УДК 796.8

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА, ОБЪЁМА И ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК

Трегубова М.В., Тарасов С.С.

ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», Челябинск, e-mail: salage@bk.ru

Изучая феномен человека в спорте высоких достижений с позиций общих принципов теории функциональных систем, особое внимание уделяется реактивности, а также поиску новых путей ликвидации действия агрессивных факторов спортивной среды, ведущих к нарушению саморегуляции ФС и организма спортсмена в целом. Физиологическое и психофизиологическое обоснование эффективных средств и технологий адаптации спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам, с учётом возраста и квалификации спортсменов позволяет понять механизмы воздействия и способы применения физических и психологических средств не только повышения специальной работоспособности спортсменов, и их восстановления, т.е. сохранения и укрепления здоровья. В обследовании приняли участие спортсмены 18–20 лет со спортивным стажем занятий 6–8 лет, специализирующиеся в конькобежном спорте и дзюдо и имеющие спортивную квалификацию от кандидатов до мастеров спорта. Полученные авторами данные позволили не только выявить ключевые показатели адаптоспособности организма, но и своевременно внести в биоуправление спортивной тренировки своевременные и адекватные коррективы.

Ключевые слова: тренировочная нагрузка, адаптация спортсмена, метаболическое состояние, иммунологическая реактивность, функциональная система

DYNAMICS OF FUNCTIONAL REACTIVITY OF THE ORGANISM OF ATHLETES, DEPENDING ON THE NATURE, VOLUME AND INTENSITY OF TRAINING LOADS

Tregubova M.V., Tarasov S.S.

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, e-mail: salage@bk.ru

Studying the phenomenon of man in the sport of high achievements from the position of the General principles of the theory of functional systems, special attention is paid to the reactivity, as well as finding new ways of elimination of corrosive factors sports environment, leading to impaired self-regulation of the Federal Assembly and the body of the athlete as a whole. Physiological and psycho-physiological rationale effective tools and technologies for adaptation athletes for training and competition loads, taking into account the age and qualification of athletes allows us to understand the mechanisms of action and applications of physical and psychological tools not only enhance special performance athletes, but also their recovery, i.e. the preservation and strengthening of health. In the survey participated athletes 18–20 years with sports practice experience 6 to 8 years, specializing in speed skating, judo and has sports qualifications from candidates to masters of sports. These data made it possible not only to identify key indicators of adaptationist of the body, and make timely changes in the sports biofeedback training timely and appropriate adjustments.

Keywords: training a load, acclimatization of the sportsman, metabolic state, immune responsiveness, functional system

Современный спорт давно стал полигоном для изучения резервных физических и психоэмоциональных возможностей человека. Нагрузки спорта высоких достижений приводят к преждевременному «изнашиванию» организма, расшатыванию иммунной системы, нарушению и дезинтеграции многих показателей функциональных систем различного уровня специализации [1, 6, 8]. Изучая феномен человека в спорте высоких достижений с позиций общих принципов теории функциональных систем (ФС), особое внимание уделяется реактивности, а также поиску новых путей ликвидации действия агрессивных факторов спортивной среды, ведущих к нарушению саморегуляции ФС и организма спортсмена в целом [2, 4, 7]. Для этого необходимо дальнейшее физиологическое и психофизиологическое обоснование эффективных средств и технологий адаптации спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам. Данный подход с учётом возраста и квалификации спортсменов позволяет понять механизмы воздействия и способы применения физических и психологических средств не только повышения специальной работоспособности спортсменов, но и их восстановления, т.е. сохранения и укрепления здоровья [3, 5]. Следовательно, исследование динамики функциональной реактивности организма спортсмена в зависимости от характера, объёма и направленности тренировочных нагрузок своевременно и актуально.

