

УДК 612.621.31-055.2:796.015.6

DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-4-144-155

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ
АДАПТАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОК РАЗНОГО
ВОЗРАСТА**

Погодина С. В., Саядян В. Е.

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Российская Федерация
E-mail: sveta_pogodina@mail.ru*

Проведена систематизация хронобиологических критериев адаптации у спортсменок 16–26 лет с овариально-менструальным и 37–45 лет с анавуляторным циклом. Применили модельно-целевой подход и методы типологической оценки адаптационных реакций ведущих механизмов адаптации. Результаты представлены на функциональных моделях для разных фаз менструального цикла. Напряжение адаптации показано на уровне гормонального, метаболического и респираторного механизмов адаптации. Для спортсменок 16–26 лет фазами с напряжением является менструальная, овуляторная и постовуляторная, а для спортсменок 37–45 лет постменструальная и овуляторная. Результаты позволяют прогнозировать периоды с высоким и низким уровнем адаптационных возможностей.

Ключевые слова: систематизация, моделирование, возрастные хронобиологические критерии, адаптация, профессиональные спортсменки, менструальный цикл.

ВВЕДЕНИЕ

Управление процессом спортивной подготовки и построение физических нагрузок в женском спорте рекомендовано осуществлять с учетом благоприятных и неблагоприятных периодов адаптации, приходящихся на определенные фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ) [1]. Однако данные рекомендации применимы лишь для молодых спортсменок. Но сегодня, в профессиональном спорте выступает большое количество спортсменок, находящихся в периоде второго зрелого возраста, то есть 35–40 лет и старше [2]. В данном возрастном периоде в женском организме происходят функциональные изменения в репродуктивной системе, обусловливающие преобладание ановуляторных менструальных циклов [3]. Это формирует различия в адаптации у молодых и возрастных спортсменок, и для последних требует определения новых хронобиологических критериев адаптации к физическим нагрузкам [4].

Благодаря развитию спорта ветеранов [5] и исследованиям, проведенным на спортсменках ветеранах 37–45 лет, а также на спортсменках 16–26 лет [6–11] был получен массив данных об адаптационных реакциях основных систем их организма на пороговые физические нагрузки в разных фазах МЦ. В связи с этим большой

практический интерес представляет проведение систематизации имеющегося массива информации. Для систематизации информации применяются методические подходы, обеспечивающие ее упрощение и визуализацию, что делает ее доступной для анализа и практического применения. При управлении процессом спортивной подготовки систематизация данных о функциональных возможностях спортсменов высокого класса проводится с использованием модельно-целевого подхода. Данный подход упрощает анализ физиологических показателей и их величин путем построения функциональных моделей спортсменов высокого класса [12]. В свою очередь, при систематизации данных о спортсменках в течение определенных временных периодов МЦ, функциональные модели могут иметь условную цветовую детализацию, что визуально упрощает их анализ в пространстве и времени [13].

Таким образом систематизация данных об адаптационных возможностях спортсменок путем построения функциональных моделей для разных периодов МЦ существенно дополнит информацию о хронобиологических критериях адаптации спортсменок разного возраста. С практической точки зрения это позволит более точно прогнозировать функциональное состояние, строить и дозировать физические нагрузки с учетом возрастных хронобиологических критериев адаптации. **Цель работы:** провести систематизацию хронобиологических критериев адаптации профессиональных спортсменок 16–26 и 37–45 лет на основе модельно-целевого подхода и моделирования адаптационных возможностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для систематизации возрастных хронобиологических критериев адаптации к физическим нагрузкам был проведен анализ информационного массива статистически достоверных данных исследований организма высококвалифицированных спортсменок, представителей длинных дистанций беговых видов легкой атлетики, велоспорта и плавания (спортсменки 16–26 лет с овариально-менструальным циклом (ОМЦ), n=32 и спортсменки 37–45 лет с ановуляторным менструальным циклом (АМЦ), n=18) [14]. Средняя продолжительность менструального цикла спортсменок 28–32 дня. Систематизация информации осуществлялась с использованием модельно-целевого подхода [12], включающего оценку и классификацию адаптационных реакций, построение функциональных моделей спортсменок 16–26 и 37–45 лет в хронологии фаз МЦ.

