

Пульсометрия в оперативном, текущем и этапном управлении тренировочным процессом

Жасталап Санауов

Федерация карате–до Казахстана, Алматы, Республика Казахстан

Pulsometry in operational, current and milestone management of training process

Zhastalap Sanauov

ABSTRACT. There are three types of training process management - operational, current, and milestone. While organizing management one should take into account the availability of objective methods of control for the functional capacities of athletes, their readiness for intense training or competitive activities, the processes of fatigue, recovery, development of adaptive reactions, signs of fatigue, overtraining, etc.

Objective. To determine the role of pulsometry in the management of the training process in karate.

Methods. Control was provided by measuring HR using heart rate monitors "Polar Team". Seven athletes (masters of sports of international class) of the national karate team of the Republic of Kazakhstan took part in the study.

Results. Modern methods of continuous HR monitoring in real conditions of sports activity, rest, or sleep allows obtaining important and objective information about the state of the athlete's body, his responses to training and competitive loads, recovery processes, the development of fatigue, overtraining, over-strain, being in the conditions of middle and high altitude, heat, and cold, emotional stress, etc. Our studies have shown that monitoring heart rate during sleep and early in the morning after waking up, along with such indices as sleep quality and well-being, enables to assess the course of adaptive responses and control for recovery processes after training sessions or its series. *Conclusions.* During the training process, HR allows controlling the parameters of the training load (duration, intensity, mode of work and rest, etc.) in order to achieve the planned response of the body, manage adaptive responses, prevent fatigue and injuries; it also enables to assess the dynamics of training, recovery, readiness for the next training loads or competitive activity.

Keywords: heart-rate monitor, HR, lactate, karate, training, management, control, recovery, fatigue, adaptation.

Пульсометрія в оперативному, поточному і етапному управлінні тренувальним процесом

Жасталап Санауов

АНОТАЦІЯ. Існує три види управління тренувальним процесом: оперативне, поточне і етапне. При організації управління враховується наявність об'єктивних методів контролю за функціональними можливостями спортсменів, їх готовністю до напруженої тренувальної чи змагальної діяльності, протіканням у них процесів стомлення, відновлення, розвитку адаптаційних реакцій, появи ознак перевтоми, перетренованості та ін.

Мета. Визначити роль пульсометрії при управлінні тренувальним процесом в карате.

Методи. Контроль забезпечували вимірюванням ЧСС за допомогою пульсометрів «Polar Team». У дослідженні взяли участь сім спортсменів (майстри спорту міжнародного класу) збірної команди Республіки Казахстан з карате.

Результати. Сучасні методи безперервного вимірювання ЧСС в умовах реальної спортивної діяльності, відпочинку або сну дозволяють отримати важливу і об'єктивну інформацію про стан організму спортсмена, його реакції на тренувальні та змагальні навантаження, протікання відновних процесів, розвиток втоми, перевтоми, перетренованості, перебування в умовах середньогір'я і високогір'я, спеки та холоду, емоційний стрес та ін. Нашими дослідженнями показано, що моніторинг ЧСС під час сну і рано вранці після пробудження, поряд з такими показниками, як якість сну і самопочуття, дозволяє оцінити протікання адаптаційних реакцій і контролю за відновними процесами після виконання програм тренувальних занять чи їх серій.

Висновки. Під час тренувального процесу ЧСС дозволяє управляти параметрами тренувального навантаження (тривалість, інтенсивність, режим роботи і відпочинку та ін.) з метою досягнення запланованої реакції організму, управління адаптаційними реакціями, профілактики перевтоми і травм, дозволяє оцінити динаміку розвитку тренуваності, ступінь відновлення після попереднього навантаження, готовність до чергових тренувальних навантажень або змагальної діяльності.

Ключові слова: пульсометр, ЧСС, лактат, карате, тренування, управління, контроль, відновлення, втома, адаптація.

Постановка проблемы. Современный процесс подготовки и соревновательной деятельности спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в каратэ, отличается исключительно большими нагрузками, целью которых является стимуляция адаптационных реакций, развитие тренированности, повышение уровня различных сторон подготовленности, интеграция технико-тактических возможностей с потенциалом систем обеспечения, достижение наивысшего уровня готовности к стартам в основных соревнованиях. Современная спортивная тренировка тесно связана с такими понятиями как утомление и восстановление, адаптация, переадаптация и деадаптация, переутомление, перенапряжение функциональных систем, перетренированность [10, 12, 13, 19, 28, и др.]. Особой проблемой, особенно острой для каратэ, является травматизм [17, 18, 24], который также тесно связан с такими понятиями как переутомление, недовосстановление, деадаптация, перетренированность и др., так как именно характерные для них состояния серьёзно увеличивают риск травм [22, 26, 30].

В этих условиях резко возрастают требования в отношении объективизации управления тренировочным процессом на основе объективного контроля за состоянием спортсмена, реакциями его организма на тренировочные и соревновательные нагрузки, а также факторы внешней среды.

Управление тренировочным процессом предполагает наличие трех последовательных этапов:

1) сбор информации о состоянии спортсменов, отражающей реакции на тренировочные и соревновательные нагрузки;

2) анализ полученной информации, разработка рекомендаций по уточнению и коррекции содержания тренировочного процесса на основе сопоставления полученных данных с заданными;

3) принятие решений по изменению основных параметров тренировочного процесса – динамики нагрузок, состава средств и методов, построения программ последующей тренировки и др. [6, 33, 37].

В зависимости от связи с различными структурными образованиями тренировочного процесса (занятия, микроциклы, мезоциклы, периоды, этапы и др.) выделяют три вида управления: оперативное, текущее и этапное [4, 8]. Оперативное управление направлено на оптимизацию структуры, содержания и взаимодействия отдельных упражнений и их комплексов в тренировочных занятиях, определение реакций на нагрузки отдельных занятий и их сочетаний, обеспечение готовности к отдельным поединкам или их серии в течение одного дня. Этот вид управления связан с микроструктурой тренировочного и соревновательного процессов – программами занятий, построением тренировки в течение тренировочного или соревновательного дня, микроцикла и др.

Текущее управление ориентировано на рационализацию структуры и содержания тренировочных мезоциклов – 3–6-недельных структурных образований, являющихся

относительно самостоятельными элементами структуры тренировочного процесса, в котором преимущественно решаются те или иные задачи [2, 3]. Направленное управление работоспособностью, восстановительными и адаптационными процессами, профилактикой переутомления, обеспечение соответствия содержания задачам мезоцикла в общей структуре макроцикла или года являются основными сторонами управления на этом уровне.

Этапное управление ориентировано на обеспечение рационального процесса подготовки в течение макроциклов и входящих в них периодов и этапов подготовки. Предусматривает управление процессами развития различных двигательных качеств, становления технико-тактического мастерства, формированием суммарного тренировочного эффекта и др. [6, 17, 23].

