



УЧРЕДИТЕЛЬ:

ОАО «Олимпийский комплекс «ЛУЖНИКИ»

ИЗДАЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
(Сеченовский Университет)

Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов (РАСМИРБИ)

Паралимпийский комитет России (ПКР)

Спортивная медицина: наука и практика

научно-практический журнал

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ачкасов Е.Е. – проф., д.м.н., зав. каф. спортивной медицины и медицинской реабилитации, директор клиники медицинской реабилитации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), академик РАЕН, зам. председателя медицинского комитета Российского футбольного союза, член общественного совета ФМБА России (Россия, Москва)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Поляев Б.А. – проф., д.м.н., зав. каф. реабилитации и спортивной медицины РНИМУ им. Н.И. Пирогова, главный специалист по спортивной медицине Минздрава России (Россия, Москва)

Медведев И.Б. – проф., д.м.н., руководитель Комиссии ПКР по медицине, антидопингу и классификации спортсменов (Россия, Москва)

Машковский Е.В. – к.м.н., доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), профессиональный переводчик в сфере профессиональной коммуникации (медицина) (Россия, Москва)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Асанов А. Ю. – проф., д.м.н., зав. каф. медицинской генетики Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), член Европейского общества генетики человека (ESHG) (Россия, Москва)

Бурчер Мартин – проф., д.м.н., глава секции спортивной медицины Института спортивных наук Университета Инсбрука (Австрия, Инсбрук)

Глазачев О.С. – проф., д.м.н., профессор каф. нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Россия, Москва)

Дидур М.Д. – проф., д.м.н., зав. каф. физических методов лечения и спортивной медицины ПСПбГМУ им. И.П. Павлова (Россия, Санкт-Петербург)

Каркищенко В.Н. – проф., д.м.н., директор Научного центра биомедицинских технологий ФМБА России (Россия, Москва)

Касрадзе П.А. – проф., д.м.н., директор департамента спортивной медицины и медицинской реабили-

тации Центральной Университетской клиники и зав. каф. спортивной медицины и медицинской реабилитации Тбилисского государственного медицинского университета (Грузия, Тбилиси)

Касымова Г.П. – проф., д.м.н., зав. каф. спортивной медицины и медицинской реабилитации института постдипломного образования Казахского Национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова (Казахстан, Алматы)

Ландырь А.П. – к.м.н., доцент клиники спортивной медицины и реабилитации Тартуского университета (Эстония, Тарту)

Маргазин В.А. – проф., д.м.н., профессор каф. медико-биологических основ спорта Ярославского ГПУ им. К.Д. Ушинского (Россия, Ярославль)

Николенко В.Н. – проф., д.м.н., директор Научно-исследовательского центра, зав. каф. анатомии человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Россия, Москва)

Оганесян А.С. – проф., д.б.н., начальник Антидопинговой службы Армении Республиканского центра спортивной медицины и антидопинговой службы ГНКО (Армения, Ереван)

Осадчук М.А. – проф., д.м.н., зав. каф. поликлинической терапии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Россия, Москва)

Парастаев С.А. – проф., д.м.н., профессор каф. реабилитации и спортивной медицины РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Россия, Москва)

Поляков С.Д. – проф., д.м.н., зав.отделом лечебной физкультуры и спортивной медицины Научного центра здоровья детей Минздрава России (Россия, Москва)

Пузин С.Н. – акад. РАН, проф., д.м.н., зав. каф. медико-социальной экспертизы и гериатрии РМАПО (Россия, Москва)

Смоленский А.В. – проф., д.м.н., директор НИИ спортивной медицины, зав. каф. спортивной медицины РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), академик РАЕН (Россия, Москва)

Суста Дэвид – доктор наук, спортивный врач, ведущий научный сотрудник Центра профилактической медицины Городского Университета Дублина (Ирландия, Дублин)

Токаев Э.С. – проф., д.т.н., ген. директор ЗАО Инновационная компания «АКАДЕМИЯ-Т» (Россия, Москва)

Харламов Е.В. – проф., д.м.н., зав. каф. физической культуры, лечебной физкультуры и спортивной медицины РостГМУ (Россия, Ростов-на-Дону)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Бернарди Марко – доктор медицины, профессор кафедры физиологии и фармакологии «Витторио Эспамер», университет Сапиенца (Италия, Рим)

Вулкан Шери – доктор медицины, профессор кафедры наук о здоровье и специалистов в области здравоохранения, университет Хофстра (США, Нью-Йорк)

Выходец И.Т. – к.м.н., доцент, главный внештатный специалист по спортивной медицине Минздрава РФ в Центральном федеральном округе, член Комиссии по спортивному праву Ассоциации юристов России (Россия, Москва)

Епифанов А.В. – проф., д.м.н., зав. каф. восстановительной медицины МГМСУ им. А.И. Евдокимова (Россия, Москва)

Иванова Г.Е. – проф., д.м.н., зав. каф. медицинской реабилитации ФДПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова, главный специалист по медицинской реабилитации Минздрава России (Россия, Москва)

Караулов А.В. – акад. РАН, проф., д.м.н., зав. каф. клинической иммунологии и аллергологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Россия, Москва)

Мариани Пьер Паоло – доктор медицины, профессор, проректор римского университета «Форо Италико», травматолог-ортопед клиники «Вилла Стюарт» (Италия, Рим)

Рахманин Ю.А. – акад. РАН, проф., д.м.н., директор НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина (Россия, Москва)

Шкробко А.Н. – проф., д.м.н., проректор по учебной работе, зав. каф. лечебной физкультуры и врачебного контроля с физиотерапией ЯГМА (Россия, Ярославль)

**Founded by:**

Olympic Complex «LUZHNIKI»

Supported by:Sechenov First Moscow State Medical University
(Sechenov University)Russian Association of Sports Medicine and
Rehabilitation of Patients and the Disabled

Russian Paralympic Committee

Sports Medicine: Research and Practice

research and practical journal

CHIEF EDITOR:

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, Director of the Clinic of Medical Rehabilitation of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Deputy Chairman of the Medical Committee of the Russian Football Union, Member of the Public Council of the Federal Medical Biological Agency of Russia (Moscow, Russia)

DEPUTY CHIEF EDITORS:

Boris Polyayev – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy, Sports Medicine and Recreation Therapy of the Pirogov Russian National Research Medical University, Senior Expert (Sports Medicine) of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Igor Medvedev – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Medicine, Anti-Doping and Athletes Classification Commission of the Russian Paralympic Committee (Moscow, Russia)

Evgeny Mashkovskiy – M.D., M.Sc. (Linguistics), Assistant Professor of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Professional Interpreter in Medical Communications (Moscow, Russia)

EDITORIAL BOARD:

Aly Asanov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Clinical Genetics of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Member of the European Society of Human Genetics (ESHG) (Moscow, Russia)

Martin Burtscher – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of Sports Medicine Section of the Institute of Sports Science of the University of Innsbruck (Innsbruck, Austria)

Oleg Glazachev – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Normal Physiology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia)

Mikhail Didur – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Pavlov Saint-Petersburg State Medical University (Saint-Petersburg, Russia)

Vladislav Karkishchenko – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Director of the Research Centre of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency (FMBA) (Moscow, Russia)

Pavel Kasradze – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Director of Sports Medicine and Rehabilitation at the Central University Hospital, Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the Tbilisi State Medical University (Tbilisi, Georgia)

Gulnara Kasymova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the Institute of Postgraduate Education of the Asfendiyarov Kazakh National Medical University (Almaty, Kazakhstan)

Anatoliy Landyr – M.D., Ph.D. (Medicine), Assistant Professor of Clinic of Sports Medicine and Rehabilitation, University of Tartu (Estonia, Tartu)

Vladimir Margazin – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Medical and Biological Bases of Sport of the Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky (Yaroslavl, Russia)

Vladimir Nikolenko – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Director of the Research Center, Head of the Department of Human Anatomy of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia)

Areg Hovhannisyan – Ph.D. (Biology), Prof., Chief of the Anti-Doping Service of Armenia (Yerevan, Armenia)

Mikhail Osadchuk – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Ambulatory Therapy of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia)

Sergey Parastaev – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Rehabilitation and Sports Medicine of the Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia)

Sergey Polyakov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Physical Training and Sports Medicine of Scientific Centre of Children's Health of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Sergey Puzin – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Medical and Social Expertise and Geriatrics of the Russian Medical Academy of Postgraduate Education (Moscow, Russia)

Andrey Smolenskiy – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Director of the Research Institute of Sports Medicine, Head of the Department of Sports Medicine of the Russian State University of Physical Education, Sport,

Youth and Tourism, Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences (Moscow, Russia)

Davide Susta – M.D., Doctor of Sports Medicine, Principal Researcher of Center for Preventive Medicine of the Dublin City University (Dublin, Ireland)

Enver Tokaev – D.Sc. (Technics), Prof., CEO of the «ACADEMY-T» CJSC Innovative Company

