелета в зоне, отражающей отличное состояние постоянства структуры ритма, находятся все исследуемые показатели гемодинамики, к концу первой недели после перелета с востока на запад они практически оказываются ниже удовлетворительной отметки.

Такая ситуация не оставляет сомнений ни в факте развития десинхроноза, ни в изменении состояния адаптационных возможностей организма спортсменов. Тот факт,

ТАБЛИЦА 2 – Изменение величины критериев неспецифической адаптоспособности основных физиологических показателей сердечно-сосудистой системы у пловцов после перелета и в условиях длительного пребывания вне их географического региона и основного часового пояса

Показатель	Сроки исследования				
	1–3-й день до перелета	1–3-й день пребывания	10–12-й день пребывания	19–21-й день пребывания	1–3-й день дома
	Критерий оценки степени организованности единичной суточной кривой				
ЧСС	3,00	3,33	2,33	2,66	2,33
СО	3,33	3,33	3,33	3,66	2,00
МО	3,00	3,00	2,00	2,00	3,33
АД _{сист.}	4,00	3,33	4,0	3,0	2,66
АД _{диаст.}	4,0	3,33	3,33	4,0	2,33
ПД	3,33	3,0	3,0	3,33	3,0
СДД	2,66	3,66	4,0	4,0	2,33
Критерий степени постоянства структуры кривой					
ЧСС	7/9	5/9	6/9	7/9	9/9
СО	7/9	3/9	5/9	5/9	7/9
МО	9/9	5/9	6/9	5/9	5/9
АД _{сист.}	9/9	3/9	3/9	5/9	5/9
АД _{диаст.}	9/9	7/9	3/9	3/9	7/9
ПД	7/9	7/9	3/9	5/9	3/9
СДД	9/9	5/9	3/9	3/9	7/9
Критерий вариабельности ритма, %					
ЧСС	24–3	25–4	22–3	20–3	24–3
СО	22–3	17–2	15–2	13–2	20–3
МОК	35–5	30–5	28–4	26–4	27–4
АДС	9,6–2	9,7–2	9,7–2	8,7–2	9,5–2
АДД	11–2	13–2	13–2	10–2	14–2
ПД	34–5	21–3	16–2	20–3	21–3
СДД	6–2	11–2	11–2	8–2	11–2

что после возвращения домой, в привычный климато-часовой пояс, наблюдается тенденция к быстрому восстановлению исходного состояния ритма, позволяет надеяться, что «острый» внешний десинхронизм, который, несомненно, имеет место, не приводит к системным нарушениям ритма и, во-первых, не сказывается критично на снижении запаса адаптационных возможностей организма спортсменов, а, во-вторых, его негативные последствия могут быть существенно снижены при грамотном распределении физических и психоэмоциональных нагрузок и в течение всего времени пребывания в иной климато-часовой зоне и, особенно, в первые дни после перелета, в фазу так называемого «острого» десинхронизма. В противном случае физиологическая цена за спортивный успех может оказаться слишком высокой.

Наличие адаптационного запаса подтверждается состоянием критерия степени

организованности единичной суточной кривой – КО, снижение которого хоть и происходит, но все же не столь критично как КП. Кроме того, оно имеет специфический характер. Высокими сохраняются величины КО для систолического объема крови, и это указывает, что система кровообращения вполне справляется с предъявляемыми нагрузками. Однако низкие величины МО – базового гемодинамического показателя, характеризующего функциональное состояние системы кровообращения, свидетельствуют о том, что этот резерв практически не используется и причина – низкие показатели ЧСС.

Проведенный анализ показателей ритма только подтверждает полученный нами результат и говорит о смещении нагрузки с сердца в сторону сосудистого русла. Значит, низкие показатели ЧСС вовсе не означают наличие низких адаптационных возможностей, о чем свидетельствует состояние критерия вариабельности КВ, рассчитыва-

емого как степень запаса размаха ритма, что и отражает его способность к быстрым перестройкам, т. е. фактически широту адаптационных способностей. Отсутствие закономерных изменений этого показателя говорит либо о незначительности внешнего воздействия, либо, что более вероятно, о том, что организм крайне слабо пытается активизировать свои адаптационные возможности.