Важнейшую роль применительно к различным видам управления играет наличие объективных методов контроля за функциональными возможностями спортсменов, их готовностью к напряженной тренировке и соревновательной деятельности, протеканием у них процессов утомления, восстановления, развития адаптационных реакций, появления признаков переутомления, перетренированности и др. [12, 35, 36].

Естественно, что объективный контроль за этими процессами и реакциями должен быть непрерывным, сопровождать выполнение программ тренировочных занятий, позволять оценивать состояние организма спортсмена в течение тренировочных дней, микроциклов, мезоциклов, периодов и этапов подготовки. Такой контроль возможен лишь при использовании простейших методов, естественно вписывающихся в тренировочный процесс и образ жизни спортсменов, не требующих значительных временных затрат, сложной аппаратуры, существенных затрат на обработку и интерпретацию полученных результатов. Это и повышает значимость таких методов контроля, как оценка работоспособности при выполнении отдельных упражнений и их комплексов, программ тренировочных занятий, субъективная оценка готовности к работе, состояния утомления и восстановления и др.

Особую ценность в этом отношении может представлять частота сердечных сокращений (ЧСС), регистрируемая в условиях покоя или при выполнении различных физических нагрузок. Сам факт использования ЧСС для оценки функционального состояния спортсменов новизны не представляет. Новизной отличаются инновационные методы регистрации частоты сокращений сердца, которые многократно расширяют возможности ее использования, изучения и формирования комплексных программ тестирования с регистрацией сердечного ритма, расширяющих возможности объективизации тренировочного процесса, повышения его результативности, профилактики переутомления и перетренированности.

В современных пульсометрах реализованы новые технологии, позволяющие надежно регистрировать ЧСС в течение суток, получить сведения о максимальной и минимальной ЧСС, сумму сердечных сокращений в те-

чение любого промежутка времени. По ЧСС косвенным способом определяют количество калорий, затраченных спортсменом. Все эти показатели при регулярной фиксации и всестороннем анализе могут существенно влиять на качество тренировочного процесса [9].

Современные методы непрерывного измерения частоты сокращений сердца в условиях реальной спортивной деятельности, отдыха или сна позволяют получить важную и объективную информацию о состоянии организма спортсмена, его реакции на тренировочные и соревновательные нагрузки, протекание восстановительных процессов, развитие утомления, переутомления, перетренированности, пребывание в условиях среднегорья и высокогорья, жары и холода, эмоциональный стресс и др. [9, 42].

Использование ЧСС в качестве средства обратной связи в тренировочном процессе позволяет управлять параметрами тренировочной нагрузки (продолжительность, интенсивность, режим работы и отдыха и др.) с целью достижения заданного ответа, управления адаптационными реакциями, профилактики переутомления и травм [25].

Точная регистрация ЧСС с использованием современных технических средств может помочь тренеру в решении многих задач, связанных с подбором тренировочных упражнений и режима их использования для повышения уровня производительности аэробной и анаэробной гликолитической (лактатной) систем энергообеспечения [20, 31]. Широки возможности использования данных о динамике ЧСС, регистрируемой как в покое, так и при выполнении программ различных тестов, для контроля за протеканием процессов утомления и восстановления [14], развитием срочных, текущих и долговременных адаптационных реакций [32], особенно отставленного тренировочного эффекта [33].

Данные ЧСС, регистрируемые в покое, а также во время и после стандартных нагрузок, могут быть использованы и для диагностики переутомления, перенапряжения функциональных систем [12, 33, 38], ранней диагностики перетренированности [9, 11].

Возможно использование ЧСС и для управления функциональным состоянием организма спортсменов в соревнованиях, в случае, когда атлет вынужден стартовать несколько раз в течение дня, как это имеет место в каратэ [9].

Цель исследования – определить роль пульсометрии при управлении тренировочным процессом в каратэ.

Методы исследования. Разностороннее тестирование с непрерывной регистрацией ЧСС обеспечивали с помощью современных беспроводных пульсометров «Polar Team». В процессе тестирования применяли нагрудное устройство, закрепленное специальным ремнем на груди испытуемого, позволяющее осуществлять наиболее точные измерения. Для исключения искажения сигналов использовали модель устройства с кодированным сигналом, настроенным только на определенного спортсмена, что дополнительно увеличивало точность, получаемых измерений.

Инновационность технологии обеспечивало применение современных моделей пульсометра, выпу-

скаемых со встроенным вайфаем, либо блютузом. С их помощью имелась возможность передавать данные с пульсометра непосредственно на мобильное устройство или компьютер сотрудников и испытуемых (рис. 1).

Программа включала регистрацию ЧСС в условиях покоя и при выполнении программы специфических для каратэ тестов. В состоянии покоя регистрировали ЧСС сразу после сна, а также непрерывно в течение четырех часов наиболее глубокого сна – с 0:30 до 4:30. Эти данные использовали для оценки протекания адаптационных реакций и контроля за протеканием восстановительных процессов после выполнения программ тренировочных занятий или их серий.

Для оценки протекания адаптационных реакций и контроля за ростом тренированности или развитием процесса переутомления или перенапряжения функциональных систем тестирование осуществляли в конце восстановительных микроциклов, на фоне восстановления напряженной предшествовавшей тренировки и за два дня до ответственных соревнований или очередного ударного микроцикла. Уменьшение количества сокращений сердца сразу после сна, как и суммарного количества сокращений сердца в течение четырех часов сна, являлись признаками, отражающими благоприятное развитие тренированности, высокий уровень функциональной подготовленности в преддверии предстоящих соревнований.

С целью повышения объективности тестирования, обеспечения органичной взаимосвязи ЧСС со специфической двигательной деятельностью, характерной для каратэ, нами разработаны два специальных 3-минутных теста: стандартный и максимальный. Программа стандартного теста включала восемь упражнений, последовательно выполняемых с интервалами отдыха – 10 с после каждого упражнения:

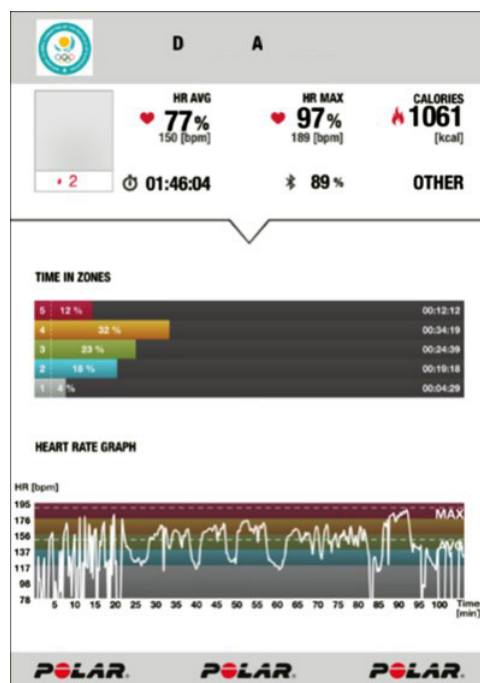


РИСУНОК 1 – Пример регистрации частоты сокращений сердца у спортсмена (Д.А.) в процессе 100-минутного тренировочного занятия

1. «Пружинка» – 20 раз. И.п. – упор лежа; 1 – прыжком принять положение упор присев; 2 – прыжком вернуться в исходное положение.

