

ЗАПРЕДЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ, РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ШКАЛЫ И ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДРОСТКОВ-СПОРТСМЕНОВ

А.В. Шевцов¹, Д.О. Малеев², А.П. Исаев³, Ю.Б. Кораблева³

¹Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия,

²Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия,

³Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Цель – научно обосновать характеристики звеньев функциональной системы юных спортсменов в условиях дифференцированной успешной спортивной результативности и сохранности здоровья. **Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие дзюдоисты 16–19 лет (I разряд, КМС, МС). Оборудование: неинвазивный системный анализатор АМП, Schiller Cardiovit AT 104-PC Ergo-Spiro, цифровой анализатор биоритмов «Омега-МС», стабилметрическая установка МБН, среднемолекулярные пептиды определяли по Лоури, а относительное содержание молекулярных продуктов ПОЛ – по И.А. Волчегорскому, активность КФК – унифицированным методом и потребление глюкозы эритроцитами – по В. Лютеус. **Результаты.** Предложена модель управления и регуляции двигательной системы и специальной функциональной системы (СФС) спортсменов различных возрастных весовых и квалификационных характеристик. **Заключение.** Модель СФС отражает взаимосвязи подсистем, темп роста полученных результатов оздоровительно-восстановительной коррекционной и спортивной массовой деятельности. Установлены критерии интегрального рейтингового показателя (ИРП) СФС.

Ключевые слова: напряженность, соединительная ткань, статокINETическая устойчивость, функциональная система, технологии.

Введение. Современный спорт предъявляет высокие требования к подсистемам, тканям, клеткам, интегрированным в единую динамичную СФС, обеспечивающую успешную спортивную результативность [1]. Запредельные нагрузки требуют от СФС возможность находить резервы стабильной фазы адаптации, биологической надежности, статокINETической устойчивости СКУ, сохранности психофизиологического потенциала (ПФП) и здоровья [2].

Организация и методы исследования. В исследовании приняли участие дзюдоисты 16–19 лет (I разряд, КМС, МС, n = 58). Физическая подготовленность оценивалась методами, апробированными в исследованиях Х.М. Юсупова и А.П. Исаева [4]. Эргоспирометрическое исследование проводилось на установке Schiller Cardiovit AT 104-PC Ergo-Spiro (Швейцария). Энергетическое и психофизиологическое состояние определялось с

помощью цифрового анализатора биоритмов «Омега-МС». Стабилметрия проводилась на аппарате МБН (РФ), позволяющем осуществлять поструральный контроль [3].

Результаты исследования и их обсуждение. Частота сердцебиений (ЧСС) после разминки за 10 с равнялась $28,00 \pm 1,80$ уд./мин, на финише упражнений – $29,00 \pm 2,10$ уд./мин; количество двигательных действий (ДД) – $16,00 \pm 1,89$. В ДД трех весовых категорий показатели соответственно были: $20,00 \pm 2,30$; $29,00 \pm 1,50$; $15,00 \pm 1,80$. Сгибание туловища на наклонной доске с отягощением за головой – 5, 7, 10 кг; ЧСС – $20,10 \pm 2,90$; $26,00 \pm 1,80$; количество упражнений $20,00 \pm 1,98$. Тяга штанги к груди из положения лежа на скамейке: 35, 45, 55 кг. После разминки ЧСС – $20,00$ уд./мин, на финише – $27,00 \pm 0,80$; количество ДД – $19,00 \pm 1,20$.

Круговая тяга снаряда (штанга «мятник») – 50, 60, 80 кг; ЧСС после разминки

17,00 ± 1,20; 26,00 ± 1,70; сумма ДД – 22,92 ± 1,20. Разгибание туловища с грузом 5, 10, 15 кг с опорой бедрами на гимнастическом снаряде; ЧСС соответственно 19,00 ± 1,30; 26,00 ± 1,32; число повторений 28,00 ± 2,60. Лазание по канату 4 м × 3 в течение 8 с после каждого подъема; ЧСС фона – 90,00 ± 2,70; 154,00 ± 1,48 уд./мин за 10 с. Десять бросков с партнером собственного веса; ЧСС после разминки 20,00 ± 1,30 уд./мин; на финише – 27,00 ± 1,72; через 1 мин – 24,00 ± 1,15, через 2 мин – 20,00 ± 1,44; через 3 мин – 19,00 ± 1,08; через 4 мин – 18,00 ± 0,98; через 5 мин – 17,00 ± 0,88 уд./мин.