Материалы и методы исследования

В обследовании приняли участие спортсмены 18–20 лет со спортивным стажем занятий 6–8 лет, специализирующиеся в конькобежном спорте (n = 23) и дзюдо (n = 25) и имеющие спортивную квалификацию от кандидатов до мастеров спорта. За период исследования проведено свыше 500 комплексных наблюдений в динамике тренировочного процесса, а также под воздействием тестирующих соревновательных нагрузок. Режимы применяемых физических нагрузок соответствовали программным требованиям, утвержденным федерациями по избранным видам

спорта в РФ. Исследования проводились поэтапно до 4-х раз в год. По стандартным и широко описанным в специальной литературе методикам [1, 4, 5, 6] изучались системы крови и кровообращения (гемоглобин, гематокрит, моноциты, ретикулоциты, ЧСС, САД, ДАД), метаболического состояния (ПОЛ-гептан 1, 2; ПОЛ-изопропанол – 1, 2, электрофоретическая подвижность эритроцитов), иммунологической реактивности (активность фагоцитоза нейтрофилов, интенсивность фагоцитоза нейтрофилов).

Результаты исследования и их обсуждение

Тестовые нагрузки: трехминутная прыжковая имитация с частотой прыжков 70 в минуту у конькобежцев и «Прессинг», «Рваный темп» у борцов – 3 мин, включающая 20 с, броски в удобном темпе, 20 с – в максимальном, 20 с – отдыха (повторение 3-разовое) и специальная нагрузка кратковременного характера вызвала следующие достоверные изменения в системе крови и кровообращения спортсменов. Достоверно изменялись: гемоглобин, гематокрит, моноциты, ретикулоциты, ЧСС, САД, ДАД, метаболическое состояние (ПОЛ-гептан 1, 2; ПОЛ-изопропанол – 1, 2, электрофоретическая подвижность эритроцитов), иммунологическая реактивность организма обследуемых (активность фагоцитоза нейтрофилов, интенсивность фагоцитоза нейтрофилов).

Большинство изучаемых показателей изменялись физиологически и функционально адекватно нагрузке. Однако у 18,2% обследуемых наблюдалась реакция стресс-напряжения. Частота сердцебиений на финише тестовой нагрузки в ноябре равнялась $174 \pm 4,6$ уд/мин, а в марте $-186,7 \pm 4,90$ уд/мин. Из 23 обследуемых конькобежцев 10 повысили свои спортивные результаты. К концу социальнозначимых соревнований (март) у спортсменов до нагрузки наблюдалось стресс-напряжение, которого в ноябре не наблюдалось.

Установлены высокие замыкаемые корреляционные связи между спортивными результатами в беге на льду на 1500 м в январе до нагрузки (14 связей) и после бега (18 связей). Связи проявлялись преимущественно с внутрисистемными и межсистемными показателями крови, метаболического иммунологического спектра действия. В феврале количество высокой тесноты связей до нагрузки равнялось 7, а после — 12. В марте соответственно до и после нагрузки было выявлено 14 и 10 «сильных» связей в изменении исследуемых показателей у конькобежцев и дзюдоистов соответственно.

Результаты обследования конькобежцев показали, что среди многообразных изменений ФС организма доминантно выглядели иммунологические и метаболические показатели, а также изменения в системе крови,

кардио- и гемодинамики. Установлено, что в соревновательном и переходном периодах выявляется стресс-реакция, выразившаяся в активации перекисного окисления липидов и угнетении антиоксидантной активности.

Значительные изменения происходили в показателях иммунологической реактивности и кровообращения. В период с февраля по март изучаемые показатели до специальной нагрузки находились соответственно в 36,6% случаев в зоне спокойной активации, в 27,2% – реакции хронического стресса и в 18,2% случаев в зонах умеренной активации и повышенной активации. В марте – в зоне спокойной активации (45,4%), повышенной активации – 27,3%, хронического стресса – 18,2% и зоне переактивации – 9,1%. После нагрузки в ноябре - 36,4% соответственно - реакции хронического стресса и переактивации и 27,2% - повышенной активации. В марте 54,5% – спокойной активации, 18,2% – хронического стресса и 18,2% – переактивации, 9,1 % - повышенной активации. У дзюдоистов на трехминутную нагрузку специального характера в ноябрьском обследовании статистически значимо изменились следующие показатели сердечно-сосудистой системы (ССС): ЧСС, САД, ДАД, РКСа (P < 0.01-0.001), крови (гемоглобин, ЭПФ эритроцитов), метаболического сосотояния (ПОЛ-гептан-1). Второе обследование, проведенное в апреле, выявило следующие достоверные изменения в ССС (ЧСС, САД, ДАД, РКСб), электрофоретической подвижности эритроцитов, ПОЛ-гептан-1, НСТ-тест (спонтанный), IgG. Тестовая нагрузка в первом обследовании вызвала повышение ЧСС $c 176,6 \pm 3,73$ уд/мин до $187,6 \pm 4,45$ уд/мин во втором.