2. Бег с высоким подниманием бедра – 60 раз. И.п. – стоя; поочередное поднятие согнутых в коленных суставах ног до уровня таза. Движение сопровождается активной работой согнутых в локтях рук.

3. Удары левой рукой – 35 раз. И.п. – правосторонняя стойка, руки приподняты и согнуты в локтях. Наносится короткий удар передней левой рукой.

4. Пресс скручивание – 15 раз. И.п. – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу на ширине плеч, руки вверх. 1 – подъем корпуса в положение сидя, руками коснуться пола; 2 – вернуться в исходное положение.

5. Отжимания – 20 раз. И.п. – упор лежа, руки на ширине плеч. 1 – согнуть руки в локтевых суставах до касания груди поверхности пола; 2 – вернуться в и.п.

6. Удары правой рукой – 35 раз. И.п. – левосторонняя стойка, руки приподняты и согнуты в локтях. Наносится короткий удар передней правой рукой.

7. Бёрпи – 8 раз. И.п. – стоя; 1 – упор присев, коснуться руками пола; 2 – прыжком перейти в упор лежа; 3 – прыжком вернуться в упор присев; 4 – прыжок вверх с хлопком ладонями над головой.

8. Выпрыгивание из позиции полуприседа – 20 раз. И.п. – стоя, ноги на ширине плеч, спина прямая; 1 – на вдохе полуприсед до сгибания ног в коленных суставах на 90°; 2 – прыжок вверх максимально высоко. Приземление после прыжка в положение полуприседа.

Максимальный тест был построен на аналогичном материале. Однако в отличие от предыдущего теста в каждой части максимального теста спортсмен стремился выполнить максимально возможное количество двигательных действий. Таким образом, в максимальном тесте суммарная работоспособность была на 20–30 % выше по сравнению со стандартным.

Частота сердечных сокращений регистрировали как во время выполнения программы каждого из тестов, так и в течение 5 мин восстановительного периода.

Стандартный тест ориентирован на контроль за функциональными возможностями, протеканием адапционных процессов, а также на выявление признаков переутомления и перенапряжения функциональных систем, оценку состояния функциональной готовности к последующей напряженной тренировочной или соревновательной деятельности. Уменьшение суммы сокращений сердца как за время выполнения его программы, так и в течение 5 мин восстановительного периода следует рассматривать как благоприятный признак, отражающий возросший уровень возможностей кардиореспираторной системы, более эффективное использование экономичных источников энергии. Напротив, увеличение суммы сокращений сердца как во время работы, так и в восстановительном периоде свидетельствует о недоставлении или развитии процессов переутомления, перенапряжения функциональных систем и является

сигналом к коррекции тренировочных нагрузок, недостаточной готовности к соревновательным стартам.

В максимальном тесте, напротив, увеличение количества сокращений во время работы и, особенно, в восстановительном периоде, является благоприятным признаком, отражающим увеличение функциональных резервов аэробной и анаэробных систем энергообеспечения и возможностей к их мобилизации, более глубокому использованию резервных возможностей для повышения суммарной работоспособности.

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА

Частота сердечных сокращений находится в тесной зависимости с другими важнейшими характеристиками возможностей кислородтранспортной системы. Многочисленными исследованиями показано, что снижение ЧСС в состоянии покоя сопровождается увеличением систолического объема и доступа крови к мышечным клеткам, а также увеличением артериовенозной разности по кислороду [15, 42]. Максимальная ЧСС при физических нагрузках тесно коррелирует с уровнем потребления кислорода и величиной сердечного выброса – интегральными характеристиками возможностей аэробной системы энергообеспечения [20, 21].

Частота сердечных сокращений отражает интенсивность работы сердца, величину нагрузки на сердечную мышцу. Потребление кислорода – интегральный показатель, отражающий активность системы внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, которые обеспечивают снабжение мышцы кислородом, а также интенсивность утилизации кислорода мышцами. Несмотря на столь существенные различия, между ЧСС и количеством потребляемого кислорода существует достаточно выраженная линейная зависимость. Однако проявляется она при работе в устойчивом состоянии, не связанной со значительной активацией анаэробного гликолиза [9].

В процессе разминки и при выполнении работы с интенсивностью не превышающей 95–100 % ЧСС отмечается

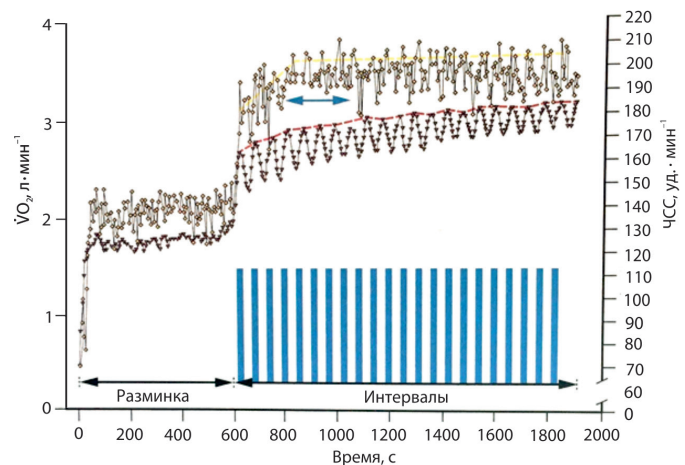


РИСУНОК 2 – Взаимосвязь частоты сердечных сокращений (◇) и потребления кислорода (▽) в процессе интервальной тренировки [31]

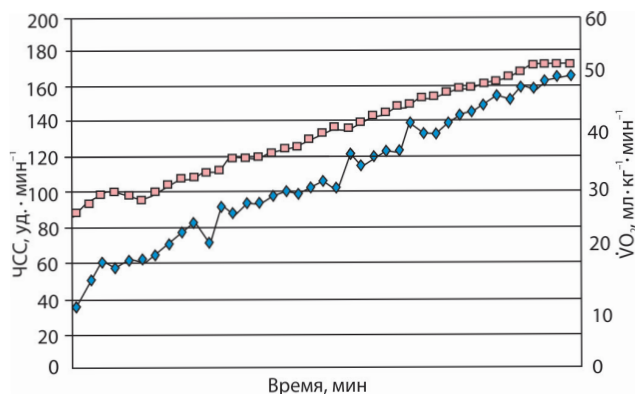


РИСУНОК 3 – Динамика частоты сердечных сокращений (■) и потребления кислорода (◆) при непрерывной работе с повышением интенсивности [9]

четкая линейная зависимость между ЧСС и потреблением кислорода [12], это наглядно может быть проиллюстрировано данными рисунка 2, отражающего динамику этих показателей при интервальной тренировке (30 с – работа, 30 с – пауза), а рисунка 3 – при непрерывной работе.