Разброс показателей в условиях оценки социально-подготовительных упражнений позволил разработать шкалу оценок (табл. 1).

В тесте «Рванный темп» ЧСС на финише бросков, выполняемых в максимальном темпе (20 с), равнялась 180,30 ± 1,76 уд./мин. Количество бросков на последней минуте и в среднем спокойном темпе составляло 91,00 ± 0,98 % и 91,60 ± 0,93 %. В тесте «Спурт» (18 бросков в максимальном темпе) время выполнения равнялось 32,98 ± 0,89 с, ЧСС – 180,60 ± 2,70 уд./мин; средняя качественная оценка – 89,22 ± 1,65 %; объем нагрузки 1120,66 ± 149,36 у.е., интенсивность – 7,40 ± 0,86 балла. Балл успешности составил 30,26 ± 0,48 (35 – максимальный балл). Тест «Прессинг» требует высокого раз-

вития силовой выносливости и высоких значений ЧСС. Тест «Спурт» требует проявления максимальных возможностей проявления скоростно-силовых показателей и, несмотря на кратковременные ДД, приводит к максимальному развертыванию резервных возможностей сердца.

Показатели нейродинамики дзюдоистов I разряда (n = 38) и КМС, МС (n = 20) представлены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, уровень энергообеспечения и его резервы зависят от спортивной квалификации. Далее представляем нейродинамические характеристики юных дзюдоистов (табл. 3).

Следует отметить, что высокий энергетический ресурс наблюдался у 56 % обследуемых дзюдоистов, средний – у 28 %, очень низкий – у 17 %. Энергетический баланс и катаболизм соответственно был 56, 22, 22.

Представляем шкалы энерго- и резерва обеспечения, энергоресурса, энергодобавки и катаболизма (табл. 4).

Анализ биоэнергетики позволяет рекомендовать оптимальные режимы энергообеспечения, резервов, ресурсов, баланса и катаболизма персонально для каждого спортсмена [6]. Результаты пострурального контроля спортсменов в позе «основная стойка, глаза открыты» юных дзюдоистов представлены в табл. 5.

Таблица 1
Table 1

Шкала оценок частоты сердцебиений
после количества выполняемых восьми двигательных действий
The scale for assessing exercise heart rate

| Наименование шкалы оценки Description | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Высокая / High | 24 | 21 | 20 | 25 | 21 | 21 | 22 | 24 |
| Выше средней / Above average | 26 | 23 | 23 | 26 | 25 | 22 | 25 | 25 |
| Средняя / Average | 28 | 25 | 25 | 27 | 20 | 18 | 27 | 27 |
| Ниже средней / Below average | 30 | 27 | 27 | 28 | 28 | 22 | 29 | 28 |
| Низкая / Low | 32 | 30 | 30 | 29 | 28 | 28 | 31 | 29 |

Таблица 2
Table 2

Нейрофизиологические показатели в группах дзюдоистов (Омега)
Neurophysiological indicators in judo athletes (Omega)

| Статистики Statistics | Энергетическое обеспечение, у.е. Energy provision, c.u. | | Резервные возможности, у.е. Reserve capacities, c.u. | | Нарушаемые структуры, у.е. Distorted structures, c.u. | |
|--------------------------|--|--------------------|---|--------------------|--|--------------------|
| | I разряд 1 st Category | КМС, МС CMS, MS | I разряд 1 st Category | КМС, МС CMS, MS | I разряд 1 st Category | КМС, МС CMS, MS |
| M ± m | 45,25 ± 2,89 | 81,91 ± 3,24 | 45,50 ± 3,15 | 84,75 ± 3,69 | 36,29 ± 3,28 | 2,63 ± 3,35 |
| p | – | < 0,001 | – | < 0,001 | – | < 0,01 |