Изучались тесные связи межсистемных показателей до и после нагрузки в ноябре и марте годового макроцикла. Высокие корреляционные связи отмечались между рангом спортивного мастерства борцов и коэффициентом надежности защиты стоя, временем выполнения специального теста. Механизмы перехода сложной адаптации в долговременную включают не только адаптацию к конкретному фактору и стандартную активацию стресс-реакций (сердечно-сосудистая система), но и активацию стресслимитирующих и стрессреализующих систем (ПОЛ, лимфоциты, эозинофилы, НСТ-тест, фагоцитарная активность нейтрофилов, эритроцитов). Несмотря на относительное постоянство внутренней среды организма, величина стимуляции обменных процессов под воздействием мышечных нагрузок во многом лимитирована свойствами крови. Наибольшее число связей наблюдалось между показателями метаболических процессов и параметрами ФС, а также иммунологической реактивности с другими показателями.

До нагрузки наблюдалась в ноябре зона повышенной активации – 52,3%; зона переактивации – 10,7%; спокойной активации – 30,4%; хронического стресса – 6,6%. После тестовой нагрузки показатели соответственно изменились: 59,2%; 4,0%; 20,2%; 16,6%. В марте показатели лимфоцитов до тестовой нагрузки находились в диапазоне повышенной активации в 47,5% случаев, переактивации – 8,5%; спокойной активации – 40,3%; хронического стресса – 3,7%. После нагрузки: 49,5%; 10,3%; 38,7%; 1,5%.

Настоящие исследования свидетельствуют о том, что можно выделить спортсменов с удовлетворительной адаптацией, с напряжением адаптационных механизмов и с их срывом. Секреторная дегрануляция нейтрофилов крови лежит в основе снижения фагоцитарной функции клеток, очевидно с возрастанием секреции кортикоидов. Показатели ферментативной активности нейтрофилов у спортсменов двух представленных специализаций превышают таковые у незанимающихся и различаются между собой по уровню содержания лимфоцитов (более низкие у конькобежцев - $34.4 \pm 2.2\%$ до и $33.4 \pm 3.03\%$ после нагрузки; у борцов соответственно $-41.2 \pm 2.7\%$ и $47.2 \pm 2.6\%$) и сегментоядерных нейтрофилов (52,6 \pm 2,8 % и 52,4 \pm 3,3 %; 45,3 \pm 2,5 % и $49,2 \pm 3,2\%$). Направленность изменений близка к достоверным. У 8,0% обследованных выявлялось стресс-напряжение.

Реакции частоты сердцебиений на разные специальные нагрузки были одинаковыми и свидетельствовали о физиологических изменениях в миокарде. Однако у спортсменов со стресс-напряжением отмечались изменения в миокарде, выходящие за границы нормы. Реакции ССС конькобежцев и борцов при всей идентичности различались по показателям периодических волновых характеристик сердечного ритма, которые проявлялись специфически волнообразно у дзюдоистов до и после нагрузки. Корреляционная ритмография позволяла диагностировать нарушение сердечного ритма (СР) спортсменов и определять индекс функционального состояния кардиодинамики. В 4-х случаях у конькобежцев и 2-х у борцов наблюдались сдвиги СР на уровне предпатологических.