Для оценки адаптационных реакций из массива данных были взяты статистически достоверные величины физиологических показателей, характеризующих типы адаптационных реакций на уровне ведущих механизмов адаптации (гормонального, метаболического, вегетативного нервного, гемодинамического и вентиляторного) в динамике МЦ. В частности, взяты показатели и их величины, полученные в условиях пороговых режимов физической работы, достигнутых при выполнении велоэргометрического ступенчато-повышающегося теста (W1 аэробный пороговый режим – ЧСС 140–150 уд/мин, W2 аэробно-анаэробный пороговый режим – ЧСС 160–170 уд/мин, W3 анаэробно-аэробный пороговый режим – ЧСС 175–180 уд/мин).

Оценка гормональных реакций репродуктивной и адаптационной осей осуществлялась соответственно по уровню эстрогенной гонадной и глюкокортикоидной активности во время пороговых нагрузок, на основе которой реакции классифицировали относительно фона нормального базального уровня гормонов эстрадиола (Е2) и кортизола (С) на следующие типы: изореактивный тип – отсутствие изменений концентрации гормонов, гиперергический тип – реакция, связанная с повышением продукции гормонов; гипергенный тип – реакция, связанная с понижением продукции гормонов [15].

Метаболические реакции в периодах менструального цикла спортсменок оценивали по величине газообменного отношения (VCO_2/VO_2) объема, выделенного двуокиси углерода (CO_2) и поглощенного за это же время при вентиляции легких кислорода (O_2). Величина $VCO_2/VO_2 = 0,9–1$ усл.ед. отражает включение анаэробного звена обмена (метаболический тип «спринтер»), $0,8–0,9$ усл.ед. отражает в энергообмене анаэробно-аэробные (смешанный метаболический тип «микст»), $0,7–0,8$ усл.ед. свидетельствует о преобладании аэробного энергообеспечения (метаболический тип «стайер») [16, 17].

Нервные вегетативные регуляторные реакции оценивали по методике [10]. В частности, вегетативную реактивность определяли с помощью отношения показателя индекса напряжения регуляторных систем (ИН) после нагрузочного тестирования к фону ИН в исходном состоянии. Далее классифицировали следующие типы вегетативной реактивности: асимпатикотонический, нормотонический и гиперсимпатикотонический [18].

Гемодинамические реакции оценивали по степени и характеру сдвигов показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления систолического (АДсист) и диастолического (АДдиаст), и классифицировали по критериям для функциональной диагностики состояния сердечно-сосудистой системы с выделением следующих типов реакций – нормотонического, гипертонического и гипотонического [19].

Вентиляторные реакции определяли по критерию выраженности прироста величин показателей легочной вентиляции и газообмена (%) в условиях пороговых режимов работы, и классифицировали на следующие вентиляторные типы: гиперсенситивный (прирост выше 50–100 %), гипосенситивный (прирост до 50 %), изосенситивный (отсутствие изменений в величинах показателей) [20].

На следующем этапе, то есть после проведенной типологической оценки адаптационных реакций, нами был применен метод классификации адаптационных реакций по выраженности типологических критериев, представленных в цветовой шкале. При этом определенный цветовой спектр шкалы условно соответствовал критерию выраженности срочных адаптационных реакций на пороговые режимы физической работы (таблица 1).

Далее использовали метод графического моделирования адаптационных возможностей спортсменок 16–26 и 37–45 лет. На основе полученных условных цветовых критериев выраженности типов срочных адаптационных реакций на пороговые режимы работы были сформированы наглядные (графические) модели адаптационных возможностей спортсменок исследуемых возрастных групп.

Таблица 1.
Классификация адаптационных реакций по типологическим характеристикам с использованием условной цветовой шкалы

Спектр цветовой шкалы	Механизмы адаптации				
	вегетативный нервный	гормональный	гемо динамический	респираторный	метаболический
типы адаптационных реакций					
красный	гиперсимпатико тонический	гиперергический избыточный			анаэробный (тип спринтер)
розовый	симпатико тонический	гиперергический	гипер кинетический	гипер сенситивный	анаэробный (тип микст-спринтер)
зеленый	нормо тонический		нормо кинетический	мезо сенситивный	анаэробно- аэробный (тип микст)
голубой	асимпатико тонический	гипергический	гило кинетический	гило сенситивный	аэробный (тип стайер)
без цвета		изореактивный			