Тем не менее, мы полагаем, что возможностей для этого у него достаточно. Подтверждением этому служит тот факт, что сразу после перелета и на протяжении всего времени пребывания в новой климато-часовой зоне остаются высокими величины критерия вариабельности именно ЧСС, МО, ПД, а остальные показатели давления существенно снижены, т.е. именно их резерв и используется для компенсации потребностей гемодинамики. Такая ситуация является результатом выраженной парасимпатикотонии, и для спортсменов высокой квалификации, особенно спортсменов, тренирующихся на выносливость, является нормой [12].

Повышение уровня парасимпатикотонии, как известно, способствует экономизации работы органов кислородтранспортной системы и с учетом индивидуальных особенностей вида спорта и самого спортсмена приводит к повышению физической работоспособности, в то время как чрезмерная симпатикотония в вегетативном контуре регуляций снижает экономичность и эффективность работы органов кислородного каскада и тканей исполнительных систем [6]. Таким образом, мы можем утверждать, что адаптационные возможности организма спортсменов после перелета не столько снижаются, сколько недостаточно активизируются. И причина этого, скорее всего, в том, что степень нагрузки, т.е. смещение поясного времени на четыре часа, оказалась недостаточно критичной для того, чтобы организм активизировал весь свой адаптационный запас полностью.

Исходное состояние коэффициентов неспецифической адаптоспособности говорит о том, что такой запас существует и для спортсменов, испытывающих регулярные и очень интенсивные физические нагрузки, он вполне достаточен. К сожалению, несмотря на это, избежать острой фазы десинхронизма не удается, и потому наблюдается существенное снижение повторяемости структуры ритма, что говорит о нарушении синхронизации с внешними датчиками времени. Вероятно,

организм испытывает все связанные с этим неудобства, однако можно полагать, что снижение непосредственно адаптационных возможностей не происходит и обеспечивается необходимый и достаточный с точки зрения энергозатрат и работоспособности режим. Он скорее всего, оптимален, так как после обратного перелета, который совершается в гораздо менее благоприятном с точки зрения хронобиологии направлении, резкого падения индексов не происходит, более того, имеется выраженная тенденция к их восстановлению.

В результате анализа создается впечатление, что десинхроноз можно считать одновременно и хронофизиологической нормой, и хронопатологией: нормой – потому что это явление закономерное, отражающее совокупность морфофункциональных процессов в организме не только в условиях обычного существования, но и при перемене временных условий среды, а патологией – потому что это стойкое нарушение регуляции функций, способное приводить в конечном итоге к снижению хронорезистентности организма и неспецифической резистентности. Это соответствует положению о том, что рассогласование суточных ритмов жизнедеятельности организма может ставить человека в чрезвычайную ситуацию, в ответ на которую формируются либо приспособительные, либо патологические реакции [7].

Выводы. Таким образом, полученные нами результаты позволяют сделать вывод

о том, что, во-первых, в обследуемой группе пловцов высокой квалификации сдвиг поясного времени при перелете с востока на запад является значимой нагрузкой и, в ответ на его смещение, в организме происходят согласованные и срочные перестройки биологических ритмов, которые следует учитывать при организации режима спортсменов. Во-вторых, изменения структуры ритма не являются критическими, а тем более – патологическими и отражают вполне удовлетворительный уровень состояния адаптационных возможностей организма, благодаря чему у спортсменов после перелета формируются приспособительные реакции, позволяющие организму, испытывающему регулярные и интенсивные физические нагрузки в условиях смещенного часового пояса, минимизировать энергозатраты сердечно-сосудистой системы и обеспечивать при этом ее, как минимум, адекватную работоспособность.

Следует отметить, что такие приспособительные реакции могут заметно отличаться у разных групп спортсменов и сильно зависят от пола [18, 19], возраста и уровня спортивного мастерства [24], географического региона проживания [5, 21] и даже времени года [22, 23]. Мы не обнаружили различий в структуре ритма у спортсменов с разным уровнем адаптационных способностей, определенных по величине индекса функциональных изменений [3, 21]. Тем не

менее во всех случаях в условиях смены часовых поясов в организме спортсменов происходят существенные, в том числе, регуляторные перестройки, направленные на поддержание высокого уровня функциональной активности, необходимого для достижения максимального спортивного результата. Различаются только пути, которыми организм пытается достичь такого результата, и они определяются изменениями, прежде всего в системе вегетативной регуляции, что требует обязательного учета при организации тренировочного процесса, так как при изменении вегетативного тонуса изменяется и сам механизм реакции на нагрузку.