Происходит это до того момента, когда ЧСС достигает 95–100 %. Здесь потребление кислорода может возрасти при стабилизации ЧСС. Дальнейшее увеличение интенсивности работы, требующее активизации анаэробного гликолиза, уже никак не связано с ЧСС, которая теряет свою информативность [20].

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

Уменьшение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя, после сна, является объективным показателем, отражающим мощность сердечной мышцы и эффективность системы кровообращения. Достаточно сказать, что у выдающихся спортсменов, специализирующихся в велосипедных шоссейных гонках, лыжных гонках, беге на длинные дистанции и марафонском беге, т.е. в видах спорта и дисциплинах, предъявляющих предельные требования к кислородтранспортной системе, частота сокращений сердца в состоянии покоя может составлять 28–35 уд. · мин⁻¹ [9, 42].

Мониторинг ЧСС во время сна и рано утром после пробуждения, наряду с такими показателями, как качество сна и самочувствие, позволяет оценить реакцию спортсмена на нагрузку прошедшего дня, его готовность к перенесению очередных нагрузок. Уменьшение ЧСС является благоприятным признаком, свидетельствующим о развитии тренированности и готовности к работе. Напротив, увеличение частоты пульса отражает недовосстановление, переутомление или действие внешних негативных факторов. У спортсменов, находящихся в состоянии недовосстановления ЧСС в покое может быть на 3–5 уд. · мин⁻¹ выше обычной. Такая же реакция сердца и при стандартных нагрузках. В условиях недовосстановления стандартные тренировочные программы могут потребовать увеличения ЧСС на 5–10 уд. · мин⁻¹ [9].

Частота сердечных сокращений рано утром после пробуждения в определенной мере зависит от качества сна, предшествующего пробуждению. Беспокойный сон с яркими сновидениями может существенно повлиять на ЧСС. Более объективную информацию о состоянии спортсмена может дать длительная регистрация ЧСС в фазах устойчивого сна, что позволяют современные пульсометры.

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В КОНТРОЛЕ ЗА ИНТЕНСИВНОСТЬЮ И НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Несомненный интерес представляют данные о связи интенсивности работы, оцениваемой по данным ЧСС, с субстратами, используемыми для ресинтеза АТФ.

В условиях основного обмена 95 % энергии образуется от окисления жиров и только 5 % – углеводов. При работе невысокой интенсивности основным источником энергии также является окисление жиров. Так происходит до уровня интенсивности работы, соответствующего 40–45 % $\dot{V}O_{2max}$ или ЧСС 65–70 % максимальной. Важно, что работа такой интенсивности осуществляется за счет активизации преимущественно медленносокращающихся мышечных волокон, способствует увеличению в результате тренировки количества и размера митохондрий в волокнах этого типа способствует увеличению использования ими жирных кислот для производства АТФ [39, 41].

Повышение интенсивности работы, вызывающей учащение ЧСС более 70 % максимальной, приводит к постепенному увеличению использования мышечного гликогена, который уже на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО) является преобладающим источником энергии [15, 39]. Параллельно происходит и увеличение количества быстросокращающихся мышечных волокон, вовлекаемых в двигательную деятельность [7, 34].

Увеличение интенсивности работы сверх уровня ПАНО постепенно усиливает роль анаэробного гликолиза, который при ЧСС, достигающей 95–100 % максимальной, оказывается преобладающим источником энергии [16, 29]. Дальнейшее повышение интенсивности работы уже не связано с увеличением ЧСС, которая утрачивает свою информативную ценность, однако лишь в отношении интенсивности работы [9].

Однако параллельно возрастает информативность ЧСС, регулируемой в течение восстановительного периода. Продолжительность восстановления ЧСС, как и сумма сердечных сокращений, затраченных на устранение сдвигов, вызванных работой, достаточно объективно отражают величины нагрузки, перенесенной спортсменом [4].

При исчерпании запасов мышечного гликогена работа может быть продолжена только путем окисления жиров, что связано со снижением ее интенсивности. Способность интенсифицировать окисление жиров и экономить за счет этого запасы гликогена исключительно важна для высокой результативности продолжительной работы.

Квалификация и уровень тренированности спортсмена обуславливают максимальную ЧСС, не превыша-

ющую ПАНО, и при работе, выполняемой в комфортной зоне, не приводят к накоплению в мышцах молочной кислоты. У спортсменов невысокой квалификации ПАНО обычно наступает при ЧСС, составляющей 70–75 % максимальной. У спортсменов высокого класса, отличающихся большой мощностью и емкостью аэробной системы энергообеспечения ПАНО может соответствовать ЧСС, достигающая 85–90 % и, даже, 95 % максимальной [1, 38]. Интенсивность работы на уровне ПАНО вовсе не означает достижения максимальных величин потребления кислорода. До ПАНО отмечается линейный характер между динамикой увеличения ЧСС и потребления кислорода. Затем ЧСС постепенно стабилизируется, а потребление кислорода продолжает возрастать [9].

Таким образом, подбор тренировочных средств, мобилизующих различные механизмы энергообеспечения работы, с достаточной точностью может быть обеспечен определением ЧСС:

- 60–70 % – работа аэробного характера, преимущественно обеспечивается окислением жиров;
- 70–80 % – аэробная работа, обеспечивается окислением жиров и углеводов;
- 80–90 % – работа смешанного аэробно-анаэробного характера, обеспечивается окислением углеводов в аэробном и анаэробном гликолитическом процессе;
- 90–100 % – анаэробная работа, преимущественно обеспечиваемая окислением углеводов в анаэробном процессе [9].

Примерно такую же классификацию рекомендуют специалисты США. Для повышения возможностей аэробной системы энергообеспечения предлагаются три группы упражнений:

- EN1 – упражнения на уровне ПАНО (ЧСС – 60–70 % максимальной);
- EN2 – упражнения на уровне ПАНО (ЧСС – 70–85 % максимальной);
- EN3 – упражнения с ЧСС 85–95 % максимальной, выходящие за границу ПАНО [27].

