

Утомление и адаптация в спорте

Никола Хаджиев, Даниела Дашева
София, Болгария

Fatigue and adaptation in sport *Nikola Hadzhijev, Daniela Dasheva*

ABSTRACT. *Objective.* To reveal the mechanisms of fatigue and adaptation in sport.

Methods. Analysis of scientific and methodological literature and advanced sports practice.

Results. Fatigue is considered as a special physiological state of an athlete's body, characterized by a temporary decrease in work capacity. It is shown that fatigue is useful and necessary in the process of improving the work capacity of the athlete, which leads to improved athletic performance. The types of fatigue are distinguished depending on the involvement of muscle mass (local, regional, global) and their role in formation of a certain type of adaptation is emphasized. Consideration is given to the relationship: types of muscular work - fatigue - recovery. The chronology of muscular work adaptation process - fatigue, functional and structural changes - is revealed. Multiple repetition of the cycle "work - fatigue" leads to functional and then structural changes in the organs and systems that are directly involved in the performance of specific work. The degree of fatigue, as well as the speed of recovery, is the result of the interaction of many factors, such as volume, intensity, orientation of training load, age, fitness level, degree of sports technique mastery, stage of sports preparation. There are four phases of work and fatigue, which demonstrate the overall dynamics of the processes occurring in the body of the athlete, as well as objective signs of fatigue.

Conclusion. In the course of long-term training process it is important to effectively manage the ratio of fatigue and recovery processes, which is the basic regularity of adaptation changes in the athlete's body in the multifactorial structure of sports training.

Keywords: adaptation, fatigue, recover.

Втомлення і адаптація в спорті *Нікола Хаджієв, Даніела Дашева*

АНОТАЦІЯ. *Мета.* Розкрити механізми стомлення і адаптації в спорті.

Методи. Аналіз науково-методичної літератури і передової спортивної практики

Результати. Розглянуто стомлення як особливий фізіологічний стан організму спортсмена, що характеризується тимчасовим зниженням працездатності. Показано, що стомлення є корисним і необхідним у процесі підвищення працездатності спортсмена, що веде до поліпшення спортивних результатів. Виділено види стомлення залежно від залучення в роботу об'єму м'язової маси (локальне, регіональне, глобальне) і підкреслено їх роль у формуванні певного виду адаптації. Розглянуто взаємозв'язок: види м'язової роботи – стомлення – відновлення. Розкрито хронологію адаптаційного процесу м'язової роботи – стомлення, функціональні і структурні зміни. Багаторазове повторення циклу «робота – стомлення» призводить до функціональних, а потім і до структурних змін в органах і системах, які безпосередньо беруть участь у виконанні конкретної роботи. Ступінь стомлення, як і швидкість відновлення, є результатом взаємодії багатьох факторів, таких, як обсяг, інтенсивність, спрямованість тренувального навантаження, вік, рівень підготовленості, ступінь оволодіння спортивною технікою, етап спортивної підготовки. Виділено чотири фази роботи і стомлення, котрі демонструють загальну динаміку процесів, що протікають в організмі спортсмена, а також об'єктивні ознаки стомлення.

Висновок. У ході багаторічного тренувального процесу важливо здійснювати ефективне управління співвідношенням процесів стомлення і відновлення, що є базовою закономірністю адаптаційних змін в організмі спортсмена в багатofакторній структурі спортивного тренування.

Ключові слова: адаптація, стомлення, відновлення.



РИСУНОК 1 – Виды мышечной работы – утомление – адаптация

Утомление в спорте – сложный процесс, который является реакцией на тренировочные нагрузки. В принципе, без реализации утомления в различных органах и системах организма в процессе спортивной подготовки невозможно формирование срочной и долговременной адаптации.

Утомление – это особое физиологическое состояние временного снижения работоспособности в результате системной длительной деятельности, т. е. тренировочной нагрузки, комплекс защитных реакций организма, которые ограничивают чрезмерные функциональные и биохимические изменения различных структур организма. В этом смысле механизмы утомления включают в свою структуру различные процессы – биохимические, нервно-мышечные, психологические и др. В результате утомления в работающих мышцах накапливаются продукты энергетического распада (лактат), что проявляется в недостатке энергообеспечения для продолжения мышечной работы. Таким образом, объективно оценить утомление организма спортсмена можно по ряду биохимических показателей, прежде всего, по концентрации лактата в крови.