Адаптивные перестройки – динамический процесс, поэтому в динамике адаптационных изменений у спортсменов, как указывалось ранее, выделялись ряд стадий. Ряд авторов [1] предлагает следующие интерпретации стадий адаптации: физиологического напряжения организма, адаптированности, дезадаптации и реадаптации, каждой из которой

присущи свои функциональные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. спортсменов в стадии напряжения преобладают процессы возбуждения в коре головного мозга, возрастают функции коры надпочечников, увеличиваются показатели вегетативных систем и уровень обмена веществ, спортивная работоспособность неустойчива. Возросший жиромобилизующий эффект подготавливает следующую метаболическую фазу усиления липидного обмена, что соответствует преимущественно стадии адаптированности организма. Физиологическую основу этой стадии составляет вновь установившийся уровень функционирования различных организмов и систем для поддержания гомеостаза в конкретных условиях деятельности.

Другой ряд авторов [2, 4] вполне правомерно ставит вопрос о том, что практиков спорта интересует прикладные аспекты адаптации. Эти положения подтверждаются результатами и наших исследований. В анализируемых видах спорта наряду с общим характером адаптивных изменений, отмечалось специфическое, характерное для каждого вида.

Опираясь на хорошую теорию, тем не менее, необходимо изучить изменения функциональной системы организма на конкретные воздействия программ тренировки и особенно в период подготовки к социально-значимым соревнованиям, когда тренировочные воздействия разных зон энергетического обеспечения иногда превышают соревновательные. Известно, что спортивная форма, возникающая в результате адаптации организма к мышечной деятельности возрастающего объема и интенсивности, - состояние скоропроходящее [4]. Кроме того, этот период наивысшей специальной работоспособности довольно часто сопровождается снижением иммуннореактивных и резистентных сил организма [1, 2]. Основные механизмы этого явления до настоящего времени не достаточно понятны, можно предполагать, что, с одной стороны, влияние оказывает тренировочная работа (объем и интенсивность), а с другой, вероятно, возможны погрешности в методике тренировки и, в-третьих, очевидно, надежность этих механизмов зависит от генетической устойчивости функциональных систем организма, в том числе иммунологических и метаболических [2, 6].

Адаптация организма к напряженной мышечной деятельности сопровождается глубокой биохимической перестройкой во внутренней среде организма, в клетках скелетных мышц, сердца, нервной системы и других внутренних органов [3, 5]. Нашими исследованиями показано, что границы достижения высшей спортивной

результативности борцов лежат в различных диапазонах величин креатинфосфокиназы (КФК). Данное обстоятельство хорошо объяснимо, поскольку спортивные нагрузки закономерно сопровождаются определенными деструктивными изменениями в мышечной ткани и усилением нагрузки на миокард. Эти ткани являются основным источником уклоняющейся в кровоток КФК [6]. Вполне очевидно, что сокращение мышц или их актомиозиновых прообразов в цитоплазме вызывают значительный расход богатых энергией соединений и энергетических субстратов, энергия которых при физиологическом стрессе перекрывается избыточным анаболизмом.

Для целенаправленного управления процессом формирования структур важнейшим принципом следует признать учет количества как формирующихся, так и разрушающихся элементов. В таких условиях можно предупредить чрезмерные развития деструктивных процессов, так как даже при их наличии спортсмен способен переносить запредельные нагрузки за счет их психического преодоления и максимального повышения коэффициента использования неповрежденных элементов. Однако если такие нагрузки будут продолжаться какое-то время, то неминуемо наступит срыв адаптации. Только такой подход может обеспечить развертывание процессов в тканях по «рациональному» типу адаптации и будет служить надежным способом предохранения от травм и сохранения длительной физической дееспособности.

Наши исследования также свидетельствуют о том, что, чем шире диапазон резервных возможностей организма, тем он более приспособлен к физическому напряжению. Теоретическая значимость работы состоит в том, что феномен адаптации к долговременным нагрузкам спорта и тестовых воздействий, в частности, состоит в специализированном интегративном проявлении ключевых параметров ФС организма. Например, при переходе от подготовительного периода к основным соревнованиям наблюдалось увеличение ПОЛ и уменьшение антиоксидантной активности (p < 0.05). Адаптационные перестройки в организме спортсменов сопровождались изменением количества корреляционных зависимостей на этапах подготовки.

Выводы

Таким образом, полученные данные позволили не только выявить ключевые показатели адаптоспособности организма, но и своевременно внести в биоуправление спортивной тренировки своевременные и адекватные коррективы. При этом, представители разных видов спорта показали схожую степень толерантности к напряжению ФС организма на тестовые и соревновательные нагрузки.