Для более высоких зон интенсивности работы ЧСС теряет свою информативность. Доведение ЧСС до максимального уровня (упражнения с интенсивностью SP1) отражает смешанный аэробно-анаэробный характер энергообеспечения работы. Дальнейшее повышение интенсивности происходит на фоне максимальной ЧСС при постоянном увеличении анаэробного гликолиза и, естественно, концентрации молочной кислоты в мышцах (упражнения с интенсивностью SP2). Упражнения с предельно доступной интенсивностью (SP3) кратковременны (не более 10–15 с) и обеспечиваются системой АТФ–КрФ при максимальной ЧСС [27, 40].

Детализация направленности тренировочных упражнений, опирающаяся на регистрацию ЧСС, приводит к выделению семи зон интенсивности.

К *первой* зоне относятся аэробные упражнения малой интенсивности (восстановительные) – ЧСС – 60–65 % максимальной. *Вторая* зона – аэробные упражнения

умеренной интенсивности, ЧСС – 70–80 % максимальной, концентрация лактата в крови – 2–3 ммоль • л⁻¹. *Третья* зона – аэробные упражнения с высокой интенсивностью (на уровне ПАНО), ЧСС – 80–90 % максимальной, концентрация лактата в крови – 3–4 ммоль • л⁻¹. *Четвертая* зона – смешанные аэробно-анаэробные упражнения с преимущественной мобилизацией аэробной системы энергообеспечения, ЧСС – 90–95 % максимальной, концентрация лактата – 5–6 ммоль • л⁻¹. *Пятая* зона – смешанные анаэробно-аэробные упражнения с преимущественной мобилизацией анаэробного гликолиза, ЧСС – 95–100 % максимальной, концентрация лактата в крови – до 7–9 ммоль • л⁻¹. *Шестая* зона – анаэробные упражнения с максимальной активизацией анаэробного гликолиза, ЧСС максимальная, концентрация лактата максимальная. *Седьмая* зона – спринтерская, энергообеспечение преимущественно обеспечивается системой АТФ–КрФ [6]. Естественно, что информативность ЧСС распространяется на первые пять зон интенсивности. Для определения воздействия упражнений шестой и седьмой зон интенсивности используются уже другие критерии [6].

ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

Как известно, для ударных микроциклов характерны исключительно большие объемы работы, высокая суммарная нагрузка на организм спортсменов. Такие микроциклы, как правило, связаны с планомерно прогрессирующим утомлением, снижением работоспособности к концу их программ [3, 6]. Восстановительные процессы после суммарной нагрузки таких микроциклов могут затянуться на несколько дней, что должно учитываться при планировании программ очередных микроциклов [4, 5].

В этой связи важно рассмотреть информативность регистрации ЧСС в состоянии покоя (после пробуждения) как одного из критериев оценки динамики функционального состояния организма спортсменов в тренировочном процессе. На рисунке 4 представлена динамика ЧСС в состоянии покоя у шести каратистов высокой квалификации в течение недельного ударного микроцикла с большим суммарным объемом работы – 12 тренировочных занятий, при ежедневном объеме работы – 4,5–5 ч, а недельном – 27–30 ч. Данный микроцикл планировался на фоне полного восстановления организма спортсменов после предшествовавшей тренировки.

Представленные на рисунке 4 данные свидетельствуют о том, что у всех спортсменов имеет место четко выраженная тенденция к увеличению ЧСС от одного дня к другому, что естественно связывать с развитием утомления и недовосстановлением функциональных возможностей спортсменов. Увеличение ЧСС по отношению к исходному уровню у различных спортсменов колеблется в диапазоне от 2 до 5 уд. Лишь в одном случае не выявлено тесной

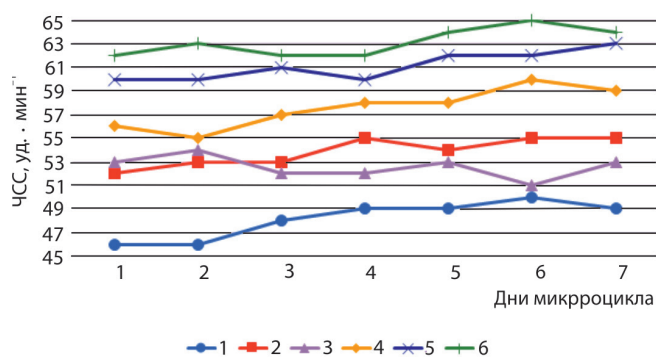


РИСУНОК 4 – Динамика частоты сердечных сокращений в состоянии покоя (после пробуждения) у спортсменов высокой квалификации в течение ударного микроцикла

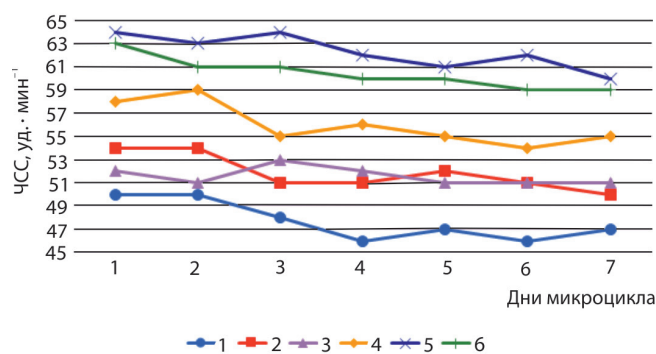


РИСУНОК 5 – Динамика частоты сердечных сокращений в состоянии покоя (после пробуждения) у спортсменов высокой квалификации в течение восстановительного микроцикла

взаимосвязи между увеличением ЧСС в состоянии покоя и динамикой нагрузки в ударном микроцикле. Во всех остальных случаях отмечается планомерное увеличение ЧСС, достигающее максимальных величин в заключительные дни ударного микроцикла. В отдельных случаях ЧСС увеличилась на 4–5 уд. • мин⁻¹, что составило около 8–9 %.

Выраженную зависимость между ЧСС и восстановлением состояния организма спортсменов мы обнаруживаем и при рассмотрении динамики ЧСС в восстановительном микроцикле (рис. 5). Как свидетельствуют представленные данные, у всех испытуемых восстановление функциональных возможностей организма сопровождалось уменьшением ЧСС в состоянии покоя. Наиболее резко ЧСС уменьшалась в течение первых трех дней микроцикла, достигая минимальных величин на 5–7-й дни.

Таким образом, ЧСС в состоянии покоя может рассматриваться в качестве одного из критериев активности адаптационных реакций организма спортсменов в ответ на тренировочные нагрузки, развития процессов утомления и восстановления, готовности спортсмена к напряженной работе.