Систематизированная информация была представлена на моделях в хронобиологической последовательности фаз МЦ (1–3 день – период, соответствующий менструальной фазе, 8–9 день – период, соответствующий постменструальной фазе, 13–16 день – период, соответствующий овуляторной фазе, 20–22 день – период, соответствующий постовуляторной фазе, 26–27 – период, соответствующий предменструальной фазе) [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В женском спорте основополагающим является стремление к максимальной объективизации управления тренировочным процессом, которое базируется на углубленном изучении адаптационных возможностей организма в течение МЦ. Это обеспечивает интегральную оценку адаптационных возможностей спортсменок и на основе полученных данных выбор тренировочных режимов работы, не снижающих эффективность адаптации [21]. Основой методологии оценки адаптационных возможностей спортсменок явилось выделение ведущих адаптационных систем и их механизмов (вегетативного нервного, гормонального, метаболического, гемодинамического и вентиляторного). На основе интегральной оценки срочных реакций ведущих адаптационных систем была дифференцирована степень активности их вовлечения в работу на уровне пороговых режимов. Это позволило построить функциональные модели, определяющие особенности адаптационных функций основных систем, а также их закономерных возрастных изменений.

В спорте, при адаптации к физическим нагрузкам на разных возрастных этапах, нагрузочные факторы действуют с различной силой: меняются интенсивность каждого фактора, отношения между интенсивностью их действия и само их количество.

Отражением всех этих изменений является усиление или ослабление разнообразных функций организма, что в аспекте регуляции физиологических процессов рассматривается как принцип смещения в ряду сопряженных функций, обеспечивающий надежность системы. Это и определяет в конечном итоге специфику характера управляющего звена функциональной системы, связанной с принятием решения и выбором алгоритма реакции, характеризующего направление адаптации. Данные направления связаны с выраженнойностью адаптационной реакции – усилением или ослаблением срочных приспособительных механизмов, что в условиях мышечной деятельности характеризует способность мобилизовать и адекватно использовать определенные «эшелоны» функциональных резервов организма при утомлении [14].

В связи с этим основным критерием, определяющим возможности функций основных систем тренированного организма, явилась выраженность их адаптационной реакции. В таблице 1 в цветовой шкале представлена классификация адаптационных реакций в зависимости от выраженности ответа, что позволило расставить акценты на возрастных изменениях в реагировании основных систем на пороговые нагрузки. Красная и розовая цветовая гамма отражает степень усиления ответа, зеленая и голубая – ослабление, отсутствие цвета – отсутствие выраженности ответа. Проведенная классификация позволила моделировать спектр адаптационных реакций основных систем, присущих спортсменкам разного возраста и структурировать функциональные возможности этих систем в условиях пороговых режимов физических нагрузок. Разработанные функциональные модели представлены на рисунке 1.

С помощью цветности моделей нами показано, что у спортсменок 16–26 в менструальной фазе на уровне гормонального механизма адаптации в условиях высокоинтенсивной физической работы происходит усиление глюкокортикоидной активности и адаптационная реакция на нагрузку протекает по гиперергическому типу. В других фазах ОМЦ в данной возрастной группе спортсменок можно увидеть изореактивные и гипергические типы глюкокортикоидной реакции на нагрузку. У спортсменок 37–45 лет гиперергический тип глюкокортикоидной адаптационной реакции визуализируется в предменструальной фазе, а изореактивный и гипергический типы отмечаются в первых четырех фазах АМЦ. При этом определено, что у спортсменок 16–26 и 37–45 лет в фазах МЦ с гиперергической реакцией на нагрузку характерным является сравнительно низкий уровень содержания эстрadiола в сыворотке крови [8]. То есть период менструации для 16–26 летних спортсменок и предменструальный период для 37–45 летних спортсменок протекают с напряжением в гормональном механизме адаптации. Если учесть, что в тренированном организме падение содержания кортизола во время физической работы является критерием высокого уровня тренированности и приспособительных возможностей [4], то выявленные нами периоды ОМЦ и АМЦ с изореактивным и гипергическим типом глюкокортикоидной реакции могут быть благоприятными для использования больших и значительных нагрузок у спортсменок 16–26 и 37–45 лет. Тем не менее, необходимо отметить, что у спортсменок 37–45 лет с 13 по 22 день АМЦ визуализируется гиперергический тип

реакции на уровне гонадной эстрогенной активности, то есть повышение уровня эстрадиола в ответ на низкоинтенсивную и высокоинтенсивную пороговые нагрузки. Известно, что повышение уровня половых стероидов при физической работе говорит об увеличении ее силового компонента [14, 21] и соответствующих энерготрат гликолитического вектора метаболизма, что также должно учитываться при дозировании продолжительности упражнений разной интенсивности.