Evgeny Kharlamov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Physical Education, Physical Therapy and Sports Medicine of the Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russia)

EDITORIAL COUNCIL:

Marco Bernardi – M.D., Professor of the Department of Physiology and Pharmacology "Vittorio Ersparmer", Sapienza University of Rome (Rome, Italy)

Sherry Wulkan – M.D., Adjunct Professor of the Department of Health Sciences and Health Professions, Hofstra University (New-York, USA)

Igor Vykhodets – M.D., Ph.D. (Medicine), Main Sports Medicine Out-Of-Staff Specialist of the Ministry of Public Health on Central Federal District of Russian Federation, Member of Sports Law Commission of the Lawyers Association of Russia (Moscow, Russia)

Aleksandr Epifanov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Medical Rehabilitation of the Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia)

Galina Ivanova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Medical Rehabilitation of the Additional Professional Education Faculty of the Pirogov Russian National Research Medical University, Senior Expert (Medical Rehabilitation) of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Aleksandr Karaulov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Clinical Immunology and Allergology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia)

Pier Paolo Mariani – M.D., Prof., Vice-President of the «Foro Italic» Rome University, traumatologist-orthopaedist of the «Villa Stuart» Hospital (Rome, Italy)

Yuriy Rakhmanin – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Sysin Scientific Research Institute of Human Ecology and Environmental Hygiene (Moscow, Russia)

Aleksandr Shkrebko – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Vice-rector for Academic Affairs, Head of the Department of Exercise Therapy and Medical Control with the Course of Physical Medicine of the Yaroslavl State Medical Academy (Yaroslavl, Russia)

РУБРИКИ ЖУРНАЛА:

- Физиология и биохимия спорта
- Спортивное питание
- Фармакологическая поддержка
- Антидопинговое обеспечение
- Неотложные состояния
- Реабилитация
- Функциональная диагностика
- Биомедицинские технологии
- Спортивная гигиена
- Спортивная травматология
- Спортивная психология
- Социология и педагогика в спорте
- Организация тренировочного процесса
- Врачебный контроль
- Паралимпийский спорт
- Медицинское сопровождение ветеранов спорта
- Организация медицины спорта
- Резолюции конференций и интервью
- Медицинское образование
- Новости
- Памятные даты

Виды публикуемых материалов:

- Оригинальные статьи
- Обзоры литературы
- Лекции
- Клинические наблюдения, случаи из практики
- Комментарии специалистов



Издатель:

ООО Издательский дом
«Русский врач»
119270, Россия, г. Москва
ул. 3-я Фрунзенская, д. 6
Тел.: +7 (499) 248-08-21
E-mail: info@rusvrach.ru

Заведующий редакцией журнала:

Иовлева Александра Дмитриевна
Тел.: +7 (963) 630-95-30
E-mail: info@smjournal.ru

Отдел подписки:

Самойлов Геннадий Борисович
Тел.: +7 (905) 702-45-32
E-mail: podpiska@rusvrach.ru

Отдел рекламы:

Данилова Надежда Григорьевна
Тел.: +7 (915) 313-32-22
E-mail: pr-median@ya.ru

Сайт:

www.smjournal.ru
www.rusvrach.ru

Подписано в печать 25.09.2017
Формат 60x90/8
Тираж 1000 экз.
Цена договорная

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-43704 от 24 января 2011 г.

Журнал включен ВАК в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается. Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается только с разрешения редакции. При использовании материалов ссылка на журнал обязательна. Присланные материалы не возвращаются. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность рекламной информации.

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 90998

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология и биохимия спорта

- Т. А. Пушкина, Э. С. Токаев, Т. С. Попова, А. Н. Мурашев, Н. С. Тронская, Е. А. Кислякова, И. Г. Шашкова, А. В. Жеребцов*
Доклинические исследования эффективности специализированного продукта спортивного питания для коррекции физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных нагрузках 5

Функциональная диагностика

- М. В. Голубятникова, В. Н. Яковлева, Л. Н. Макарова, М. В. Агеева*
Влияние физических упражнений на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой. 14
- А. Л. Похачевский, А. Б. Петров, С. П. Бодько, В. К. Сейсебаев, А. Н. Тухфатуллин, А. М. Гилев, А. А. Хоменко*
Моделирование временного ряда сердечного ритма при адаптации к физической нагрузке 22
- В. А. Маргазин, И. В. Алаева*
Современные аспекты долгосрочной адаптации к физической нагрузке юных пловцов в ластах в двухгодичном тренировочном макроцикле 27
- Н. Н. Царев, Ю. Л. Венецева*
Уровень привычной двигательной активности и показатели кардиореспираторной системы студентов 33

Реабилитация

- Е. С. Прохорова, В. В. Арьков*
Показатели изокинетической динамометрии мышц бедра у спортсменов с пателлофemorальным болевым синдромом после применения комплексной методики коррекции 40

Спортивное питание

- Е. А. Бурляева, Д. Б. Никитюк*
Питание спортсменов сложнокоординационных видов спорта 46

Спортивная травматология

- А. А. Матишев, С. А. Локтев, Г. А. Макарова*
Функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата у юных легкоатлетов как фактор риска его последующей травматизации. 51

Спортивная физиология

- И. В. Пастухова, Л. В. Сафонов*
Показатели работоспособности паралимпийцев-лыжников с поражением опорно-двигательного аппарата, выступающих в категории «стоя» 57
- С. Я. Класина*
Порог анаэробного обмена и его представление в системных категориях спортивной деятельности человека 65

Врачебный контроль

- Г. А. Макарова, Е. Е. Ачкасов, С. М. Чернуха, П. И. Евстигнеев, С. Ю. Белозубова*
Факторы риска в современном фитнесе. 72

Фармакологическая поддержка

- А. О. Наумов, И. Н. Смирнова, С. С. Шахова, Л. В. Барабаш, С. В. Кремено*
Природные адаптогены на основе продуктов пчеловодства в коррекции переутомления в восстановительный период годичного цикла подготовки у спортсменов зимних сложнокоординационных видов спорта 79

Социология и педагогика в спорте

- Р. Т. Камилова, З. Ф. Мавлянова, Б. Э. Абдусаматова, Л. И. Исакова*
Занятость спортом и уровень двигательной активности учащихся. 86

Журнал включен в российские и международные библиотечные и реферативные базы данных:



FEATURED TOPICS:

- Sports Physiology and Biochemistry
- Sports Supplements
- Sports Pharmacology
- Doping Studies
- Prehospital Care and Emergency Medicine
- Rehabilitation
- Functional Testing
- Biomedical Technologies
- Sports Hygiene
- Sports Traumatology
- Sports Psychology
- Sports Sociology and Pedagogics
- Organization of Training Process
- Medical Control
- Paralympic Sports
- Medical Care for Retired Athletes
- Sports Medicine Management
- Sports Medicine Conferences Digest and Interviews
- Medical Education
- News
- Anniversaries and Memorable Days

TYPES OF PUBLISHED MATERIALS:

- Original Research
- Articles Review
- Lectures
- Clinical Cases
- Editorials

Publisher:



«Russkiy Vrach»
Publishing House

6 - 3d Frunzenskaya St., Moscow, Russia
119270
Phone: +7 (499) 248-08-21
E-mail: info@rusvrach.ru

Managing editor:

Aleksandra Iovleva
Mobile: +7 (963) 630-95-30
E-mail: info@smjournal.ru

Subscription department:

Gennadiy Samoylov
Mobile: +7 (905) 702-45-32
E-mail: podpiska@rusvrach.ru

Advertising department:

Nadezhda Danilova
Mobile: +7 (915) 313-32-22
E-mail: pr-median@ya.ru

Websites:

www.smjournal.ru
www.rusvrach.ru

Subscribed into printing 25.09.2017
60x90/8 Format
1000 Copies

Media Outlet Registration Certificate PI № FS77-43704; Jan 24, 2011.

The Journal is included in the list of Russian reviewed scientific journals of the Higher Attestation Commission for publication of main results of Ph.D and D.Sc research.

There is no publication fee for postgraduate students.

Overprinting of published in the journal materials is prohibited without permission of chief editor. In use of the materials the reference to journal is obligatory. Received papers and other materials are not subject to be returned. The authors view point may not coincide with editorial opinion. Editorial office is not responsible for accuracy of advertising information.