Таблица 3
Table 3

Нейродинамическое сравнение дзюдоистов
Neurodynamic comparison of judo athletes

| Статистики Statistics | Энергоресурс, у.е. Energy resource, c.u. | | Энергобаланс, у.е. Energy balance, c.u. | | Показатели катаболизма, у.е. Catabolism, c.u. | |
|--------------------------|---|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|
| | I разряд 1 st Category | КМС, МС CMS, MS | I разряд 1 st Category | КМС, МС CMS, MS | I разряд 1 st Category | КМС, МС CMS, MS |
| M ± m | 127,50 ± 9,82 | 421,00 ± 24,25 | 0,72 ± 0,01 | 1,07 ± 0,02 | 206,00 ± 10,40 | 60,00 ± 7,56 |
| p | – | < 0,05 | – | < 0,001 | – | < 0,05 |

Таблица 4
Table 4

Шкала показателей нейродинамики юных дзюдоистов 16–19 лет (сводная)
Neurodynamics of judo athletes ages 16–19 (Summary)

| Шкала оценок Rate | Энергетическое обеспечение, у.е. Energy provision, c.u. | Резервные возможности, у.е. Reserve capacities, c.u. | Энергоресурс, у.е. Energy resource, c.u. | Энергобаланс, у.е. Energy balance, c.u. | Показатели катаболизма, у.е. Catabolism, c.u. |
|-------------------------------|--|---|---|--|--|
| Высокая High | 20,00 | 85,00 | 411,00 | 1,02 | 202,00 |
| Выше средней Above average | 72,00 | 76,00 | 657,00 | 0,96 | 168,00 |
| Средняя Average | 65,00 | 66,00 | 227,00 | 0,88 | 108,00 |
| Ниже средней Below average | 57,00 | 56,00 | 176,00 | 0,82 | 78,00 |
| Низкая Low | 46,00 | 48,00 | 138,00 | 0,76 | 64,00 |

Таблица 5
Table 5

Стабилометрические показатели дзюдоистов 16–19 лет в положении основная стойка на заключительном этапе подготовки к социально значимым соревнованиям
Force plate data in judo athletes ages 16–19 in the main position at the final stage of preparation for significant competitions

| Группы, статистики Group, statistics | МАФ-1 MAF-1 | МАС-1 MAS-1 | ДСКГ-1 SKL-1 | СОЦД-1 VCP-1 | СФП-1 VFP-1 | ССП-1 VSP-1 |
|--|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|
| I разряд (n = 38) 1 st Category | 21,12 ± 2,98 | 20,96 ± 2,92 | 389,12 ± 28,55 | 13,10 ± 2,62 | 7,92 ± 1,94 | 7,79 ± 1,42 |
| КМС, МС (n = 20) CMS, MS | 17,10 ± 1,48 | 16,98 ± 1,24 | 346,22 ± 22,34 | 11,99 ± 1,98 | 6,88 ± 1,56 | 6,98 ± 1,23 |
| p | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |

Примечание. МАФ – максимальная амплитуда во фронтальной плоскости (мм); МАС – максимальная амплитуда в сагиттальной плоскости (мм); ДСКГ – длина статокнезиограммы (мм); СОЦД – скорость общего центра давления (мм/с); СФП – скорость во фронтальной плоскости (мм/с); ССП – скорость в сагиттальной плоскости (мм/с).

Note. MAF is the maximum amplitude in the frontal plane (mm); MAS is the maximum amplitude in the sagittal plane (mm); SKL is the length of statokinesigram (mm); VCP – velocity of the center of pressure (mm/s); VFP – velocity in the frontal plane (mm/s); VSP – velocity in the sagittal plane (mm/s).

Стабилометрические показатели юных дзюдоистов двух групп в позе Ромберга
(стопы вместе, глаза закрыты)
Force plate data in adolescent judo athletes in the Romberg position (feet together, eyes closed)

| Группы, статистики Group, statistics | МАФ-1 MAF-1 | МАС-1 MAS-1 | ДСКГ-1 SKL-1 | СОЦД-1 VCP-1 | СФП-1 VFP-1 | ССП-1 VSP-1 |
|--|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| I разряд (n = 38) 1 st Category | 28,96 ± 2,26 | 28,02 ± 3,24 | 586,28 ± 32,94 | 14,86 ± 2,52 | 12,10 ± 2,98 | 12,44 ± 2,15 |
| КМС, МС (n = 20) CMS, MS | 22,32 ± 1,98 | 21,22 ± 2,18 | 470,12 ± 27,33 | 16,88 ± 2,29 | 9,86 ± 1,45 | 10,74 ± 1,96 |
| p | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |

В табл. 6 представлены аналогичные показатели при депривации зрения в условиях позы Ромберга.