Уровень энерготрат в условиях разных пороговых режимов работы определяет интенсивность формирования метаболических факторов утомления. На моделях спортсменок 16–26 лет показано, что наиболее выгодной для них фазой ОМЦ с позиций эффективности энергообеспечения высокоинтенсивной работы является постменструальная фаза. В данной фазе в зеленом цвете визуализируется аэробный тип метаболической реакции (тип «стайер») на все пороговые режимы работы. В свою очередь выраженное усиление анаэробного гликолиза и метаболические реакции по типу «спринтер» наглядно продемонстрированы в менструальной, овуляторной и постовуляторной фазах ОМЦ. У спортсменок 37–45 лет метаболические реакции по типу спринтер на высокоинтенсивный режим работы визуально видны в периодах, соответствующих фазам менструации, постменструации и овуляции. Ослабление анаэробного гликолиза по типу «микст» показано в постовуляторной и предменструальной фазах. Таким образом, наиболее благоприятными периодами МЦ для высокоинтенсивных упражнений у спортсменок 16–26 лет является постменструальная фаза, а для спортсменок 37–45 лет постовуляторная и предменструальная фаза.

Интересным является наглядно показанный на моделях факт устойчивости гемодинамического механизма адаптации к физическим нагрузкам разной интенсивности. У всех спортсменок, не зависимо от возраста и фаз МЦ наблюдаются нормокинетические адаптационные гемодинамические реакции на пороговые режимы работы. Данная тенденция очевидно обусловлена кумулятивной адаптацией, накоплением функциональных резервов системы кровообращения, эффективной автономной регуляцией их уровня в результате продолжительных тренировок на выносливость [19]. Также и на уровне вегетативного нервного механизма адаптации у всех спортсменок в течение ОМЦ и АМЦ отмечаются преимущественно нормотонические реакции. Избыточность вегетативной реакции по гиперсимпатикотоническому типу визуализируется в красном спектре в предменструальной фазе. Выявленная у спортсменок 16–26 и 37–45 лет особенность вегетативной нервной регуляторной реакции согласуется с данными [2, 3] о повышении напряжения механизмов автономной и центральной регуляции ритма сердца перед менструацией. Это обусловлено спецификой гормонального статуса женщины в данный период МЦ, снижением эстрогенной насыщенности, падением содержания в организме эстрогенов и прогестерона до минимальных физиологических значений. В связи с этим в данный период МЦ большие и значительные физические нагрузки должны предлагаться с осторожностью и при усиленном педагогическом и медицинском контроле функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменок.

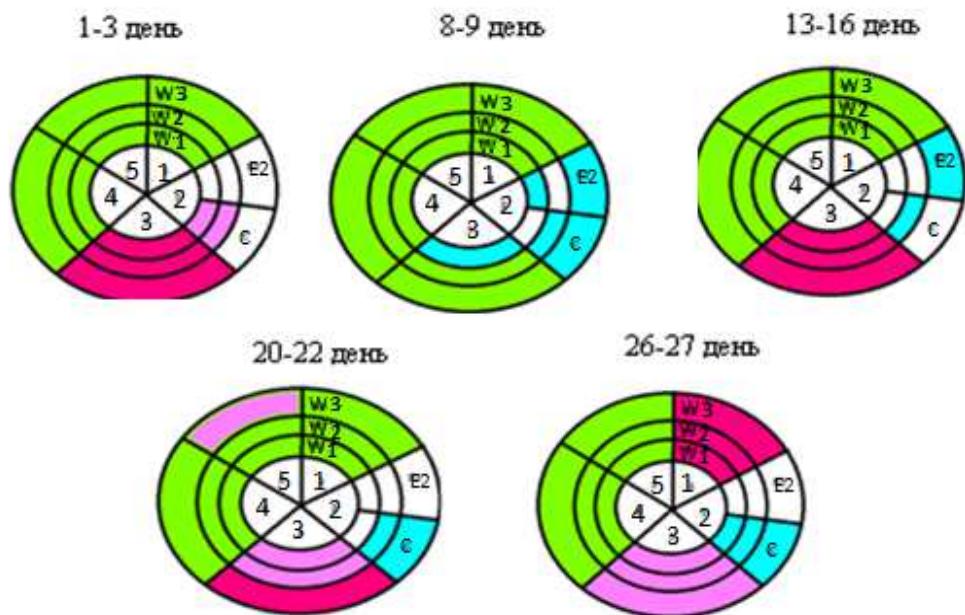


Рис. 1 а. Функциональные модели спортсменок 16–26 лет в динамике фаз ОМЦ.