К аналогичным результатам мы приходим, знакомясь с изучением динамики суммарной ЧСС, регистрируемой в течение 4 ч наиболее глубокого сна. Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице 1, планомерное увеличение нагрузки в течение ударного микроцикла сопровождается увеличением суммы сокращений

сердца, что отражает увеличение интенсивности восстановительных и адаптационных реакций, происходящих в организме спортсменов под влиянием переносимых нагрузок. Увеличение нагрузки на сердечно-сосудистую систему происходит планомерно и достигает максимальных величин на шестой и седьмой дни микроцикла. У отдельных спортсменов разность между итоговой ЧСС (шестой-седьмой дни) и исходной (первый день) превышает 900 уд., а минимальная разность – 500 уд. (табл. 2). С учетом систолического объема количество крови, поступающей в аорту в течение 4 ч в конце микроцикла, в состоянии суммарного утомления может увеличиваться от 30–40 до 60–80 л [21, 39].

Прямо противоположную картину мы наблюдаем при рассмотрении динамики суммарного количества сокращений сердца у спортсменов во время 4-часового сна в течение 7-дневного восстановительного микроцикла. Наивысший уровень количества сокращений сердца отмечается в ночь, следующую за последним днем ударного микроцикла с высокой суммарной нагрузкой (табл. 2). В последующие дни отмечается снижение данного показателя. У отдельных спортсменов это снижение носит постепенный характер и достигает минимальных величин на пятый–седьмой дни микроцикла. У других уже на второй-третий дни восстановительного микроцикла отмечается резкое снижение суммарного количества сокращений сердца с последующей его относительной стабилизацией. Однако во всех случаях суммарное количество сокращений сердца во время сна наглядно

ТАБЛИЦА 1 – Динамика суммарной частоты сокращений сердца (во время сна, 4 ч) у спортсменов высшей квалификации в течение ударного микроцикла

Спортсмены	День микроцикла						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
А. Д.	11 755	12 007	11 995	12 533	12 614	12 711	12 600
А. К.	12 016	12 070	12 513	12 650	12 706	12 370	12 734
А. Д.	12 495	12 619	12 594	12 944	13 328	13 097	13 448
А. Е.	12 238	12 379	12 295	12 402	12 565	12 770	12 714
Ю. Д.	14 420	14 453	14 806	14 758	15 078	15 176	15 362
К. З.	14 884	14 900	14 896	15070	15 177	15 402	15 344

ТАБЛИЦА 2 – Динамика суммарной частоты сердечных сокращений (во время сна, 4 ч) у спортсменов высшей квалификации в течение восстановительного микроцикла

Спортсмены	День микроцикла						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
А. Д.	12 731	12 610	12 503	12 549	12 511	12 129	12 246
А. К.	12 692	12 405	12 298	12 376	11 904	11 765	11 990
А. Д.	13 200	12 730	12 470	12 506	12 296	12 364	12 308
А. Е.	12 824	12 290	12 308	12 153	12 004	12 170	12 050
Ю. Д.	15 410	14 992	14 880	14 630	14 456	14 572	14 537
К. З.	15 300	15 380	15 175	14 903	14 690	14 808	14 703

отражает особенности протекания восстановительных реакций после нагрузки ударного микроцикла (табл. 2).

ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В СТАНДАРТНОМ ТЕСТЕ

Информативность предложенного нами стандартного специфического 3-минутного теста, построенного на материале характерной для каратэ, двигательной активности с одновременной регистрацией ЧСС, подтверждается наличием тесной связи суммарной ЧСС как во время выполнения программы теста, так и в восстановительном периоде с уровнем подготовленности спортсменов.

По мере повышения тренированности у всех испытуемых отмечено существенное снижение количества сокращений сердца, затраченное на выполнение программы теста. Об этом свидетельствовали как выборочные обследования на разных этапах тренировочного макроцикла, проводимые в конце восстановительных микроциклов, так и, что самое главное, в конце заключительного этапа подготовки к главным соревнованиям, в конце завершающего восстановительного микроцикла.

На рисунке 6 представлены данные, отражающие суммарную ЧСС (за исключением данных относительного (после разминки) покоя) у спортсменов высокого класса, полученные при выполнении программы стандартного теста в принципиально различных функциональных состояниях. Исходное тестирование проводили сразу после переходного периода в первые 2–3 дня подготовительного периода очередного макроцикла. Итоговое тестирование осуществляли в конце макроцикла, за 2–3 дня перед ответственными соревнованиями, когда спортсмен находился в состоянии высокой тренированности и готовности к стартам. Приведенные на рисунке 6 данные наглядно отражают улучшение подготовленности спортсмена под влиянием программы макроцикла, что ярко проявляется в снижении ЧСС, зарегистрированный как во время работы, так и в восстановительном

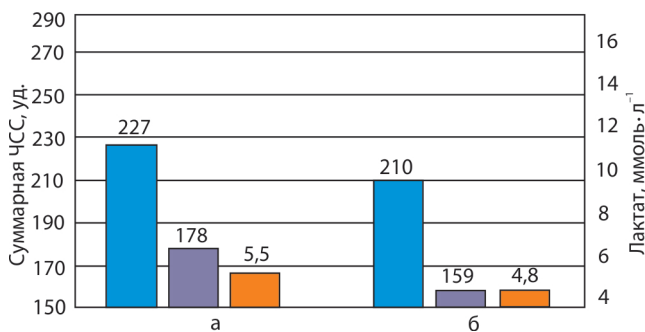


РИСУНОК 6 – Суммарная частота сокращений сердца (за исключением данных относительного (после разминки) покоя) и концентрации лактата в крови у мастера спорта международного класса А.Д. при выполнении программы стандартного теста в начале подготовительного периода (а) и в соревновательном периоде перед ответственными соревнованиями (б): ■ – сокращения сердца за время теста, ■ – сокращения сердца за время восстановления, ■ – лактат (5-я минута восстановления)

периоде. Количество сокращений сердца за время выполнения программы 3-минутного теста снизилось на 17 ударов с 227 до 210 (8,5 %), а за время восстановления (5 мин) – со 178 до 159, т.е. на 10,7 %. Столь существенный прирост не отражает в полной мере уровень повышения функциональных возможностей спортсмена, так как не учитывает происходящее с ростом тренированности увеличение систолического объема и сердечного выброса, повышение экономичности работы [7, 21]. Однако даже регистрация лишь количества сокращений сердца является достаточно надежным критерием для оценки развития тренированности спортсмена, контроля за протеканием восстановительных и процессов, определения его готовности к соревновательным стартам или тренировочным нагрузкам.

Следует также отметить, что косвенным показателем, свидетельствующим об объективности тестирования функционального состояния и возможностей спортсмена по данным количества сокращений сердца, регистрируемой во время выполнения программы теста и в восстановительном периоде после нее, является связь результатов тестирования с концентрацией лактата в крови. Концентрация лактата в крови на 5-й минуте восстановления после нагрузки теста существенно снизилась в соревновательном периоде по сравнению со значениями, полученными в подготовительном (рис. 6).