Ряд научных исследований проблемы утомления показывают ее актуальность с точки зрения биологии и имеют существенное значение для деятельности человека в его жизненной эволюции [1, 3, 6, 7, 10].

Физиологические исследования процесса утомления начинаются во второй половине XIX в. Более эффективными становятся научные публикации XX в. и последних лет, которые демонстрируют публикации ряда авторов [8, 2, 5, 11, 12]. Научные результаты исследователей [11] о текущем восстановлении и об устойчивости моторных единиц к утомлению [12] вносят новые элементы как в теорию утомления, так и в теорию адаптации.

Теория и практика показывают, что утомление является полезным и необходимым этапом в процессе повышения работоспособности спортсмена, что ведет к улучшению спортивных результатов.

В зависимости от объема мышечной массы, участвующей в выполнении данной работы, различаем три вида утомления – локальное, региональное и глобальное [9].

В связи с этим проявляется различная степень участия органов, систем организма спортсмена и временное (темпоральное) их участие в хронологии выполнения двигательной задачи. Таким образом, вполне логично представляется градация триады «вид мышечной работы–утомление–адаптация» (рис. 1).

При выполнении локальной работы (до 1/3 общей мышечной массы тела) отмечается **локальное утомление** организма. В результате реализуется локальная адаптация. В другом случае, когда выполняется **региональная мышечная работа** (от 1/3 до 2/3 мышечной массы тела), достигается **региональное утомление**, что ведет к региональной адаптации. На рисунке 1 соответственно показаны **глобальная работа** (больше 2/3 мышечной массы) и утомление, а также **глобальная адаптация**. Логично развивая установленную закономерность, можно классифицировать все виды спорта на основе объема мышечной массы, участвующей в работе и зависящей от специфики вида спорта. Нам кажется, что таким образом можно продифференцировать некоторые научные положения по видам спорта.

Утомление и хронологические этапы его развития представлены на рисунке 2. Действительно, вся продолжительная мышечная работа приводит к утомлению. По логике биологических закономерностей далее следует период восстановления. Многократное повторение цикла «**работа–утомление**» в тренировочном процессе приводит к функциональным, а затем и к структурным изменениям в органах и системах, непосредственно участвующих в выполнении конкретной работы. Иными словами, от величины преодолеваемой тренировочной нагрузки прямо зависят объем и степень утомления, которое по силе функциональной зависимости приводит последовательно к функциональным и структурным изменениям, т. е. к срочной и долговременной адаптации.

Степень утомления, как и скорость восстановления, является результатом взаимодействия многих факторов – объем, интенсивность, направленность тренировочной нагрузки, возраст, уровень спортивной тренированности, степень овладения спортивной техникой, этап подготовки и др. Вместе с тем хорошо известно, что чем

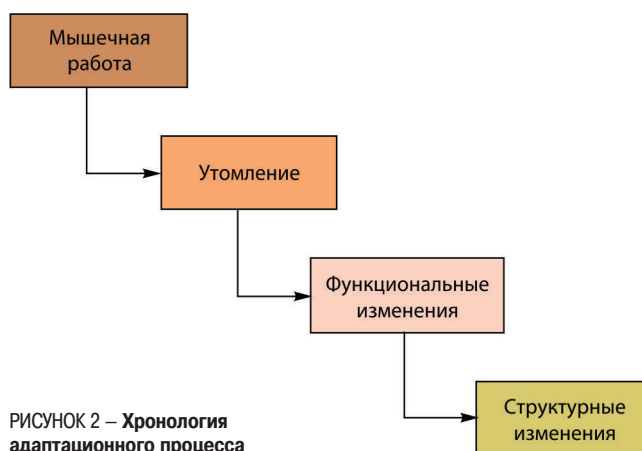


РИСУНОК 2 – Хронология адаптационного процесса

быстрее происходит восстановление, тем лучше адаптация организма и в большей степени возрастают функциональные возможности спортсмена, что ведет к более высокому качеству и к эффективности тренировочного процесса и как результат – к достижению лучших спортивных результатов.