Кроме того, имеет смысл выяснить, происходят ли такие перестройки в регуляции у спортсменов в предсоревновательный период в тех случаях, когда для переезда к месту соревнований не требуется пересечения нескольких часовых поясов. Если такие изменения происходят, то, несомненно, имеет смысл продолжать тренировки в условиях временной адаптации. Если изменения вегетативного статуса не наблюдаются, то при организации тренировок после длительных перелетов следует учитывать эти изменения для того, чтобы максимально снизить их негативные последствия, в том числе, с использованием внутренировочных средств, включая фармакологические.

■ Литература

1. Аклиринский Б. С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе / Б.С. Аклиринский. – М.: Наука, 1983. – 246 с.
2. Апокин В. В. Биоритмологический анализ состояния неспецифической адаптоспособности организма спортсменов-пловцов высокой квалификации при длительных перелетах с востока на запад / В. В. Апокин, А. А. Повзун, В. А. Григорьев // Теория и практика физ. культуры. – 2012. – № 9. – С. 83–86.
3. Апокин В. В. Изменение структуры биоритмов основных физиологических показателей хорошо и плохо адаптирующихся спортсменов высокой квалификации при перелетах с востока на запад / А. А. Повзун, В. В. Апокин, Н. Р. Усаева // Теория и практика физ. культуры. – 2011. – № 12. – С. 83–87.
4. Апокин В. В. Биоритмологический анализ изменения адаптационных возможностей организма спортсменов при длительных перелетах с востока на запад / В. В. Апокин, А. А. Повзун, В. А. Родионов, О. А. Семенова // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 11. – С. 95–98.
5. Апокин В. В. Биоритмологический анализ состояния неспецифической адаптоспособности организма спортсменов пловцов различных климатогеографических регионов / В. В. Апокин, А. А. Повзун, В. А. Родионов, Н. Р. Усаева // Теория и практика физ. культуры. – 2014. – № 1. – С. 87–90.
6. Высочин Ю. В. Активная миорелаксация и саморегуляция в спорте / Ю. В. Высочин. – Л.: СПб ГАФК им П.Ф. Лесгафта, 1997. – 85 с.

■ References

1. Akliarinsky B. S. Biological rhythms and human life organization in cosmic space / B. S. Akliarinsky. – Moscow: Nauka, 1983. – 246 p.
2. Apokin V. V. Biorhythmological analysis of nonspecific adaptability of the body of highly skilled swimmers during prolonged east to west travels / V. V. Apokin, A. A. Povzun, V. A. Grigoryev // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2012. – № 9. – P. 83–86.
3. Apokin V. V. Change of biorhythm structure of the main physiological indices of adaptive and maladaptive highly skilled athletes during east to west travels / A. A. Povzun, V. V. Apokin, N. R. Usayeva // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2011. – № 12. – P. 83–87.
4. Apokin V. V. Biorhythmological analysis of changes of adaptation capacities of female athletes during prolonged east to west travels / V. V. Apokin, A. A. Povzun, V. A. Rodionov, O. A. Semenova // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2010. – № 11. – P. 95–98.
5. Apokin V. V. Biorhythmological analysis of the state of nonspecific adaptability of swimmers of different climate and geographic regions / V. V. Apokin, A. A. Povzun, V. A. Rodionov, N. R. Usayeva // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2014. – № 1. – P. 87–90.
6. Vysochin Y. V. Active muscle relaxation and self-regulation in sport / Y. V. Vysochin. – Leningrad: SPb SAPC named after P. F. Lesgaft, 1997. – 85 p.
7. Yezhov S. N. Chronoresistance, biorhythms and body functional reserves at desynchronization phases during temporal adaptation / S. N. Yezhov, S. G. Krivoschekov // Bul. Sibir. otd. AMS RF. – 2004. – № 8. – P. 25–28.