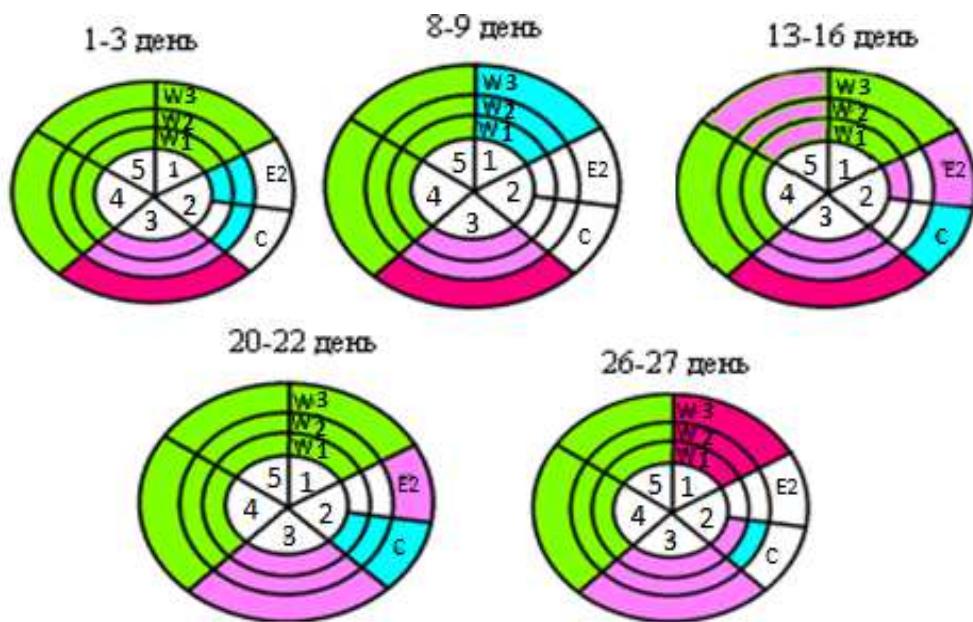


Рис. 1 б. Функциональные модели спортсменок 37–45 лет в динамике фаз АМЦ.
Примечание: цифрами на сегментах окружности моделей обозначены ведущие механизмы адаптации (1 – нервный вегетативный, 2 – гормональный, 3 – метаболический, 4 – гемодинамический, 5 – респираторный).

В респираторном механизме адаптации в ответ на высокоинтенсивную физическую работу у спортсменок 16–26 лет показано усиление реактивности дыхательной системы по гиперсенситивному типу в постовуляторной фазе ОМЦ, а у спортсменок 37–45 лет в период с 13 по 16 день АМЦ на уровне всех пороговых режимов работы. По данным [20] одним из основных факторов, обуславливающим усиление реактивности дыхательной системы при физической работе является снижение порога вентиляторной реакции, что характерно для условий сниженной элиминации CO_2 и формирует условия для гиперкинетики вентиляторной функции снижая ее эффективность. Таким образом, период после овуляции у спортсменок 16–26 лет и период с 13 по 16 день у спортсменок 37–45 лет можно считать периодами с напряжением кислородного режима и респираторного механизма адаптации.

Анализируя опыт и оценивая перспективы применения модельно-целевого подхода для систематизации физиологических данных, характеризующих адаптационные возможности организма спортсменок необходимо отметить, что моделирование одновременно является, как функцией управления процессом (в нашем случае управления функциональным состоянием), так и методом прогнозирования (в нашем случае прогнозирования функциональных возможностей). В этой связи использование модельно-целевого подхода для моделирования физиологических функций женского организма имеет прикладное значение для области спорта и спортивной тренировки женщин. Поскольку позволяет совершенствовать управляемые функции тренера, прогнозировать адаптационные возможности, корректировать их уровень на этапах спортивной подготовки, а также накапливать объективную информацию о состоянии репродуктивного здоровья спортсменок разного возраста. При этом, предложенный в данной работе алгоритм модельно-целевого подхода к управлению функциональным состоянием с использованием моделирования адаптационных возможностей организма в цветовой шкале может применяться в аспекте индивидуализации спортивной тренировки. Это повышает ценность и практическую значимость подхода, а также облегчает прогнозирование уровня адаптации спортсменок, понимание ее хронобиологических и индивидуальных критериев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты проведенного моделирования адаптационных возможностей спортсменок 16–26 и 37–45 лет в динамике МЦ можно заключить, что его периоды ОМЦ и АМЦ с напряжением адаптации, сниженными функциональными возможностями не совпадают по fazам на уровне гормонального, метаболического и респираторного механизмов адаптации.