Выявлены достоверные изменения максимальной амплитуды в плоскостях в зависимости от спортивной квалификации, а также в длине ДСКГ ($p < 0,05$). Амплитуда колебаний в плоскостях обусловлена балансирующими движениями в голеностопном суставе с наружным вращающим моментом [5, 7–10].

Заключение. Применение индивидуально-персональных технологий в системе подготовки спортивного резерва, формирования стиля деятельности позволяют совокупно оценить управляющие и регулирующие воздействия, критерии функционального состояния, психомоторики, физической подготовленности, характеристик, свойств нервной системы, интегрированных в единую динамичную систему, СФС контроля, коррекции состояния с обратной связью.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ: FENU-2020-0022 (№ 2020072ГЗ).

Литература

1. Моделирование в системе адаптации и управления спортивной подготовкой / А.П. Исаев, Р.Я. Абзалилов, В.В. Рыбаков и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 42–51.
2. Система подготовки спортивного резерва: возрастные особенности эффективной адаптации и сохранности здоровья подростков / А.П. Исаев, В.В. Эрлих, А.В. Шевцов,

Д.О. Малеев. – СПб.: Политех-Пресс, 2018. – 579 с.

3. Скворцов, Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия / Д.В. Скворцов, Т.М. Андреева. – М.: Науч.-мед. фирма МБН, 2007. – 617 с.

4. Юсупов, Х.М. Прогнозирование рангов спортивного мастерства дзюдоистов на основании функциональных критериев адаптивных изменений и резистентности организма (психолого-педагогический и медико-биологический аспект): учеб. пособие / Х.М. Юсупов, А.П. Исаев. – Челябинск: ЧГИФК, 1995. – 62 с.

5. Collins, J. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms / J. Collins, De Luca C. // J. Exp. Brain Res. – 1995. – No. 1. – P. 151–163.

6. Donatelli, R. Sports – specific rehabilitation / R. Donatelli. – USA, 2007. – 336 p.

7. Eriksson, M. Immediate effect of visual and auditory feedback to control the running mechanics of well-trained athletes / M. Eriksson, K. Halvorsen, L. Gullstrand // J. of Sports Sciences. – 2011. – Vol. 29, no. 3. – P. 53–62.

8. Horak, F.B. Postural perturbations: new insight for treatment of balance disorders / F.B. Horak, S.M. Henry, A. Shumway-Cook // Phys. Ther 7. – 1997. – P. 517–533.

9. Nashner, L.M. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis / L.M. Nashner // Behav. Brain. Sci. – 2001. – Vol. 8. – P. 135–172.

10. Paillard, T. Effects of general and local fatigue on postural control: a review / T. Paillard // Neurosci. Biobehav. Rev. – 2012. – Vol. 36. – P. 309–310.

Шевцов Анатолий Владимирович, доктор биологических наук, заведующий кафедрой физической реабилитации, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта. 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35. E-mail: sportmedi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9878-3378.

Малеев Дмитрий Олегович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологий физкультурно-спортивной деятельности Института физической культуры, Тюменский государственный университет. 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6. E-mail: massport@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4254-1705.

Исаев Александр Петрович, заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: isaevap@susu.ru, ORCID: 0000-0003-2640-0240.

Кorableва Юлия Борисовна, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра спортивной науки Института спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: khusainovayb@susu.ru, ORCID: 0000-0003-2337-3531.

Поступила в редакцию 11 ноября 2020 г.

DOI: 10.14529/hsm20s201

STRESS REACTIVITY, RESERVE CAPACITIES, SCALES AND INDIVIDUAL FEATURES OF THE FUNCTIONAL SYSTEM IN ADOLESCENT ATHLETES

A.V. Shevtsov¹, sportmedi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9878-3378,

D.O. Maleev², massport@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4254-1705,