Для оперативного контроля может быть рекомендовано использование результатов стандартного трехминутного теста с регистрацией ЧСС как во время работы, так и в восстановительном периоде. Регулярное тестирование может свидетельствовать об оперативной готовности спортсмена к выполнению тренировочных программ и, тем самым, способствовать оптимальному подбору объемов работы и величины нагрузок в занятиях, что особенно важно, когда занятия проводятся два-три раза в день.

Как показали наши исследования, суммарное количество сокращений сердца, затраченное на стандартную нагрузку, в различных состояниях существенно колеблется. Объем выполненной работы и наличие выраженного утомления существенно влияют на этот показатель. Это убедительно показано в проведенном нами эксперименте, в котором тестирование проводили дважды в программе одного 2,5-часового занятия с большой нагрузкой смешанной (базовой и специальной) направленности. Первый тест спортсмены выполняли после 20-минутной разминки в состоянии высокой готовности к работе. Регистрировали суммарное количество сокращений сердца за время работы (3 мин) и восстановления (5 мин). Повторное тестирование проводили в конце занятия, через 5 мин после окончания его программы. В качестве характерного примера приведем результаты тестирования одного из спортсменов высшей квалификации, характерные для всех участников эксперимента (рис. 7).

Представленные данные убедительно свидетельствуют о том, что состояние утомления серьезно сказывается

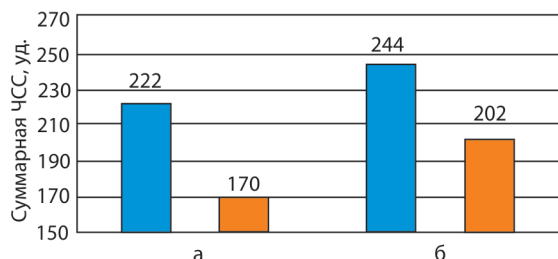


РИСУНОК 7 – Суммарная частота сердечных сокращений (за исключением данных относительного (после разминки) покоя) у мастера спорта международного класса А. Д. при выполнении программы стандартного теста (■ – 3 мин) и в восстановительном периоде (■ – 5 мин): а – после разминки; б – после выполнения программы занятия с большой нагрузкой

ся на пульсовой сумме как при выполнении программы стандартного теста, так и после нее, в 5-минутном восстановительном периоде. Существенное увеличение количества сердечных сокращений во время работы (с 222 до 244 уд., 9,9 %) и в восстановительном периоде (со 170 до 202 уд., 15,8 %) наглядно свидетельствует о снижении функциональных возможностей спортсмена.

ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ СЕРДЦА В МАКСИМАЛЬНОМ ТЕСТЕ

При проведении этапных исследований с целью определения динамики развития тренированности могут использоваться данные регистрации ЧСС при выполнении программы максимального теста, требующего демонстрации предельного для данного этапа подготовки уровня работоспособности. На рисунке 8 приведены характерные для результатов нашего исследования показатели суммарной ЧСС (за исключением данных относительного (после разминки) покоя) у спортсмена высшей квалификации при выполнении программы максимального теста. Как и в предыдущем исследовании, тестирование осуществляли дважды. Исходные данные были получены в начале подготовительного периода, перед началом базовой подготовки, а итоговые – в соревновательном периоде, перед ответственными соревнованиями.

Полученные результаты свидетельствуют о существенной возросшей способности спортсмена к мобилизации функциональных резервов, возрастании энергетических затрат на выполнение работы, требующей максимально доступной работоспособности (рис. 7). Суммарное количество сокращений сердца при выполнении 3-минутной программы теста возросло на 5,4 % (с 262 до 277 уд.), в течение 5-минутного восстановительного периода – на 5,9 % (с 240 до 255 уд.). Увеличение количества затраченных на работу сокращений сердца сопровождалось увеличением энергообеспечения работы за счет анаэробного гликолиза, что выразилось в повышении концентрации лактата в крови через 5 мин после выполнения программы теста на 23,1 % (с 9,5 до 12,2 ммоль · л⁻¹). Конечно, и в

этом случае не учитывалось вполне объяснимое повышение возможностей сердечной мышцы в отношении увеличения систолического объема и сердечного выброса. Однако в практических целях указанный тест достаточно точно отражает динамику тренированности спортсменов и эффективность реализуемых тренировочных программ.

Выводы. В условиях современного процесса подготовки спортсменов высшей квалификации, специализирующихся в каратэ, который характеризуется исключительно высокими тренировочными и соревновательными нагрузками, большое значение имеют объективные методы контроля за протеканием восстановительных и адаптационных реакций, такими явлениями как недовосстановление, переутомление и др. Регулярное использование таких методов в условиях оперативного, текущего и этапного управления играет важную роль в оптимизации режима и отдыха в подготовке спортсмена, является гарантией эффективного протекания адаптационных реакций, способствует эффективности совершенствования всех сторон подготовленности спортсмена, является важным фактором профилактики переутомления, перенапряжения функциональных систем, травматизма.

Современные пульсометры, созданные на основе новых технологий, позволяют надежно регистрировать сердечный ритм в любых условиях тренировочной деятельности и обычной жизнедеятельности, что существенно расширило возможности использования ЧСС в системе контроля за функциональным состоянием и функциональными возможностями спортсменов.

Нашими исследованиями показано, что мониторинг ЧСС во время сна и рано утром после пробуждения, наряду с такими показателями, как качество сна и самочувствие, позволяет контролировать динамику функционального состояния спортсменов, оценивать реакцию на предшествующие нагрузки, готовность к очередным тренировочным занятиям или соревнованиям.

Частота сердечных сокращений во время выполнения тренировочной работы до достижения 95–100 %-ного уровня в значительной мере отражает особенности энергообеспечения мышечной деятельности, расход

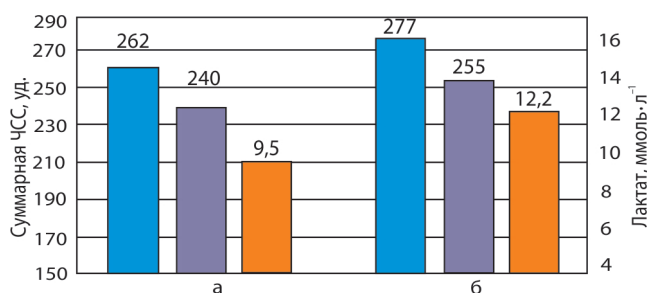


РИСУНОК 8 – Суммарная частота сокращений сердца (за исключением данных относительного (после разминки) покоя) и концентрация лактата в крови у мастера спорта международного класса А. Д. при выполнении программы максимального теста в начале подготовительного периода (а) и в соревновательном, перед ответственными соревнованиями (б): ■ – сокращения сердца за время теста (3 мин); ■ – сокращения сердца за время восстановления (5 мин); ■ – лактат (5-я минута восстановления)

энергии, активизацию различных типов мышечных волокон, преимущественное использование углеводов или жировых субстратов для ресинтеза АТФ.