Для спортсменок 16–26 лет fazами ОМЦ с напряжением в данных механизмах адаптации является менструальная, овуляторная и постовуляторная fazы. Тогда как для спортсменок 37–45 лет fazами АМЦ с напряжением адаптации является постменструальная и овуляторная fazы. Даные fazы ОМЦ и АМЦ могут быть

использованы в качестве хронобиологических критериев эффективности адаптации для молодых и возрастных спортсменок.

На уровне гемодинамического механизма адаптации приспособительные реакции имеют устойчивый нормокинетический характер на протяжение всех фаз менструального цикла вне зависимости от возраста и характера МЦ. Вегетативные нервные регуляторные реакции совпадают у спортсменок 16–26 и 37–45 лет по типам реагирования в фазах ОМЦ и АМЦ. В частности, нормокинетический тип вегетативной реактивности на все пороговые режимы работы отмечен в период с 1-го по 22 день, а гиперкинетический тип в период с 26 по 27 день, то есть в предменструальной фазе.

На основании выявленных хронобиологических критериев эффективности адаптационных реакций, при построении тренировочных программ возможно прогнозировать периоды ОМЦ и АМЦ с высоким и соответственно сравнительно низким уровнем функциональных возможностей основных систем организма в возрастных группах спортсменок 16–26 и 37–45 лет.

Список литературы

1. Макарова Г. А. Методологические принципы анализа и оценки физиологических и клинико-лабораторных параметров у спортсменок / Г. А. Макарова, С. А. Локтев // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – № 2. – С. 4–12.
2. Якимович В. С. Возраст спортсменов и олимпийский спорт: миф и реальность / В. С. Якимович // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 3011–3015.
3. Манушарова Р. А. Гинекологическая эндокринология / Р. А. Манушарова, Э. И. Черкезова. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 280 с.
4. Гурбанова Л. Р. Особенности функционального состояния женского организма в перименопаузальном периоде и его оптимизация на фоне аэробных физических нагрузок / Л. Р. Гурбанова, Т. Л. Боташева, В. А. Линде // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1096.
5. Хайруллин А. Г. Проблемы развития ветеранского спорта / А. Г. Хайруллин, Р. Г. Хуснутдинова, О. В. Сальникова, М. С. Ваганов // Успехи гуманитарных наук. – 2023. – № 7. – С. 164–167.
6. Погодина С. В. Физиологические особенности и резервы сердечно-сосудистой системы профессиональных спортсменок второго зрелого возраста / С. В. Погодина, В. С. Юферев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2024. – Т. 10, № 3. – С. 283–293.
7. Погодина С. В. Регуляторные влияния менструального цикла на механизмы реактивности организма высококвалифицированных спортсменок в возрасте 16–45 лет / С. В. Погодина // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2017. – №1. – С. 65–70.
8. Погодина С. В. Адаптация и функциональное состояние высококвалифицированных спортсменов в возрастном и половом аспектах / С. В. Погодина, Г. Д. Алексанянц // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 10. – С. 72–74.
9. Погодина С. В. Гендерные особенности стресс-реакций в организме спортсменов юношеского и зрелого возраста / С. В. Погодина, Г. Д. Алексанянц // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2015. – №2. – С. 41–47.
10. Погодина С. В. Профессиональный спорт: возрастные проблемы адаптации и экстремального старения высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола / С. В. Погодина // Экстремальная деятельность человека. – 2017. – №2 (43). – С. 54–58.
11. Погодина С. В. Хронобиологические особенности функций дыхания у высококвалифицированных спортсменов разного возраста / С. В. Погодина, Г. Д. Алексанянц // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2017. – №3. – С. 87–93.