A.P. Isaev³, isaevap@susu.ru, ORCID: 0000-0003-2640-0240,

Yu.B. Korableva³, khusainovayb@susu.ru, ORCID: 0000-0003-2337-3531

¹*P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russian Federation,*

²*Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation,*

³*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

Aim. The paper aims to justify the features of the elements of the functional system in adolescent athletes in the conditions of differentiated successful sports performance and health maintenance. **Materials and methods.** Judo athletes ages 16–19 (1st sports category, Candidates for Master of Sport, Master of Sport) participated in the study. The following equipment was used: AMP non-invasive analyzer, AT 104-PC Schiller Cardiovit, Omega-MS digital analyzer, MBN force plate. Medium-weight molecular peptides were calculated by using the Lowry protein assay; relative content of molecular products of lipid peroxidation was assessed by the method of I. Volchegorsky; creatine kinase activity was measured by a unified method; erythrocyte glucose consumption was assessed by the Luteus method. **Results.** A model for controlling and regulating the movement and special functional systems in athletes of various age, weight and skills was proposed. **Conclusion.** The special functional system model reflects the relationships between its subsystems, as well as the growth rate for the results obtained due to health recovery and mass sports activities. The criteria for the integral ranking indicator were established.

Keywords: *tension, connective tissue, postural balance, functional system, technologies.*

References

1. Isayev A.P., Abzalilov R.Ya., Rybakov V.V. et al. Modeling in the System of Adaptation and Management of Sports Training. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 16, no. 2, pp. 42–51. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160204
2. Isayev A.P., Erlikh V.V., Shevtsov A.V., Maleev D.O. *Sistema podgotovki sportivnogo rezerva: vozrastnyye osobennosti effektivnoy adaptatsii i sokhrannosti zdorov'ya podrostkov* [The System of Training a Sports Reserve. Age Characteristics of Effective Adaptation and Health Preservation of Adolescents]. St. Petersburg, Politekh-Press Publ., 2018. 579 p.
3. Skvortsov D.V., Andreyeva T.M. *Diagnostika dvigatel'noy patologii instrumental'nymi metodami: analiz pokhodki, stabilometriya* [Diagnosis of Motor Pathology by Instrumental Methods. Gait Analysis, Stabilometry]. Moscow, Scientific Medical Firm MBN Publ., 2007. 617 p.
4. Yusupov Kh.M., Isayev A.P. *Prognozirovaniye rangov sportivnogo masterstva dzyudoistov na osnovanii funktsional'nykh kriteriyev adaptivnykh izmeneniy i rezistentnosti organizma (psikhologo-pedagogicheskiy i mediko-biologicheskiy aspekt): uchebnoye posobiye* [Prediction of the Ranks of Sportsmanship of Judokas on the Basis of Functional Criteria of Adaptive Changes and Resistance of the Organism (Psychological-Pedagogical and Medico-Biological Aspects)]. Chelyabinsk, ChGIFK Publ., 1995. 62 p.
5. Collins J., De Luca C. The Effects of Visual Input on Open-Loop and Closed-Loop Postural Control Mechanisms. *J. Exp. Brain Res.*, 1995, no. 1, pp. 151–163. DOI: 10.1007/BF00241972
6. Donatelli R. *Sports – Specific Rehabilitation*. USA, 2007. 336 p.
7. Eriksson M., Halvorsen K., Gullstrand L. Immediate Effect of Visual and Auditory Feedback to Control the Running Mechanics of Well-Trained Athletes. *J. of Sports Sciences*, 2011, vol. 29, no. 3, pp. 53–62. DOI: 10.1080/02640414.2010.523088
8. Horak F.B., Henry S.M., Shumway-Cook A. Postural Perturbations: New Insight for Treatment of Balance Disorders. *Phys. Ther*, 1997, pp. 517–533. DOI: 10.1093/ptj/77.5.517
9. Nashner L.M. The Organization of Human Postural Movements: a Formal Basis and Experimental Synthesis. *Behav. Brain. Sci.*, 2001, vol. 8, pp. 135–172. DOI: 10.1017/S0140525X00020008
10. Paillard T. Effects of General and Local Fatigue on Postural Control: a Review. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2012, vol. 36, pp. 309–310. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.05.009

Received 11 November 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Запредельные реакции, резервные возможности, шкалы и персональные характеристики функциональной системы подростков-спортсменов / А.В. Шевцов, Д.О. Малеев, А.П. Исаев, Ю.Б. Кораблева // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № S2. – С. 7–12. DOI: 10.14529/hsm20s201

FOR CITATION

Shevtsov A.V., Maleev D.O., Isaev A.P., Korableva Yu.B. Stress Reactivity, Reserve Capacities, Scales and Individual Features of the Functional System in Adolescent Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S2, pp. 7–12. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm20s201