В практике элитного спорта используются и другие варианты планирования спортивной тренировки; иногда целесообразно проводить тренировку на фоне неполного восстановления. Таким образом создаются условия для повышения уровня функционирования организма спортсмена и его общей работоспособности.

В различных видах спорта процессы восстановления не проходят одинаково в связи с характером и спецификой спорта. Так, например, в циклических видах спорта утомление является результатом мощности выполняемой работы независимо от структуры движения. В этом случае основное внимание в процессе восстановления необходимо уделять функционированию кардиореспираторной системы.

Научные публикации показывают, что утомление – это состояние организма, которое возникает в результате выполнения определенной физической работы (тренировочной нагрузки). О первых сигналах усталости во время работы сигнализируют начальные признаки ухудшения работоспособности, снижение двигательных и вегетативных функций, общая дискоординация и др. [5, 6].

В обобщенном виде описанные признаки показывают так называемое явное, видимое утомление [8] в отличие от скрытого (компенсируемого) утомления [9].

В результате специальных исследований установлено [11], что спортивная тренировка на фоне компенсируемого утомления также имеет позитивные структурные изменения, поэтому в процессе спортивной подготовки необходимо создавать условия для его реализации. В данном случае необходимо помнить, что изменения в результате возникшего утомления прямым образом коррелируют с объемом, интенсивностью и характером физической нагрузки. Однако реакция данного спортсмена зависит от уровня спортивной подготовленности, функциональных возможностей, в частности от пола и возраста спортсмена.

При определении утомления на различных этапах спортивной подготовки необходимо учитывать эффективность работы всего организма при выполнении спортивного движения (рис. 3).

На рисунке 3 показаны фазы работы и утомления в спорте, которые демонстрируют общую динамику процессов, протекающих в организме спортсмена. На начальном этапе выполнения тренировочной нагрузки, когда постепенно повышается активность отдельных органов и систем организма, наблюдается постепенное увеличение общего коэффициента полезного действия (КПД) всего организма. В действительности это период энергичной эффективности, т. е. минимально возмож-

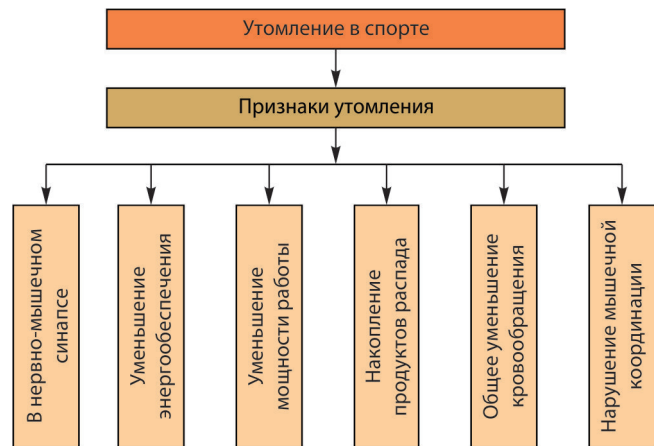


РИСУНОК 3 – Объективные признаки утомления

ный расход энергии на единицу работы (единицу тренировочной нагрузки); практическая реализация биомеханической целесообразности выполняемого спортивного движения, т. е. повышения уровня координации кинематических и динамических параметров и др. Вместе с тем закономерно улучшается деятельность кардиореспираторной системы. В этом периоде пока еще признаки утомления отсутствуют.

Вторая фаза характеризуется стабилизацией уровня КПД, что означает процесс, при котором общие «потребности» организма «удовлетворяются» в процессе работы, т. е. в процессе реализации тренировочной нагрузки. На этом этапе возникает так называемое «компенсируемое утомление» [9]. Здесь все еще не наблюдаются нарушения биомеханической целесообразности движений.