«Russian Press» catalog index 90998

CONTENTS

Sports Physiology and Biochemistry

T. A. Pushkina, E. S. Tokaev, T. S. Popova, A. T. Murashev, N. S. Tropaskaya, E. A. Kislyakova, I. G. Shashkova, A. V. Zherebtsov

Non-clinical studies of the effectiveness of specialized sports nutrition product for correction of physical efficiency and psycho-physiological condition during intensive loads 5

Functional Testing

M. V. Golubyatnikova, V. N. Yakovleva, L. N. Makarova, M. V. Ageeva

The influence of the exercise on the health coefficient, physical fitness, physical status and efficiency of students in the process of physical training 14

A. L. Pokhachevskiy, A. B. Petrov, S. P. Bodko, V. K. Seisebaev, A. N. Tukhfatullin, A. M. Gilev, A. A. Khomenko

The time series of the heart rhythm modeling during adaptation to physical load 22

V. A. Margazin, I. V. Alaeva

Modern aspects of long-term adaptation to exercise stress of young swimmers with fins in a two-year training macrocycle 27

N. N. Tsarev, Yu. L. Venevtseva

Level of habitual physical activity and parameters of the cardio-respiratory system in students 33

Rehabilitation

E. S. Prokhorova, V. V. Arkov

Indicators of isokinetic dynamometry of the hip muscles in athletes with patellofemoral pain syndrome after complex correction procedure 40

Sports Supplements

E. A. Burlyeva, D. B. Nikityuk

Nutrition for athletes of complex coordination sports 46

Sports Traumatology

A. A. Matishev, S. A. Loktev, G. A. Makarova

Functional disorders of musculoskeletal system and risk factors of related injuries in young track and field athletes 51

Sports Physiology

I. V. Pastukhova, L. V. Saphonov

The performance of Para Nordic skiing athletes with physical impairments in the «standing» category 57

S. Ya. Klassina

Anaerobic threshold and its representation in systemic categories of human sports activity 65

Medical Control

G. A. Makarova, E. E. Achkasov, S. M. Chernukha, P. I. Evstigneev, S. Yu. Belogubova

Risk factors in fitness physical activities 72

Sports Pharmacology

A. O. Naumov, I. N. Smirnova, S. S. Shakhova, L. V. Barabash, S. V. Kremeno

Natural adaptogenes on the basis of beekeeping products in the correction of fatigue during the recovery period of the annual training cycle for athletes of winter coordination sports 79

Sports Sociology and Pedagogics

R. T. Kamilova, Z. F. Mavlyanova, B. E. Abdusamatova, L. I. Isakova

Sport employment and the level of the physical activity of the students 86

The Journal is included in Russian and International Library and Abstract Databases:



Доклинические исследования эффективности специализированного продукта спортивного питания для коррекции физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных нагрузках

¹Т. А. ПУШКИНА, ²Э. С. ТОКАЕВ, ³Т. С. ПОПОВА, ⁴А. Н. МУРАШЕВ, ³Н. С. ТРОПСКАЯ,
³Е. А. КИСЛЯКОВА, ³И. Г. ШАШКОВА, ³А. В. ЖЕРЕБЦОВ

¹ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

²ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», Москва, Россия

³ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского
Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

⁴ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН,
Москва, Россия

Сведения об авторах:

Пушкина Татьяна Анатольевна – ассистент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Токаев Энвер Саидович – генеральный директор ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», проф., д.т.н.

Попова Тамара Сергеевна – заведующий научной лабораторией экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, проф., д.б.н.

Мурашев Аркадий Николаевич – руководитель лаборатории биологических испытаний ФГБУН ФИБХ им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, проф., д.б.н.

Тропская Наталья Сергеевна – ведущий научный сотрудник научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, д.б.н.

Кислякова Екатерина Александровна – младший научный сотрудник научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, к.б.н.

Шашкова Ирина Геннадьевна – лаборант-исследователь научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы

Жеребцов Алексей Вячеславович – лаборант-исследователь научной лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы

Non-clinical studies of the effectiveness of specialized sports nutrition product for correction of physical efficiency and psycho-physiological condition during intensive loads

¹T. A. PUSHKINA, ²E. S. TOKAEV, ³T. S. POPOVA, ⁴A. T. MURASHEV, ³N. S. TROPSKAYA,
³E. A. KISLYAKOVA, ³I. G. SHASHKOVA, ³A. V. ZHEREBTSOV

¹A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

²«ACADEMY-T» CJSC Innovation Company, Moscow, Russia

³N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

⁴M.M. Shemyakin and Yu.A. Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia

Information about the authors:

Tatyana Pushkina – M.D., Assistant of the Department of Restorative Medicine, Sports Medicine, Balneology and Physiotherapy of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Enver Tokaev – D.Sc. (Technics), Prof., CEO of the «ACADEMY-T» CJSC Innovation Company

Tamara Popova – D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Arkady Murashev – D.Sc. (Biology), Prof., Director of the Laboratory of Biological Testing of the M.M. Shemyakin and Yu.A. Ovchinnikov Institute of Biorganic Chemistry of the Russian Academy of Science

Nataliya Tropskaya – D.Sc. (Biology), Leading Researcher of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Ekaterina Kislyakova – Ph.D. (Biology), Junior Researcher of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Irina Shashkova – Laboratory Assistant of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Aleksey Zherebtsov – Laboratory Assistant of the Scientific Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Цель исследования: изучить влияние нового продукта специализированного спортивного питания, включающего экстракт пихты сибирской, супероксиддисмутазу, холин и олигомерные проантоцианидины на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, показатели физической работоспособности и психофизиологического состояния у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках. **Материалы и методы:** эксперименты проводили на 40 крысах-самцах линии Wistar. Контрольным группам животных однократно ежедневно на протяжении 21 суток вводили в желудок дистиллированную воду, опытным группам – тестируемый продукт в дозе 60 мг/кг. Эксперименты выполняли в два этапа. На I этапе животные подвергались физической нагрузке в виде подвешивания на хвосте с последующим бегом на тредмиле до отказа в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. До и после нагрузки регистрировали электрокардиограмму и пневмограмму. На II этапе животных подвергали плаванию до отказа с последующим измерением силы хватки в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. На 21-й день эксперимента после теста плавания и измерения силы хватки у животных оценивали локомоторную активность и навигационную память. **Результаты:** у животных, получающих специализированное питание, выявлены особенности: а) после сочетанной нагрузки в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле наблюдалось снижение фоновых значений частоты дыхания (ЧД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) к 20-му дню эксперимента с увеличением прироста ЧД и ЧСС после нагрузки; б) увеличивалось время вынужденного (предельного) плавания, а также повышалась локомоторная активность и сила хватки; в) обнаружена ярко выраженная тенденция к увеличению времени захода в норку, что косвенно указывало на снижение уровня тревожности и повышение уровня навигационной памяти. **Выводы:** выявлена эффективность исследуемого продукта специализированного спортивного питания для усиления компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также в отношении коррекции показателей физической работоспособности и психофизиологического состояния самцов крыс при интенсивных физических нагрузках.

Ключевые слова: доклинические исследования; физическая нагрузка; физическая работоспособность; психофизиологическое состояние; спортивное питание.

Для цитирования: Пушкина Т.А., Токаев Э.С., Попова Т.С., Мурашев А.Н., Тропская Н.С., Кислякова Е.А., Шашкова И.Г., Жеребцов А.В. Доклинические исследования эффективности специализированного продукта спортивного питания для коррекции физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных нагрузках // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 5-13. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.5.

Objective: to study the impact of new specialized sports nutrition product with Siberian fir extract, superoxide dismutase, choline and oligomericproanthocyanidins on compensatory and adaptive capacities of the cardiovascular and respiratory systems, indicators of physical efficiency and psycho-physiological state in male rats during intense physical exertion. **Materials and methods:** experiments were performed on 40 male rats of the Wistar line. Control groups of animals received distilled water orally once a day every day for 21 days, experimental groups – the test product with dosage of 60 mg / kg. The experiments were performed in two stages. At the first stage the animals were subjected to exercise stress in form of a tail suspension, followed by jogging on a treadmill prior to failure on the 1st, 10th and 20th days of the experiment. Before and after the load, an electrocardiogram and a pneumogram were recorded. At the second stage the animals were subjected to swimming to failure with the subsequent measurement of grip strength on the 1st, 10th and 20th days of the experiment. On the 21st day of the experiment, after a swim test and measurement of the grip strength locomotor activity and navigational memory of the animals was evaluated. **Results:** animals receiving specialized nutrition had following features: a) after combined load included tail suspension and jogging on a treadmill a decrease of baseline values of breathing rate (BR) and heart rate (HR) and an increase of BR and HR after a physical load was observed by the 20th experimental day; B) the time of forced (limiting) swimming increased, and the locomotor activity and grip strength increased; C) a pronounced tendency to the time increment of entering the burrow was found, which indirectly indicated a decrease of the level of anxiety and an increase of the level of navigational memory. **Conclusions:** the effect of the tested specialized sports nutrition product was proved to enhance the compensatory abilities of the cardiovascular and respiratory systems, as well as for correction of indicators of physical efficiency and psycho-physiological state of male rats during intense physical exertion.

Key words: non-clinical studies; physical activity; physical efficiency; psychophysiological state; sports nutrition.

For citation: Pushkina TA, Tokaev ES, Popova TS, Murashev AT, Tropskaya NS, Kislyakova EA, Shashkova IG, Zherebtsov AV. Non-clinical studies of the effectiveness of specialized sports nutrition product for correction of physical efficiency and psycho-physiological condition during intensive loads. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):5-13. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.5.