7. Ежов С. Н. Хронорезистентность, биоритмы и функциональные резервы организма в фазах десинхронизации при временной адаптации / С. Н. Ежов, С. Г. Кривошецов // Бюл. Сибир. отд. АМН РФ. – 2004. – № 8. – С. 25–28.
8. Зубанов В. П. Ансамбль циркадных ритмов и эффективность тренировочных занятий, проводимых в разное время суток / В. П. Зубанов, М. П. Мошкин, С. И. Петухов // Теория и практика физ. культуры. – 1982. – № 7. – С. 26, 27.
9. Иорданская Ф. А. Особенности временной адаптации при перелетах на восток и запад, средства коррекции и профилактика десинхронизации / Ф. А. Иорданская // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 8. – С. 9–15.
10. Иорданская Ф. А. Диагностика и дифференцированная коррекция симптомов дезадаптации к нагрузкам современного спорта и комплексная система мер их профилактики / Ф. А. Иорданская, М. С. Юдинцева // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 1. – С. 18–24.
11. Капилевич Л. В. Физиологические методы контроля в спорте / Л. В. Капилевич, К. В. Давлетьярова, Е. В. Кошельская и др. – Томск: Изд-во Томск. Политех. ун-та, 2009. – 160 с.
12. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
13. Макаров В. И. Механизмы приспособительной перестройки циркадных ритмов / В. И. Макаров // Проблема временной организации живых систем. – М.: Наука, 1979. – С. 70–74.
14. Мельниченко Е. В. Вестибулярные реакции сердечно-сосудистой системы и их коррекция у спортсменов / Е. В. Мельниченко, Н. Ю. Тарабрини, А. И. Пархоменко // Учен. зап. Таврич. нац. ун-та им. В. Н. Вернадского. – 2010. – Т. 23(62). – № 1. – С. 74–79.
15. Моисеева Н. И. Биоритмологические критерии неспецифической адаптоспособности / Н. И. Моисеева // Физиология человека. – 1982. – Т. 8, № 6. – С. 1000–1005.
16. Панфилов О. П. Адаптационная перестройка спортсменов при перелете в западном и восточном направлении / О. П. Панфилов // Теория и практика физ. культуры. – 1991. – № 5. – С. 33, 34.
17. Повзун А. А. Изменение структуры биоритмов при длительных перелетах у спортсменов-пловцов высокой квалификации / А. А. Повзун, В. В. Апокин // Теория и практика физ. культуры. – 2012. – № 5. – С. 90–92.
18. Повзун А. А. Сравнительный анализ изменения структуры биоритмов у спортсменов-пловцов разного пола при длительных перелетах / А. А. Повзун, В. В. Апокин, В. А. Родионов // Теория и практика физ. культуры. – 2012. – № 10. – С. 89–92.
19. Повзун А. А. Изменение неспецифической адаптоспособности организма спортсменов-пловцов разного пола при длительных перелетах с востока на запад / А. А. Повзун, В. В. Апокин, Н. Р. Усаева // Теория и практика физ. культуры. – 2012. – № 11. – С. 92–94.
20. Повзун А. А. Оценка состояния неспецифической адаптоспособности хорошо и плохо адаптирующихся спортсменов высокой квалификации при длительных перелетах с востока на запад / А. А. Повзун, В. В. Апокин, А. А. Киселева, В. А. Стрельцов // Теория и практика физ. культуры. – 2011. – № 11. – С. 83–87.
21. Повзун А. А. Биоритмологические особенности состояния адаптационных возможностей организма спортсменов-пловцов различных климато-географических регионов / А. А. Повзун, В. В. Апокин, В. Ю. Лосев, А. С. Смигирев // Теория и практика физ. культуры. – 2013. – № 3. – С. 88–93.
22. Повзун А. А. Сезонные изменения состояния неспецифической адаптоспособности организма спортсменов высокой квалификации / А. А. Повзун, В. В. Апокин, Л. Е. Савиных, О. А. Семенова // Теория и практика физ. культуры. – 2011. – № 5. – С. 86–88.
23. Повзун А. А. Сравнительный анализ сезонного изменения адаптационных возможностей организма спортсменок-лыжниц по показателям биологического ритма / А. А. Повзун, В. А. Григорьев, В. В. Апокин, Ю. С. Ефимова // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 8. – С. 95–98.
24. Повзун А. А. Ритмологическая оценка срочной адаптации спортсменов-легкоатлетов при широтном перемещении / А. А. Повзун, В. В. Апокин, В. Д. Повзун [и др.] // Теория и практика физ. культуры. – 2014. – № 12. – С. 96–99.
25. Савиных Л. Е. Биоритмологический анализ влияния длительных перелетов на состояние неспецифической адаптоспособности организма спортсменок / Л. Е. Савиных, А. А. Повзун, В. В. Апокин, А. А. Киселева // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 10. – С. 102–104.