Регистрация частоты сердечных сокращений во время выполнения программы специального стандартного текста и в восстановительном периоде после нее позволяет оценить динамику развития тренированности, степень восстановления после предшествовавшей нагрузки,

готовность к очередным тренировочным нагрузкам или соревновательной деятельности. Регистрация частоты сокращений во время выполнения программы максимально го теста и в восстановительном периоде несет определенную информацию о повышении способности спортсмена к мобилизации функциональных резервов, увеличении потенциала систем энергообеспечения, и положительной динамике в отношении роста тренированности.

■ Литература

1. Волков НИ, Несен ЭН, Осипенко АА, Корсун СН. Биохимия мышечной деятельности [Biochemistry of muscular activity]. Киев: Олимп. лит.; 2000. 504 с.
2. Матвеев ЛП. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов [Bases of general sports theory and athlete preparation system]. Киев: Олимпийская литература; 1999. 320 с.
3. Матвеев ЛП. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты: учебник для вузов физической культуры [General sports theory and its applied aspects] [5-е изд.]. Москва: Советский спорт; 2010. 340 с.
4. Платонов ВН, Гуськов СИ. Олимпийский спорт [в 2 кн.]. [Olympic sport]. Киев: Олимпийская литература; 1997. Кн. 2. 384 с.
5. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: общая теория и ее практические приложения [System of athletes' preparation in the Olympic sport. General theory and its practical applications]. Киев: Олимп. лит.; 2004. 808 с.
6. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения [System of athletes' preparation in the Olympic sport. General theory and its practical applications] [учебник для тренеров: в 2 кн.]. Киев: Олимп. лит.; 2015. Кн. 2. 752 с.
7. Сили РР, Стивенс ТД, Тейт Ф. Анатомия и физиология [Anatomy and physiology] [в 2 кн.; пер. с англ. Г. Гончаренко]. Киев: Олимп. лит.; 2007. 662 с.
8. Шустин БН. Моделирование и прогнозирование в системе спортивной подготовки. В кн.: Современная система спортивной подготовки [Modeling and predicting in sports preparation system]. Москва: СААМ; 1995. С. 226–237.
9. Benson R, Connolly D. Heart rate training [2nd ed.]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2020. 258 p.
10. Borresen J, Lambert ML. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med.* 2009;39(9):779-95.
11. Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:1153-67.
12. Buchheit M, Laursen P, Stanley J, Plews D, Haddad H, Lacombe M, Simpson B, Saw A. Response to load. In: Laursen P, Buchheit M. Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019:179-212.
13. Castagna C, Impellizzeri FM, Chaouachi A, et al. Physiological responses to ball-drills in regional level male basketball players. *Journal of Sports Sciences.* 2011;29(12):1329–36.
14. Flatt AA, Esco MR. Validity of the athleteTM smart phone application for determining ultra-short-term heart rate variability. *Journal of Human Kinetics.* 2013;39:85-92.
15. Fox EL, Bower RW, Foss ML. The physiological basis for exercise and sport. Madison, Dubuque: Brown and Denchmark, 1993. 710 p.
16. French D. Adaptations to anaerobic training programs. In: G. G. Haff, N. T. Triplett, eds., Essentials of strength training and conditioning [4th ed.]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016: 87-114.
17. French D. Combat sports. In: Laursen P, Buchheit M. Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019: 227-46.
18. Halson SL, Jeukendrup AE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Medicine.* 2004;34:967-81.
19. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual responses to aerobic exercise: The role of the autonomic nervous system. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33(2):107-15.
20. Hill-Haas SV, Dawson B, Impellizzeri FM, Coutts AJ. Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine.* 2011;41(3):199–220.
21. Kenney LW, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics, 2012. 621 p.
22. Kreher JB. Diagnosis and prevention of overtraining syndrome: An opinion on education strategies. *Open Access J Sports Med.* 2016;7:115-22.
23. Laursen P, Buchheit M. Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019. 664 p.
24. Le Meur Y, Duffield R, Skein M. Sleep. In: C. Hausswirth, J. Mujika, eds., Recovery for performance in sport [1st ed.]. Champaign: Human Kinetics, 2013: 99-110.
25. Le Meur Y, Buchheit M, Aubry A, Coutts AJ, Hausswirth C. Assessing overreaching with heart-rate recovery: What is the minimal exercise intensity required? *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(4):569-73.
26. Maffetone Ph, Laursen P, Buchheit M. HIIT and its influence on stress, fatigue, and athlete health. In: Laursen P, Buchheit M, ed. Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019:137-59.
27. Maglischo EW. Swimming fastest [3rd ed.]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. 800 p.
28. Mann T, Lamberts RP, Lambert ML. Methods of prescribing relative exercise intensity: Physiological and practical considerations. *Sports Med.* 2013;43(7):613-25.
29. Martin D. Generating anaerobic power. In: D. Joyce, D. Lewindon, eds., High-performance training for sports [1st ed.]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2014:199-210.
30. Meeusen R, Duclos M, Foster C, et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and American College of Sports Medicine (ACSM). *Med Sci Sports Exer.* 2013;45(1):186-205.
31. Midgley AW, McNaughton LR, Carroll S. Time at VO2max during intermittent treadmill running: Test protocol dependent or methodological artefact? *Int J Sports Med.* 2007;28(11):934-9.
32. Parrado E, Garcia MA, Ramos J, Cervantes JC, Rodas G, Capdevila L. Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to detect R-R intervals at rest. *Int J Sports Med.* 2010;31(5):336-41.
33. Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes – opening the door to effective monitoring. *Sports Med.* 2013;43(9):773-81.
34. Robergs RA, Roberts SO. Fisiologia do Exercício. Sao Paulo: Phorte Editora, 2002. 490 p.
35. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004;287: 502-16.
36. Scott TJ, Black CR, Quinn J, Coutts AJ. Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training in Australian football: A comparison of the CR10 and CR100 scales. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):270-6.
37. Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sports Med.* 2013;43(12):1259-77.
38. Stanley J, Cavalheiro CA. Road running. In: Laursen P, Buchheit M. Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019: 283-96.
39. Swank A, Sharp C. Adaptations to aerobic endurance training programs. In: G. G. Haff, N. T. Triplett, eds. Essentials of strength training and conditioning [4th ed.]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016: 115-34.
40. Urbanek J. Jon Urbanek, coach of Tom Dolan Olympic gold medalist 400 individual medley. The World Swimming Coaches Association Gold Medal Clinic Series. Fort Lauderdale, FL: World Swimming Coaches Association, 1998;2:97-104.
41. Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004. 726 p.
42. Wilmore JH, Costill D, Kenney WL. Physiology of sport and exercise. [4th ed.]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2009. 529 p.

Поступила 26.10.2020