Введение

Спорт высоких достижений, как правило, сопряжен с экстремальными физическими и эмоциональными нагрузками, предъявляющими повышенные требования к состоянию здоровья, работоспособности и выносливости спортсменов. Согласно современной концепции развития спорта, огромное значение в расширении адаптации организма к предельной мобилизации душевных и физических сил в преодолении боли и усталости, направленной на получение высоких результатов имеет персонификация фармакологической и фармаконутриентной поддержки спортсменов [1].

Работами зарубежных и отечественных специалистов доказано, что успешное применение высококвалифицированными спортсменами фармакологических препаратов и специальных нутриентов при экстремальных тренировочных и соревновательных нагрузках способствует достижению рекордных результатов на спортивных мероприятиях самого высокого уровня [2].

Однако, несмотря на достигнутые успехи, поиск средств, позволяющих расширить возможности приспособления организма к чрезвычайно большим требованиям спорта высших достижений, продолжают. Большое внимание в последнее время уделяется научному обоснованию использования в составе вновь создаваемых препаратов средств, повышающих не только работоспособность и выносливость, но и корригирующих психофизиологическое состояние и нейромышечную передачу при интенсивных нагрузках у высококвалифицированных спортсменов [3].

На сегодня основным направлением создания новых специализированных продуктов для снижения воздействия стресса на организм спортсменов и повышения уровня работоспособности в экстремальных условиях является разработка сложных комплексов биологически активных веществ, которые обладая различными механизмами действия, оптимизируют достижение высоких результатов [4].

В настоящем сообщении представлены результаты доклинической оценки эффективности использования нового специализированного продукта, предназначенного для увеличения работоспособности и улучшения психоэмоционального состояния высококвалифицированных спортсменов сложнокоординированных видов спорта при интенсивных нагрузках. Продукт разработан ЗАО «Академия-Т» и включает в себя ряд инновационных субстратов: экстракт пихты сибирской (Пренолит), супероксиддисмутазу, холин, олигомерные проантоцианидины (Винитрокс, Серенцо).

Экстракт пихты сибирской представляет собой натуральный клеточный сок пихтовой хвои, содержащий целый комплекс полезных веществ: витамин С, витамины В₁ и В₂, провитамин В (каротин), флавоноиды, большое количество макро- и микроэлементов, включая цинк, магний, марганец. Ценным компонентом экстракта является мальтол – сильнейший природный

антиоксидант, который содержится в комплексе с двухвалентным железом и хорошо усваивается организмом. По данным ряда авторов [5, 6] экстракт пихты повышает физическую работоспособность, стимулирует иммунную систему и служит эффективной защитой при стрессовых нагрузках. Проявляет стресспротекторное, антигипоксическое, противовоспалительное, кардиопротекторное действие. Экстракт обладает антиоксидантной активностью, которая лежит в основе многих его полезных эффектов и, в первую очередь, препятствует гибели клеток в результате радикального окисления, усиливающегося на фоне повышенных нагрузок, стрессорных и техногенных воздействий на организм.

Супероксиддисмутаз (СОД) наряду с другими антиоксидантными ферментами играет ключевую роль в снижении оксидативного стресса в естественных условиях. Оксидативный стресс, развивающийся при многих патологических состояниях, является нарушением баланса между прооксидантами и антиоксидантными защитными механизмами организма [7].

Результаты исследований на нескольких экспериментальных моделях и на различных тканях-мишенях со всей очевидностью показали, что пероральная добавка СОД запускает каскад событий из кишечника, которые в конечном итоге вызывают экспрессию трех главных эндогенных антиоксидантных ферментов (СОД, каталазы, глутатионпероксидазы) [8].

Последние данные по изучению механизмов действия СОД свидетельствуют о том, что перорально вводимая СОД активирует иммунный ответ, приводящий к индукции Nrf2, фактора транскрипции, стимулирующего синтез первичных антиоксидантных ферментов в организме [9]. Индукция 3 ключевых антиоксидантных ферментов позволяет избежать ослабления естественной антиоксидантной защиты организма [10].

Холин – предшественник нейромедиатора ацетилхолина, образуется в организме из метионина, является необходимым компонентом питания и рассматривается как витамин. Потребность здорового человека в холине составляет 0,5-1,5 г в сутки. Суточная потребность спортсменов в холине составляет 1-2 г. Холин ускоряет метаболизм жиров, а также нормализует выделение желчи, облегчая усвоение пищи. Он достаточно эффективен в высоких дозах. Содержание холина в организме обычного человека является достаточным для повседневной жизни. При увеличении интенсивности физической нагрузки, как показали ряд исследователей, содержание холина в организме резко снижается, что приводит к появлению усталости и снижению работоспособности. Установлено, что при высоких физических нагрузках в организме снижается содержание холина в плазме крови, что способствует снижению образования ацетилхолина [11, 12].

Олигомерные проантоцианидины (ОП) – содержатся в больших количествах в таких растениях как яблоки, виноград и известны достаточно высокой антиок-

сидантной активностью. За последние годы проведено большое количество исследований показывающих, что ОП обладают высокой стресс-протекторной, антиатерогенной и гепатопротекторной активностью. Экстракты виноградной косточки и яблока (Винитрокс) защищают клетки от окислительного повреждения стресса, снижают массовую долю креатинфосфокиназы в клетках и увеличивают в плазме крови уровень гемоглобина, образовавшийся усиленный кровоток улучшает передачу нервного импульса.

Недавно эти компоненты приобрели новый статус – фармакологические компоненты, перспективные для развития новых лекарственных препаратов, препятствующих, и/или снижающих стрессовые состояния в организме. Значительным антистрессовым действием обладает относящийся к таким веществам – лимонен, содержащийся в кожуре цитрусовых. Серенцо, входящий в состав разработанного продукта, получен из кожуры красных апельсинов. При добавлении Серенцо к основному рациону, это природное вещество может действовать на вегетативную и центральную нервную системы и помогает поддерживать или восстанавливать ее функции.

Цель исследования: изучить влияние нового продукта специализированного спортивного питания на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, показатели физической работоспособности и психофизиологического состояния при интенсивных физических нагрузках.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в лаборатории экспериментальной патологии ГБУЗ г. Москвы НИИ Скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы и в центре доклинических испытаний лекарственных средств ФИБХ РАН (МО, г. Пущино). Эксперименты по исследованию продукта спортивного питания выполнены на 40 крысах-самцах Wistar (масса тела 200-300 г). Крысы были получены из лицензированного источника, имеющего действующую АААЛАС аккредитацию – НПП «Питомник лабораторных животных» ФИБХ РАН (МО, г. Пущино). Животные содержались в стандартных условиях вивария, получали воду и сбалансированный рацион питания (стандартный гранулированный корм). Световой режим: 12-часовой. Условия содержания соответствовали стандарту «ГОСТ Р 53434–2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики».

Эксперимент выполняли в два этапа. На I этапе изучали влияние нового продукта спортивного питания на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках. На II этапе определяли влияние исследуемого продукта на физическую работоспособность и психофизиологическое состояние крыс при интенсивных физических нагрузках.

Дизайн эксперимента I этапа. На I этапе 20 самцов крыс разделили на 2 группы: 1 группа (контрольная) (n=10) получала дистиллированную воду, 2 группа (опытная) (n=10), получала тестируемый продукт в дозе 60 мг/кг. Предварительно (-1-й и 0-й дни) животные проходили обучение бегу на дорожке тредмила (модель LE8700, Panlab, Harvard). Животных, отказывающихся от бега, из дальнейшего исследования исключали. Животных обеих групп подвергали интенсивной физической нагрузке в виде подвешивания на хвосте с последующим бегом на тредмиле до отказа в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. До и после нагрузки на приборе Вiorac MP36 регистрировали электрокардиограмму с хлорсеребряных накожных электродов и пневмограмма с использованием термометрического назального датчик TRSense. После обработки сигналов рассчитывали физиологические параметры – частоту сердечных сокращений (ЧСС) и частоту дыхания (ЧД).

Дизайн эксперимента II этапа. На II этапе другие 20 самцов крыс разделили на 2 группы: 1 группа (контрольная) (n=10) получала дистиллированную воду, 2 группа (опытная) (n=10), получала тестируемый продукт в дозе 60 мг/кг. Предварительно (0-й день) отбирались в эксперимент животные, проявляющие активность в тесте «Плавание». Животные, отказывающиеся плавать, были отбракованы. Животные обеих групп подвергали интенсивной физической нагрузке в виде плавания до отказа с последующим измерением силы хватки с помощью прибора Grip-strengthmeter в 1-й, 10-й и 20-й дни эксперимента. На 21-й день эксперимента после теста плавания и измерения силы хватки у животных оценивали локомоторную активность (в тесте «открытое поле») и навигационную память (в лабиринте «Барнс»).