12. Матвеев Л. П. Модельно-целевой подход к построению спортивной подготовки / Л. П. Матвеев // Теория и практика физической культуры: Тренер: журнал в журнале. – М., 2000. – № 2. – С. 28–37.
13. Твердохлебова Е. В. Моделирование, как операция системы управления в спорте / Е. В. Твердохлебова, А. В. Лямина // В сборнике: Трансформация методологии педагогических и психологических исследований. Сборник научных статей. Ульяновск, 2024. – С. 64–66.
14. Погодина С. В. Проблемы адаптации высококвалифицированных спортсменов разного пола и возраста / С. В. Погодина, Г. Д. Александриц. – Краснодар: КГУФКСТ, 2020. – 327 с.
15. Чагай Н. Б. Применение теста с 5 мкг АКТГ в диагностике неклассической формы врожденной дисфункции коры надпочечников (итоги исследования) / Н. Б. Чагай, В. В. Фадеев, С. А. Прокофьев [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2013. – № 2. – С. 34–39.
16. Amann M. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance / M. Amann, A. W. Subudhi, C. Foster // Scand. J. Med. Sci. Sports. – 2006. – Vol. 16, No 4. – P. 27–34.
17. Plato P. A. Predicting lactate threshold using ventilatory threshold / P. A. Plato, M. McNulty, S. M. Crunk [et al.] // J. Sports Med. – 2008. – Vol. 29 (9), No 11. – P. 342–349.
18. Баевский Р. М. Концепция физиологической нормы и критерий здоровья / Р. М. Баевский // Российский физиологический журнал им. Сеченова. – 2003. – Т. 89, № 4. – С. 473–487.
19. Оганджанов А. Л. Комплексный контроль в спорте / Оганджанов А. Л. – Учебно-методическое пособие, Москва, 2021. – 188 с.
20. Лысенко Е. Н. Типы физиологической реактивности системы дыхания и специфика проявлений специальн-ой работоспособности спортсменов / Е. Н. Лысенко // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. – 2013. – Вып. 29, № 2. – С. 176–184.
21. Калинина Н. А. Вопросы диагностики, восстановительного лечения и реабилитации нарушений половой сферы спортсменок высокой квалификации. Роль гиперандрогенеза / Н. А. Калинина // Вестник спортивной науки. – 2004. – № 2. – С. 42–46.

**SYSTEMATIZATION OF CHRONOBIOLOGICAL CRITERIA FOR
ADAPTATION OF PROFESSIONAL FEMALE ATHLETES OF DIFFERENT
AGES**

Pogodina S. V., Sayadyan V. E.

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: sveta_pogodina@mail.ru

The article presents the systematization of chronobiological observations of the variability of functional parameters in the involutive-age vector of adaptation of highly trained female body. The systematization was carried out on the basis of the technology of integrated assessment and modeling of adaptive reactions of the main systems in highly qualified athletes of the ranges of 16–26 and 37–45 years. Biochemical, hematological, immunological, rheographic, spirometric, gasometric, ergometric and statistical methods were used to evaluate the functional capabilities of the main adaptive mechanisms (nonspecific, hormonal, metabolic, hemodynamic, ventilatory). To simulate the functional capabilities in the conditions of threshold loads, an algorithm is proposed, which includes the classification of types of adaptive reactions in the functional profiles of the main systems and conditional visualization of profiles in color resolution. When reproducing the spectral chromaticity of functional models, it is found that in the involutive-age vector the color space of models in the blue spectrum (responsible for the weakening of adaptive

reactions) increases, whereas in the red spectrum (responsible for the amplification and stress of reactions) decreases. This indicates a decrease in the response of adaptive systems to the threshold modes of operation when highly qualified athletes reach the range of 37–45 years, which is characterized by a low degree of preservation of ovarian-menstrual function. The technology of systematization of chronobiological observations of changes of functional parameters of sportswomen presented in article allows to define that in the range of 16–26 years the dominating mechanism of adaptation influencing high degree of reaction of the coupled systems to threshold loading is hormonal-metabolic. It is his high degree of reactivity during the second half of the ovarian-menstrual cycle causes these athletes a high degree of response of conjugated adaptive systems with a forecast for stress and reduced functions. The weakening of the hormonal-metabolic mechanism in the range of 37–45 years (obviously due to the decrease in reproductive function and cumulative effects) causes a decrease in the response of conjugate systems and a decrease in the price of adaptation to threshold loads in the periods of the menstrual cycle.

Keywords: systematization, modeling, age-related chronobiological criteria, adaptation, professional female athletes, menstrual cycle.