8. Zubanov V. P. Aggregate of circadian rhythms and efficiency of training sessions conducted at different time of a day / V. P. Zubanov, M. P. Moshkin, S. I. Petukhov // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 1982. – № 7. – P. 26, 27.
9. Iordanskaya F. A. Peculiarities of temporal adaptation during east to west travels, means of desynchronization correction and prevention / F. A. Iordanskaya // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 1999. – № 8. – P. 9–15.
10. Iordanskaya F. A. Diagnostics and differentiated correction of the symptoms of deadaptation to modern sport loads and complex system of the measures of their prevention / F. A. Iordanskaya, M. S. Yudinseva // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 1999. – № 1. – P. 18–24.
11. Kapilevich L. V. Physiological methods of control in sport / L. V. Kapilevich, K. V. Davletyarova, E. V. Koshelskaya et al. – Tomsk: Изд-во Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2009. – 160 p.
12. Karpman V. L. Testing in sports medicine / V. L. Karpman, Z. B. Belotserkovsky, I. A. Gudkov. – Moscow: Fizkultura i sport, 1988. – 208 p.
13. Makarov V. I. Mechanisms of circadian rhythm adaptive reorganization / V. I. Makarov // Problem of temporal organization of living systems. – Moscow: Nauka, 1979. – P. 70–74.
14. Melnichenko E. V. Cardiovascular system vestibular responses and their correction in athletes / E. V. Melnichenko, N. Y. Tarabrini, A. I. Parkhomenko // Bulletin of Tavrich. National University named after V. N. Vernadsky. – 2010. – V. 23(62). – № 1. – P. 74–79.
15. Moiseyeva N. I. Biorhythmological criteria of nonspecific adaptability / N. I. Moiseyeva // Human physiology. – 1982. – V. 8, № 6. – P. 1000–1005.
16. Panfilov O. P. Adaptation reorganization of athletes during travel in east and west directions / O. P. Panfilov // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 1991. – № 5. – P. 33, 34.
17. Povzun A. A. Change of biorhythm structure in highly skilled swimmers during prolonged travels / A. A. Povzun, V. V. Apokin // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2012. – № 5. – P. 90–92.
18. Povzun A. A. Comparative analysis of biorhythm structure changes in swimmers of different sex during prolonged travels / A. A. Povzun, V. V. Apokin, V. A. Rodionov // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2012. – № 10. – P. 89–92.
19. Povzun A. A. Change of nonspecific adaptability in swimmers of different sex during prolonged east to west travels / A. A. Povzun, V. V. Apokin, N. R. Usayeva // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2012. – № 11. – P. 92–94.
20. Povzun A. A. Estimation of nonspecific adaptability state in adaptive and maladaptive top level athletes during prolonged east to west travels / A. A. Povzun, V. V. Apokin, A. A. Kiseleva, V. A. Streltsov // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2011. – № 11. – P. 83–87.
21. Povzun A. A. Biorhythmological peculiarities of adaptation capacities in swimmers of different climate-geographical regions / A. A. Povzun, V. V. Apokin, V. Y. Losev, A. S. Snigirev // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2013. – № 3. – P. 88–93.
22. Povzun A. A. Seasonal changes of nonspecific adaptability state in top level athletes / A. A. Povzun, V. V. Apokin, L. E. Savinykh, O. A. Semenova // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2011. – № 5. – P. 86–88.
23. Povzun A. A. Comparative analysis of seasonal alterations in adaptation abilities of female skiers according to biological rhythm indices / A. A. Povzun, V. A. Grigoryev, V. V. Apokin, Y. S. Yefimova // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2010. – № 8. – P. 95–98.
24. Povzun A. A. Rhythmological estimation of acute adaptation in track and field athletes during latitudinal travel / A. A. Povzun, V. V. Apokin, V. D. Povzun [et al.] // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2014. – № 12. – P. 96–99.
25. Savinykh L. E. Biorhythmological analysis of prolonged travel impact on the state of nonspecific adaptability of female athletes / L. E. Savinykh, A. A. Povzun, V. V. Apokin, A. A. Kiseleva // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2010. – № 10. – P. 102–104.

¹Институт гуманитарного образования и спорта Сургутского государственного университета ХМАО-Югры, Сургут, Россия

²Медицинский институт Сургутского государственного университета ХМАО-Югры, Сургут, Россия

Поступила 19.01.2015