Тестируемый продукт в виде суспензии в воде в дозе 60 мг/кг и дистиллированную воду вводили зондом в желудок. Расчетный объем введения составлял 10 мл/кг и определялся индивидуально для каждого животного, учитывая последнее значение массы тела. Дозу вводили животному раз в сутки на протяжении 21 дня в одно время суток (в период 9:00-11:00) согласно графику процедур и листу введения доз. При отборе доз зондом из флакона производили постоянное перемешивание суспензии на магнитной мешалке. Использовали отдельный зонд на группу.

Статистическая обработка результатов исследований

На всех этапах эксперимента у каждой группы животных для всех изученных показателей рассчитывали медиану и перцентили – Me (25;75)% и для статистического анализа использовали непараметрические критерии – Friedman ANOVA и U-критерий Манна-Уитни. Статистически значимыми считались значения с $p < 0.05$.

Результаты и обсуждение

I этап эксперимента. Изменения ЧД перед интенсивной физической нагрузкой в виде подвешивания на хвосте с последующим бегом на тредмиле до отказа в 1-й, 10-й и 20-й день тестирования представлены на рисунке 1.

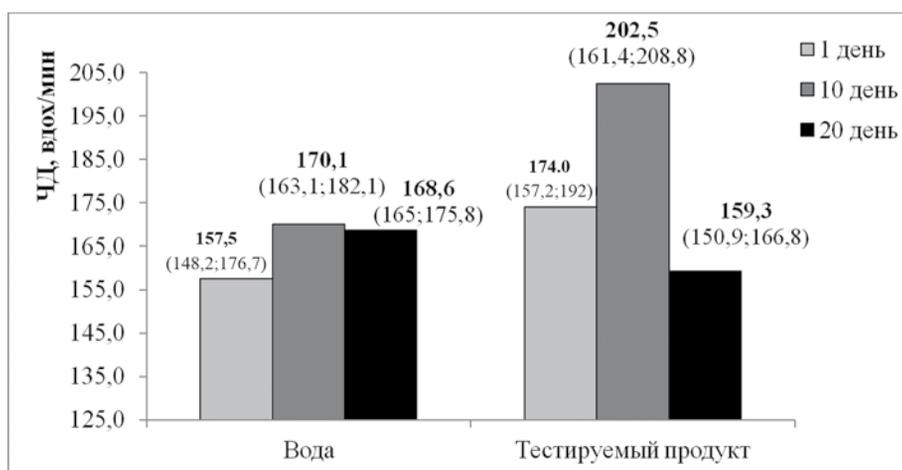


Рис. 1. ЧД до интенсивной физической нагрузки (вдох/мин, Ме (25;75%)) в различные дни эксперимента
 Рис. 1. BR before intensive physical activity (breath/min, IU (25;75%)) at different days of experiment

Как видно из рисунка, в контрольной группе до нагрузки от 1-го к 10-му дню наблюдалась тенденция к увеличению ЧД с сохранением повышенных значений к 20-ому дню. В опытной группе также наблюдалась тенденция к увеличению ЧД до нагрузки от 1-го к 10-му дню. Однако к 20-му дню эксперимента ЧД до нагрузки снижалась ниже значений 1-го дня эксперимента.

В таблице 1 представлены изменения ЧД (разница до- и после интенсивной физической нагрузки) в 1-й, 10-й и 20-й день эксперимента. Прирост ЧД на нагрузку в контрольной группе в 20-й день эксперимента имели тенденцию к повышению, однако статистически значимо не отличались от 1-го дня. При этом в опытной группе в 20-й день эксперимента прирост ЧД на нагрузку были статистически значимо выше, чем в 1-й день.

Таблица 1

Изменение частоты дыхания в ответ на интенсивную физическую нагрузку в различные дни эксперимента (вдох/мин, Ме (25;75%))

Table 1

The change in breathing rate in response to strenuous exercise at different days of the experiment (breath/min, IU (25;75%))

Группа	1 день	10 день	20 день
Контрольная группа (Вода)	8,5 (-8,1;20,8)	1,0 (-5,45;24,25)	25,5 (18,5;38,85)
Опытная группа (тестируемый продукт)	18,4 (7,6;40,85)	16,2 (-1,35;27,6)	43,8# (19,1;65,45)

#- $p < 0,05$ отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня внутри группы

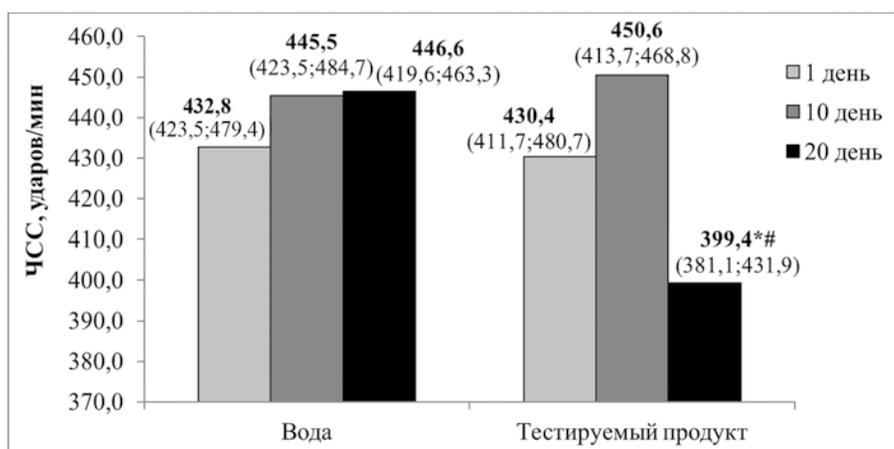
Таким образом, снижение фоновой ЧД и статистически значимое увеличение прироста ЧД на интенсивную физическую нагрузку в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле может свиде-

тельствовать об усилении компенсаторных возможностей дыхательной системы и вследствие этого, большей тренированности животных опытной группы по сравнению с контрольной.

Изменения ЧСС перед интенсивной физической нагрузкой (фоновые значения) в 1-й, 10-й и 20-й день тестирования представлены на рисунке 2. Как видно из графика, в контрольной группе до нагрузки от 1-го к 10-му дню наблюдали тенденцию к увеличению ЧСС с сохранением повышенных значений к 20-ому дню. В опытной группе также была тенденция к увеличению ЧСС до нагрузки от 1-го к 10-му дню. Однако к 20-му дню эксперимента ЧСС до нагрузки статистически значимо уменьшалась ниже значений 1-го дня эксперимента. Кроме того, выявлены статистически значимые отличия между контрольной и опытной группой на 20-й день эксперимента – значения ЧСС до нагрузки у животных, получающих продукт, были существенно ниже, чем в контрольной группе.

В таблице 2 представлены изменения ЧСС (разница до- и после нагрузки) в 1-й, 10-й и 20-й день эксперимента. Значения прироста ЧСС на нагрузку в контрольной группе в 20-й день эксперимента имели тенденцию к повышению, однако статистически значимо не отличались от 1-го дня. При этом в опытной группе в 20-й день эксперимента значения прироста ЧСС на нагрузку были статистически значимо выше, чем в 1-й день.

Таким образом, после сочетанной нагрузки в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле в группе животных, получающих продукт, наблюдалось статистически значимое снижение фоновой ЧСС на 20-й день тестирования и статистически значимое увеличение ЧСС на нагрузку по сравнению с 1-ым днем, что может свидетельствовать о развитии физиологической брадикардии при физических нагрузках и увеличении компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы в опытной группе животных.



* $p < 0,05$ отличия статистически значимы в сравнении опытной группы с контрольной в различные дни эксперимента

$p < 0,05$ отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

Рис. 2. ЧСС до нагрузки (ударов/мин, Ме (25;75%)) в различные дни эксперимента

Pic. 2. Heart rate before physical load (beats/min, IU (25;75%)) at different days of experiment

Таблица 2

Изменение ЧСС в ответ на интенсивную физическую нагрузку в различные дни эксперимента (вдох/мин, Ме (25;75%))

Table 2

The changes in heart rate in response to strenuous exercise at different days of the experiment (breath/min, IU (25;75%))

Группа	1 день	10 день	20 день
Вода	11,6 (-36,6;30,6)	4,6 (-42,3;25,3)	27,8 (13,2;35,6)
Тестируемый продукт	-6,7 (-18,64;26,15)	38,6 (19,02;59,35)	36 # (27,52;59,07)

$p < 0,05$ отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

II этап эксперимента. Для изучения влияния тестируемого продукта на показатели физической выносливости и работоспособности животным давали сочетанную нагрузку в виде вынужденного плавания с последующим измерением мышечной силы. Оценивали общее время плавания (до отказа) и мышечную силу хватания.

Результаты общего времени плавания в 1-й, 10-й и 20-й день тестирования представлены на рисунке 3. В контрольной группе наблюдали слабую повышательную тенденцию к увеличению общего времени плавания. В опытной группе уже на 10-й день тестирования происходило статистически значимое существенное увеличение общего времени плавания с сохранением высоких значений на 20-й день тестирования.