References

1. Makarova G. A., Loktev S. A. Metodologicheskie principy` analiza i ocenki fiziologicheskix i kliniko-laboratornyx parametrov u sportsmenok, *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina*, **2**, 4 (2016).
2. Yakimovich V. S. Vozrast sportsmenov i olimpijskij sport: mif i real`nost`, *Nauchno-metodicheskij e`lektronnyj zhurnal «Koncept»*, **20**, 3011 (2014).
3. Manusharova R. A., Cherkezova E. I. *Ginekologicheskaya endokrinologiya*, 280 (M.: OOO «Medicinskoe informacionnoe agentstvo», 2008).
4. Gurbanova L. R., Botasheva T. L., Linde V. A. Osobennosti funkciona`nogo sostoyaniya zhenskogo organizma v perimenopauza`nom periode i ego optimizaciya na fone ae`robnyx fizicheskix nagruzok, *Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya*, **6**, 1096 (2014).
5. Xajrullin A. G., Xusnutdinova R. G., Sal`nikova O. V., Vaganov M. S. Problemy` razvitiya veteranskogo sporta, *Uspexi gumanitarny`x nauk*, **7**, 164 (2023).
6. Pogodina S. V., Yuferev V. S. Fiziologicheskie osobennosti i rezervy` serdechno-sosudistoj sistemy` professional`nyx sportsmenok vtorogo zreloga vozrasta, *Ucheny`e zapiski Kry`mskogo federal`nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Ximiya*, **3**, **10**, 283 (2024).
7. Pogodina S. V. Regulyatorny`e vliyaniya menstrual`nogo cikla na mehanizmy` reaktivnosti organizma vy`sokokvalificirovannyx sportsmenok v vozraste 16–45 let, *Fizicheskaya kul`tura, sport – nauka i praktika*, **1**, 65 (2017).
8. Pogodina S. V., Aleksanyancz G. D. Adaptaciya i funkciona`noe sostoyanie vy`sokokvalificirovannyx sportsmenov v vozrastnom i polovom aspektax, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul`tury*, **10**, 72 (2017).
9. Pogodina S. V., Aleksanyancz G. D. Genderny`e osobennosti stress-reakcij v organizme sportsmenov yunosheskogo i zreloga vozrasta, *Fizicheskaya kul`tura, sport – nauka i praktika*, **2**, 41 (2015).
10. Pogodina S. V. Professional`nyj sport: vozrastny`e problemy` adaptacii i ekstremal`nogo starenija vy`sokokvalificirovannyx sportsmenov muzhskogo i zhenskogo pola, *E`kstremal`naya deyatel`nost` cheloveka*, **2** (**43**), 54 (2017).
11. Pogodina S. V., Aleksanyancz G. D. Xronobiologicheskie osobennosti funkcij dy`xaniya u vy`sokokvalificirovannyx sportsmenok raznogo vozrasta, *Fizicheskaya kul`tura, sport – nauka i praktika*, **3**, 87 (2017).
12. Matveev L. P. Model`no-celevoj podxod k postroeniyu sportivnoj podgotovki, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul`tury: Trener: zhurnal v zhurnale*, **2**, 28 (2000).

13. Tverdoxlebova E. V., Lyamina A. V. Modelirovanie, kak operaciya sistemy` upravleniya v sporte, V sbornike: Transformaciya metodologii pedagogicheskix i psixologicheskix issledovanij. Sbornik nauchny`x statej. Ul`yanovsk, 64 (2024).
14. Pogodina S. V., Aleksanyancz G. D. Problemy` adaptacii vy`sokokvalificirovanny`x sportsmenov raznogo pola i vozrasta, 327 (Krasnodar: KGUFKST, 2020).
15. Chagaj N. B., Fadeev V. V., Prokof ev S. A. [i dr.] Primenenie testa s 5 mkg AKTG v diagnostike neklassicheskoy formy` vrozhdennoj disfunkcii kory` nadpochechnikov (itogi issledovaniya), *Problemy` e`ndokrinologii*, **2**, 34 (2013).
16. Amann M., Subudhi A. W., Foster C. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, **16**, **4**, 27 (2006).
17. Plato P. A., McNulty M., Crunk S. M. [et al.] Predicting lactate threshold using ventilatory threshold, *J. Sports Med.*, **29** (**9**), **11**, 342 (2008).
18. Baevskij R. M. Koncepciya fiziologicheskoy normy` i kriterij zdorov`ya, *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. Sechenova*, **89**, **4**, 473 (2003).
19. Ogandzhanov A. L. Kompleksny`j kontrol` v sporte, 188 (Uchebno-metodicheskoe posobie, Moskva, 2021).
20. Ly`senko E. N. Tipy` fiziologicheskoy reaktivnosti sistemy` dy`xaniya i specifika proyavlenij special`noj rabotosposobnosti sportsmenov, *Vestnik TvGU. Seriya Biologiya i e`kologiya*, **29**, **2**, 176 (2013).
21. Kalinina N. A. Voprosy` diagnostiki, vosstanovitel`nogo lecheniya i reabilitacii narushenij polovoj sfery` sportsmenok vy`sokoj kvalifikacii. Rol giperandrogenii, *Vestnik sportivnoj nauki*, **2**, 42 (2004).