Во время третьей фазы уже объективно прослеживаются признаки некомпенсируемого утомления, т. е. постепенно начинает накапливаться «остаточное» утомление. Это ведет к ухудшению КПД организма. В результате нарушается координация кинематических и динамических параметров выполняемых спортивных движений, уменьшается энергетическая эффективность работы организма, т. е. не реализуется полное удовлетворение потребностей организма, чтобы поддерживать необходимое качество выполнения двигательной задачи.

Во время последней – четвертой фазы логично начинается процесс восстановления, когда идет пополнение всех «затрат» в результате работы. Восстановление всех «ресурсов» осуществляется не только до начального, исходного уровня, но и выше его, реализуется фаза суперкомпенсации. Таким образом, начинается период формирования адаптационных изменений. Известно также, что восстановление различных органов и систем происходит гетерохронно и это должно учитываться при переходе к следующей тренировке, когда будет происходить новое утомление.

Рациональное планирование цикла «работа–утомление» и механизмы развития компенсации утомления в большей степени определяют эффективность процес-

са спортивной тренировки. В этом направлении интерес вызывают исследования В. М. Волкова [1], которые дефинируют некоторые особенности процесса восстановления – гетерохронность восстановления мышечной работоспособности и различных вегетативных функций, как и неодинаковую степень восстановления вегетативных функций, с одной стороны, и мышечную работоспособность – с другой.

Гетерохронность восстановительных процессов является результатом действия различных факторов, но прежде всего зависит от характера тренировочной нагрузки. В данном случае речь идет минимум о трех характеристиках:

- а) режим мышечного сокращения – изотоничен, изометричен и ауксотоничен;
- б) объем мышечной массы, включенной в действие, – локальная, региональная и глобальная мышечная работа;

в) интенсивность и продолжительность мышечной работы – аэробной, анаэробной и смешанной.

В. Н. Платонов [8] подчеркивает, что определение и учет утомления при определенной тренировочной нагрузке за конкретный период времени спортивной подготовки является существенным показателем эффективности управления спортивной тренировкой.

В ходе многолетнего тренировочного процесса особенно важно постоянно осуществлять эффективное управление соотношением процессов утомления и восстановления, что и является базовой закономерностью реализации необходимых адаптационных изменений в многофакторной структуре спортивной тренировки. Это основное правило реализации необходимого срочного и кумулятивного тренировочного эффекта и верный путь для достижения высоких спортивных результатов.

■ Литература

1. Волков ВМ. *Восстановительные процессы в спорте [Recovery processes in sport]*. Москва: Физкультура и спорт; 1977.
2. Волков ВМ. *Физиологические механизмы восстановления работоспособности в спорте [Physiological mechanisms of work capacity recovery in sports]*. Смоленск; 1994.
3. Гаселевич ВВ. *Восстановление в системе индивидуальной подготовки спортсменов высокого класса [Recovery in the system of individual training of high-class athletes]*. МГОИФК; 1992.
4. Дашева Д, Хаджиев Н. *Проблемът «пренос на адаптацията» в спорта [Проблемът «пренос на адаптацията» в спорта]*. СН, кн; 2009.
5. Коц ЯМ. *Спортивная физиология [Sports physiology]*. Москва: Физкультура и спорт; 1986.
6. Моногаров ВД. *Утомление в спорте [Fatigue in sport]*. Киев; 1986.
7. Моногаров ВД. Генезис утомления при напряженной мышечной деятельности [Fatigue genesis during strenuous muscle activity]. *Наука в олимпийском спорте*. 1994;:55–8.
8. 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: Олимпийская литература; 2004. 808 с.
9. Хаджиев Н, Дашева Д. *Функционален адаптационен резерв и тренируемост в спорта [Functional adaptation reserve and trainability in sport]*. СН; 2009.
10. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York–St. Louis; 1986.
11. Kellmann M. *Enhancing Recovery, preventing Underperformance in Athletes*. Human Kinetics; 2002.
12. Roy RR, Edgerton VK. *Skeletal muscle architecture and performance, «Strength and Power in Sport»*. Oxford; 1991.

Перепечатано из: Наука в олимпийском спорте, № 1/2, 2010.