Результаты исследований мышечной силы хватания представлены на рисунке 4. В контрольной группе на-

блюдали слабую повышательную тенденцию к увеличению мышечной силы хватания к 20-му дню эксперимента. В опытной группе выявлялось более существенное увеличение мышечной силы хватания, при этом к 20-му дню тестирования происходило статистически значимое увеличение мышечной силы хватания по сравнению с 1-ым днем.

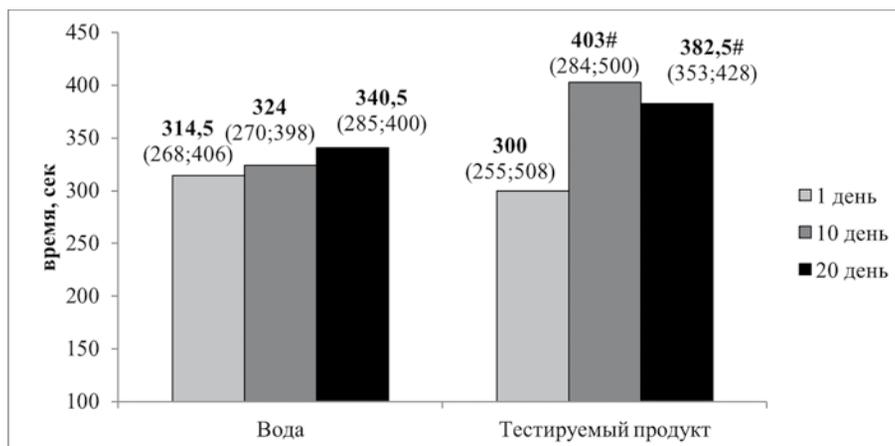
Для оценки психофизиологического состояния на 21-й день после теста плавания до отказа и измерения силы хватки у животных изучали поведение и психоэмоциональное состояние в тестах: «Открытое поле» (локомоторная активность) и «Лабиринт Барнс» (навигационная память).

Результаты исследования локомоторной активности представлены на рисунках 5 и 6. В опытной группе имела выраженная тенденция к увеличению локомоторной активности по сравнению с контрольной группой: наблюдалось увеличение времени перемещения, уменьшение времени неподвижности и увеличение пройденной дистанции.

Результаты исследования навигационной памяти (тест «Лабиринт Барнс») представлены на рисунке 7. В опытной группе имела выраженная тенденция к увеличению времени захода в норку по сравнению с контрольной, что может косвенно указывать на снижение уровня тревожности и повышения уровня навигационной памяти у животных опытной группы.

Заключение

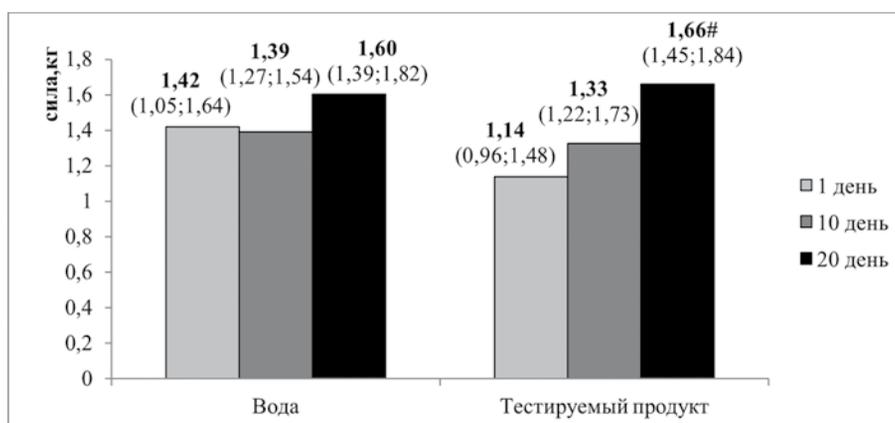
Изучение влияние нового продукта спортивного питания на компенсаторно-приспособительные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках в виде теста подвешивания за хвост с последующим бегом на тредмиле показало, что у животных, получавших продукт, происходило снижение ЧД и ЧСС до нагрузки



p<0,05 отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

Рис. 3. Общее время плавания в различные сроки эксперимента

Pic. 3. Total time of swimming in different periods of the experiment



p<0,05 отличия статистически значимы в сравнении 1-10 дня, 1-20 дня, внутри группы

Рис. 4. Мышечная сила хватания в различные сроки эксперимента

Pic. 4. Muscle grip strength in different periods of the experiment

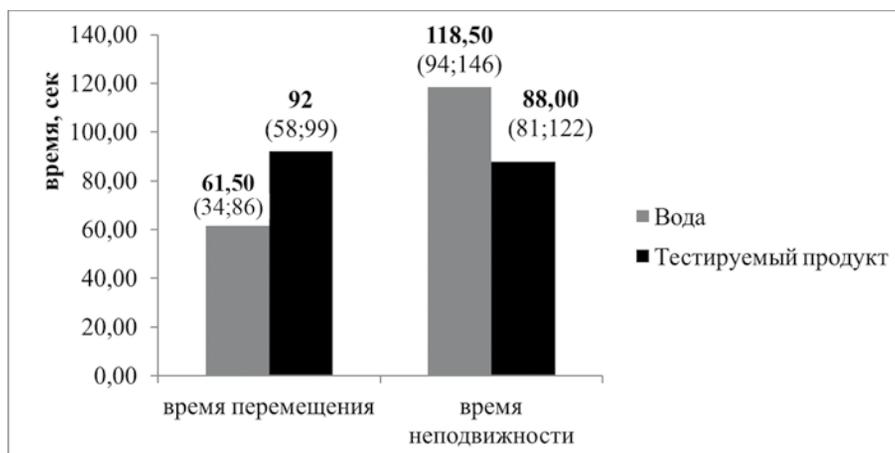


Рис. 5. Время перемещения и неподвижности в тесте «Открытое поле»

Pic. 5. Moving and immobility time in the «Open field» test

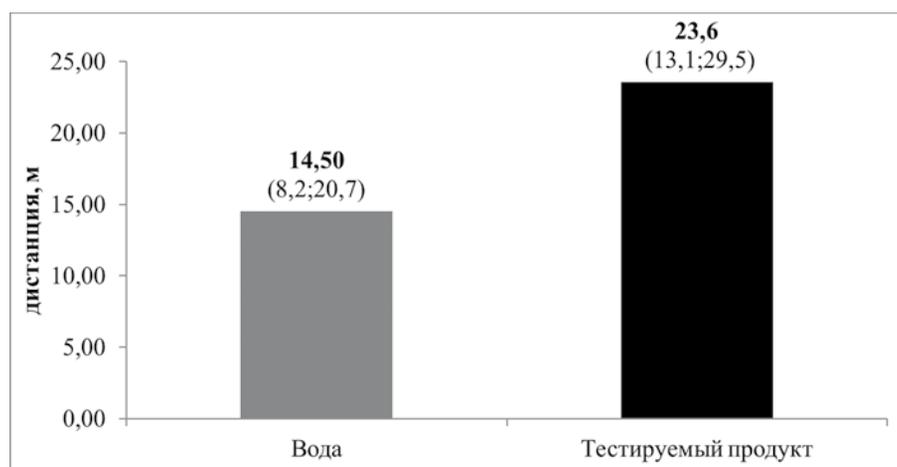


Рис. 6. Пройденная дистанция в тесте «Открытое поле»

Pic. 6. Distance covered in the «Open field» test

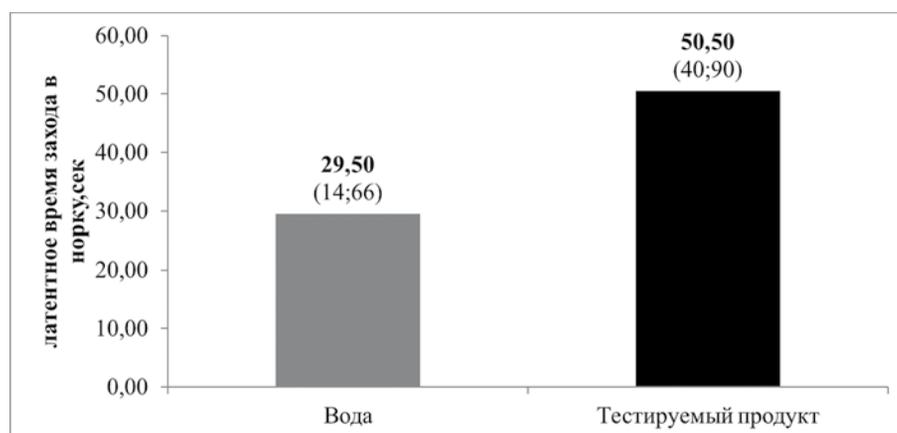


Рис. 7. Исследование навигационной памяти в тесте «Лабиринт Барнс»

Pic. 7. Study of navigational memory in the «Barnes maze» test

с одновременным увеличением прироста ЧД и увеличением ЧСС после нагрузки. Такая динамика показателей может свидетельствовать о переходе животных, получающих продукт на экономичное дыхание и развитие у них физиологической брадикардии покоя, усиление компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, и вследствие этого, повышении тренированности животных. Действительно, у животных, получавших продукт, повышалось время вынужденного (предельного) плавания, а также увеличивалась локомоторная активность и сила хватки, что свидетельствовало о повышении физической выносливости и работоспособности.