Список литературы

- 1. Гаркави Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. Ростов-н/Д: РГУ, 2010. 224 с.
- 2. Елисеев Е.В. Помехоустойчивость как функциональная система, регулирующая психологические механизмы адаптации спортсмена: дис. ... докт. биол. Наук / Е.В. Елисеев. Тюмень, 2001. 374 с.
- 3. Елисеев Е.В. Профессиональное познание как феномен рефлексии профессионального мышления в новом осмыслении профессионально-познавательных ценностей / Е.В. Елисеев, А.Ю. Шатин // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. 2013. № 26. Выпуск 1. С. 129-132.

 4. Кокорева Е.Г. Влияние психофизической коррекции
- 4. Кокорева Е.Г. Влияние психофизической коррекции на нейродинапмические функции школьников младших классов с нарушением зрения / Е.Г. Кокорева // Теория и практика физической культуры и спорта. 2012. № 3. С.19–23.
 5. Кокорева Е.Г. Особенности компенсаторных изме-
- 5. Кокорева Е.Г. Особенности компенсаторных изменений психофизиологических функций у детей 7–10 лет с депривацией зрения и слуха / Е.Г. Кокорева // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. 2013. № 26 (317). Выпуск 1. С. 61–64.
- 6. Никитюк Б.А. Механизмы адаптации мышечных волокон к физическим нагрузкам и возможности управления этим процессом / Б.А. Никитюк, Н.Г. Самойлов // Теория и практика физической культуры. 2010. №5. С. 11–14.
- 7. Пешков В.Ф. Физиологические и психологические средства восстановления работоспособности в процессе спортивной и учебной деятельности: Автореф. дис. ... докт. пед. наук / В.Ф. Пешков. Омск: СибГАФК, 2001. 46 с.
- 8. Шубик В.М. Иммунология и здоровье спортсменов / В.М. Шубик, М.Я. Левин. М.: Физкультура и спорт, 2005. 175 с.

References

- 1. Garkavi L.H., Kvakina E.B., Ukolova M.A. Adaptive response and resistance of organism. Rostov n/D: RGU, 2010. 224 p.
- 2. Eliseev E.V. Noise immunity as a functional system, which regulates the psychological mechanisms of adaptation athlete: dis. ... doctor. biol. sciences. Tyumen, 2001. 374 p.
 3. Eliseev E.V., Shatin A.Yu. Professional knowledge as a
- 3. Eliseev E.V., Shatin A.Yu. Professional knowledge as a phenomenon of reflection of professional thinking in new understanding of professional and educational values // Herald of the Chelyabinsk State University. Education and health. 2013. no. 26. Issue 1. pp. 129-132.
- 4. Kokoreva E.G. Effect of psychophysical compensation ney-rodinapmicheskie function schoolchildren with visual impairment // Theory and Practice of Physical Culture. 2012. no. 3. pp. 19–23.
 5. Kokoreva E.G. Features compensatory changes of psycho-
- 5. Kokoreva E.G. Features compensatory changes of psychophysiological functions in children 7-10 years with deprivation of sight and hearing // Herald of the Chelyabinsk State University. Education and health. 2013. no. 26 (317). Issue 1. pp 61–64.
- Nikitiuk B.A., Samoilov N.G. Mechanisms of adaptation of muscle fibers to physical activity and ability to manage this process // Theory and Practice of Physical Culture. 2010. no. 5. pp. 11–14.
 Peskovs V.F. Physiological and psychological means of
- 7. Peskovs V.F. Physiological and psychological means of disaster recovery in the course of sports and educational activities:
- Abstract dis. ... doctor. ped. sciences. Omsk SibGAFK, 2001. 46 p... 8. Shubik V.M., Levin M.J. Immunology and health of athletes. M.: Physical Education and Sports, 2005. 175 p.

Рецензенты:

Сабирьянова Е.С., д.м.н., профессор кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет физической культуры», г. Челябинск;

Попова Т.В., д.б.н., профессор кафедры предпринимательства и менеджмента, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 05.09.2014.