Кроме того, у животных, получавших продукт, психофизиологическое состояние после интенсивных физических нагрузок было более устойчивое по сравнению с контрольной группой. При исследовании навигационной памяти выявлена ярко выраженная тенденция к увеличению времени захода в норку, что может косвенно указывать на снижение уровня тревожности и повы-

шения уровня навигационной памяти у животных, получавших продукт.

Вывод

Полученные данные свидетельствуют об эффективности изучаемого продукта для спортивного питания для усиления компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также в отношении коррекции показателей физической работоспособности и психофизиологического состояния у самцов крыс при интенсивных физических нагрузках.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Дондуковская Р.Р., Гольберг Н.Д. Спортивное питание. СПб.: Издательство «Реноме», 2010. 110 с. / Dondukovskaya RR, Golberg ND. Sportivnoe pitanie. Saint-Petersburg, Izdatelstvo «Renome», 2010. 110 p. (in Russian).
2. Леутко В.К. Основы спортивного питания. Могилев: УО «МГУ им. А.А. Кулешова», 2012. 56 с. / Leutko VK. Osnovy sportivnogo pitaniya Mogilev, UO «MGU im. A.A. Kuleshova», 2012. 56 p. (in Russian).
3. Токаев Э.С., Ледовский С.М., Назаров О.Н., Некрасов Е.А., Хасанов А.А., Краснова И.С. Клинические исследования эффективности специализированного продукта для спортивного питания «Антистресс» // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. №4. С. 81-89. / Tokaev ES, Ledovskoy SM, Nazarov ON, Nekrasov EA, Khasanov, Krasnova IS. Clinical research of the efficiency of the «Antistress» (sports supplement). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2014;(4):81-89. (in Russian).
4. Абрамова М.А., Гаппарова К.М., Азизбекян Г.А., Чехонина Ю.Г., Зилова И.С., Никитюк Д.Б. Оценка фактического питания и физического статуса высококвалифицированных спортсменов-тяжелоатлетов // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. №3. С. 22-25. / Abramova MA, Gapparova KM, Azizbekyan GA, Chekhonina YuG, Zilova IS, Nikityuk DB. Estimation of actual nutrition and physical state by highly skilled weight-lifting athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2012;(3):22-25. (in Russian).
5. Костеша Н.Я., Стрелис А.К., Лукьяненко П.И., Матвеева Л.А., Чердынцева Н.В. Экстракт пихты сибирской АБИСИБ и его применение в медицине и ветеринарии. Томск, 2005. С. 143 / Kostesha NYa, Strelis AK, Lukyanenok PI, Matveeva LA, Cherdyntseva NV. Ekstrakt pikhty sibirskoy ABISIB i ego primeneniye v meditsine i veterinarii. Tomsk, 2005. P. 143. (in Russian).
6. Отчет о научно-исследовательской работе «Об экспериментальном изучении влияния водной фракции углекислотного экстракта пихты сибирской на физическую работоспособность и гипоксию». МЗ РФ НИИ гигиены, Новосибирск, 2012. / Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote «Ob eksperimentalnom izuchenii vliyaniya vodnoy fraktsii uglekislotnogo ekstrakta pikhty sibirskoy na fizicheskuyu rabotosposobnost i gipoksiyu». MZ RF NII gigiyeny, Novosibirsk, 2012. (in Russian).
7. Шанин Ю.Н., Шанин В.Ю., Зиновьев Е.В. Антиоксидантная терапия в клинической практике. СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2003. 128 с. / Shanin YuN, Shanin VYu, Zinovyev EV. Antioksidantnaya

terapiya v klinicheskoy praktike. Saint-Petersburg, ELBI-SPb., 2003. 128 p. (in Russian).

8. Lalles JP, Lacan D, David JC. A melon pulp concentrate rich in superoxide dismutase reduces stress proteins along the gastrointestinal tract of pigs. Nutrition. 2011;27(3):358-363.

9. Juurlink BH. Dietary Nrf2 activators inhibit atherogenic processes. Atherosclerosis. 2012;225(1):29-33.

10. Nelson SK, Bose SK, Grunwald GK, Myhill P, McCord JM. The induction of human superoxide dismutase and catalase in vivo: A fundamentally new approach to antioxidant therapy. Free Radic. Biol. Med. 2006;40(2):341-347.

11. Buchman AL, Awal M, Jenden D, Roch M, Seung-Ho Kang. The effect of lecithin supplementation on plasma choline concentrations during a marathon. Journal of the American College of Nutrition. 2000;19(6):768-770.

12. Buchman AL, Jenden DJ, Roch M. Plasma free, phospholipid-bound and urinary free choline all decrease during a marathon run and may be associated with impaired performance. J. Am Coll Nutr. 1999;18(6):598-601.

Ответственный за переписку:

Пушкина Татьяна Анатольевна – ассистент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Адрес: 123182, Россия, г. Москва, ул. Живописная, д. 46

Тел. (раб): +7 (499) 190-73-74

Тел. (моб): +7 (916) 134-05-74

E-mail: pushkina18@yandex.ru

Responsible for correspondence:

Tatyana Pushkina – M.D., Assistant of the Department of Restorative Medicine, Sports Medicine, Balneology and Physiotherapy of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Address: 46, Zhivopisnaya St., Moscow, Russia

Phone: +7 (499) 190-73-74

Mobile: +7 (916) 134-05-74

E-mail: pushkina18@yandex.ru

Дата направления статьи в редакцию: 17.01.2017

Received: 17 January 2017

Статья принята к печати: 06.02.2017

Accepted: 6 February 2017

Влияние физических упражнений на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой

¹М. В. ГОЛУБЯТНИКОВА, ²В. Н. ЯКОВЛЕВА, ³Л. Н. МАКАРОВА, ¹М. В. АГЕЕВА

¹ГПОУ Кузнецкий техникум сервиса и дизайна им. Волкова В.А.
Департамента образования и науки Кемеровской области, Новокузнецк, Россия
²Новокузнецкий институт (филиал)

ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет Минобрнауки России, Новокузнецк, Россия

Сведения об авторах:

Голубятникова Марина Валентиновна – преподаватель физической культуры ГПОУ КузТСиД им. Волкова В.А. Департамента образования и науки Кемеровской области

Яковлева Вера Николаевна – старший преподаватель кафедры физической культуры Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО КемГУ Минобрнауки России

Макарова Лариса Николаевна – доцент кафедры теории и методологии спортивных дисциплин факультета физической культуры Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО КемГУ Минобрнауки России, к.п.н.

Агеева Марина Викторовна – методист ГПОУ КузТСиД им. Волкова В.А. Департамента образования и науки Кемеровской области

The influence of the exercise on the health coefficient, physical fitness, physical status and efficiency of students in the process of physical training

¹M. V. GOLUBYATNIKOVA, ²V. N. YAKOVLEVA, ³L. N. MAKAROVA, ¹M. V. AGEeva

¹Kuznetsk Technical School of Service and Design, Novokuznetsk, Russia
²Novokuznetsk Institute (Branch Office) of the Kemerovo State University, Novokuznetsk, Russia

Information about the authors:

Marina Golubyatnikova – Physical Training Lecturer of the Kuznetsk Technical School of Service and Design

Vera Yakovleva – Senior Lecturer of the Department of Physical Training of the Novokuznetsk Institute (Branch Office) of the Kemerovo State University

Larisa Makarova – Ed.D., Associate Professor of the Theory and Methodology of Sports Disciplines Department of the Physical Training Faculty of the Novokuznetsk Institute (Branch Office) of the Kemerovo State University

Marina Ageeva – Methodologist of the Kuznetsk Technical School of Service and Design

Цель исследования: оценка влияния физических упражнений разной структуры (бег, передвижение на лыжах, плавание) на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой. **Материалы и методы:** в исследовании принимали участие 45 студентов (юношей), средний возраст которых составил $19,46 \pm 1,51$ года. Исследования проводились на базе Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет, в течение трех лет обучения студентов, по дисциплине «Физическая культура». Оценка физической работоспособности оценивали по Гарвардскому степ-тесту и вычислению индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ), который заключается в контроле за частотой сердечных сокращений (ЧСС) в восстановительный период после выполнения испытуемым дозированной физической нагрузки. Для определения физической подготовленности исследуемых студентов использовались контрольные тесты, выявляющие степень развития основных физических качеств. В качестве критерия адаптационных возможностей организма определяли коэффициент здоровья (КЗ), который вычисляли по частоте пульса (ЧП), артериальному давлению (САД, ДАД), массе тела (МТ), росту (Р) и возрасту (В): $KZ = 0,01ЧП + 0,01САД + 0,008ДАД + 0,014В + 0,009МТ - 0,009Р - 0,27$. Оценивали физическое состояние (проводили морфофункциональные исследования, результаты определяли по таблице экспресс-оценке Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко). Провели сравнительную оценку влияния различных физических упражнений на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой. А также использовали метод математической статистики. Обработка и анализ данных проводились общепри-

нятыми статистическими методами с учетом пола и возраста студентов. Рассчитывали среднюю арифметическую (X), среднее квадратическое отклонение (σ). Достоверность различий статистических оценок определяли по t -критерию Стьюдента. В таблицах приведены значения стандартного отклонения. **Результаты:** все физические упражнения разной структуры (бег, передвижение на лыжах, плавание), оказывают оздоровительный эффект на организм человека. Тем не менее, эффективность от лыжных прогулок немного выше, чем от плавания и легкоатлетического бега. **Выводы:** развитие физических качеств имеет положительную динамику во всех группах. Динамика физического состояния и работоспособности во всех исследуемых группах положительная. Наиболее эффективными физическими упражнениями, оказались те, которые используются на занятиях оздоровительным бегом на лыжах.

Ключевые слова: студенты; физические упражнения; работоспособность; физическое состояние; физическая подготовленность; коэффициент здоровья.

Для цитирования: Голубятникова М.В., Яковлева В.Н., Макарова Л.Н., Агеева М.В. Влияния физических упражнений на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 14-21. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.14.

Objective: to assess the influence of various physical exercises (running, skiing, swimming) on the health coefficient, physical fitness, physical status and efficiency of students in the process of physical training. **Materials and methods:** the study involved 45 students (boys) with average age of 19.46 ± 1.51 years. The study was conducted on the basis of Novokuznetsk Institute (branch office) of the Kemerovo State University during the three years of students' education in the discipline «Physical Training». Physical efficiency was assessed by Harvard step test and the calculation of the index of Harvard step-test (IHST) that included the control of heart rate (HR) during a recovery period after the subjects underwent a dosed physical exercise. Physical fitness of trial subjects was assessed with control tests to determine the degree of development of basic physical qualities. The health coefficient (HC) was the criterion of adaptation possibilities of the organism and was calculated by the heart rate (HR), arterial pressure (SBP, DBP), body mass (BM), growth (G) and age (A): $HC = 0.01HR + 0.01SBP + 0.008DBP + 0.014A + 0.009BM - 0.009G - 0.27$. Physical status was evaluated (morphological and functional studies were performed, the results were assessed according to the following table of Apanasenko G. L., Naumenko R. G.). A comparative assessment of the influence of various physical exercises on the health coefficient, physical fitness, physical status and efficiency of students in the process of physical training was conducted. The method of mathematical statistics was also used. Processing and analysis of data was performed with generally accepted statistical methods taking into account gender and age of the students. Mean values (X) and standard deviation (σ) was calculated. The statistical significance of differences was determined by Student's coefficient. **Results:** all exercises (running, skiing, swimming) have a healing effect on the human body. However, skiing has slightly higher effectiveness than swimming or track and field running. **Conclusions:** the development of physical qualities has a positive trend in all groups. Dynamics of physical status and efficiency in all studied groups is positive. The most effective physical exercises were found in health recreational skiing.

Key words: students; physical exercise; efficiency; physical condition; physical fitness; health coefficient.

For citation: Golubyatnikova MV, Yakovleva VN, Makarova LN, Ageeva MV. The influence of the exercise on the health coefficient, physical fitness, physical status and efficiency of students in the process of physical training. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):14-21. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.14.

Введение

Проблема совершенствования физической подготовленности, здоровья студенческой молодежи остается важнейшей государственной проблемой. Сохранение и укрепление здоровья студентов – одна из приоритетных задач, стоящих сегодня перед высшим образованием. Каждое высшее учебное заведение должно стремиться к повышению уровня физического развития студентов, развивать их спортивные навыки и вести пропаганду здорового образа жизни [1].

Проблема продления физической активности привлекает к себе пристальное внимание ученых. В целом можно отметить довольно значительное количество работ, посвященных разработке методики проведения различных форм физической культуры с использованием различных средств и методов физического воспитания [2, 3]. Особенно широкое распространение получили тренировочные программы, соответственно регламентированные по различным параметрам нагрузки, с использованием упражнений циклического характера таких, как: ходьбы и бега; передвижения на лыжах; плавания. Известно, что учебно-тренировочный процесс способствует улучшению координации и автоматизации мышечных движений, повышению работо-

способности; развитию сообразительности, быстроты реакции, выносливости, красоты тела и духа [4].

Следует отметить, что некоторыми авторами проводилось сравнение эффективности влияния на организм упражнений разной структуры. Однако, как правило, ими брался либо один критерий для сравнения, либо не указывался контингент испытуемых, либо не приводилось объективных данных, подтверждающих их выводы. Кроме того, крайне скудны сведения о влиянии физических упражнений на показатели, характеризующие работоспособность, жизнедеятельность основных систем организма студентов [4, 5].

Анализ научно-методических работ показал, что для достижения стойкого оздоровительного эффекта необходимо выполнение нескольких условий: участие в работе больших мышечных групп; возможность продолжительного выполнения упражнений; ритмический характер физкультурной деятельности; выполнение упражнений в основном за счет аэробного энергообеспечения работы мышц [6].

Теоретический анализ и обобщение литературных источников показал, что проблема влияния различных физических упражнений на физическое состояние студентов - актуальна.

Цель исследования оценить влияние физических упражнений разной структуры (бег, передвижение на лыжах, плавание) на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой.

Задачи исследования

1. Проанализировать динамику развития физической подготовленности у студентов во всех группах.
2. Выявить динамику развития физического состояния и работоспособности во всех исследуемых группах.
3. Отследить эффективность влияния физических упражнений различной структуры на физическое состояние и работоспособность студентов.

Организация исследования

Исследования проводились на базе Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет. Исследуемый контингент был отобран по следующим критериям:

- возрасту (средний возраст юношей $19,46 \pm 1,5$ года);
- состоянию здоровья (студентов, которые соответствуют основной медицинской группе);
- исходному уровню физического состояния (со студентами проводились морфофункциональные исследования, результаты которых определяли по таблице экспресс-оценке Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко. В итоге контингент во всех трех группах характеризовался значительной степенью однородности);
- интересам к определенному виду физкультурно-спортивной деятельности (по видам спорта: плавание, легкая атлетика, лыжная подготовка);
- предшествующему двигательному опыту (двигательный опыт - объем освоенных студентом двигательных действий и способов их использования). Все студенты, изъявившие желание участвовать в эксперименте отметили, что владеют техникой предполагаемого вида физкультурно-спортивной деятельности в достаточной степени, и имели опыт в систематических занятиях физическими упражнениями по выбранным видам спорта: легкая атлетика, лыжная подготовка и плавание.

Таким образом, из всех студентов 1 курса, прошедших обследование, по состоянию здоровья было отобрано 45 (юношей) тех, кто прошел полную экспериментальную программу, посетив не менее 80% занятий и приняв участие во всех тестированиях. Занятия проходили 2 раза в неделю по 90 мин.

На основании желания студентов и их физической подготовленности (по результатам входного контроля (тестов) студентов) были сформированы три экспериментальные группы:

- группа «Б» – группа, занимающаяся легкоатлетическим бегом;
- группа «Л» – группа, занимающаяся лыжной подготовкой;
- группа «П» – группа, занимающаяся плаванием.

Подбор упражнений проводился с учетом возрастно-половых особенностей, состояния здоровья, физического развития, функциональных возможностей, организма и физической подготовленности занимающихся. Эксперимент проходил в течение трех лет обучения студентов по дисциплине «Физическая культура», исследования проводили в начале и конце эксперимента.

Построение и содержание занятий в экспериментальной группе «Б»

В качестве основного методического требования оздоровительной тренировки по бегу со студентами, должен лежать не заранее запланированный минимум бега в минутах или в метрах, а требование начинать тренировку с ходьбы в различном темпе и разной продолжительности. На наших занятиях для повышения общефизической подготовленности и восстановлений функциональных возможностей сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, занимающихся применялось смешанное передвижение, т.е. чередование ходьбы и бега. Постепенно ходьба все больше заменялась бегом и соответственно повышалась скорость преодоления 1 км. В дальнейшем студенты исключили ходьбу, и основная часть занятия в основном состояла из бега. По данным наших исследований, 45-50-минутный бег, после 2-месячного подготовительного этапа, состоящего из смешанного передвижения, не вызывал нежелательных изменений самочувствия занимающихся [5, 7].

Построение и содержание занятий в экспериментальной группе «Л»

Занятия с преимущественным использованием лыжного передвижения строились следующим образом. В качестве разминки использовались общеразвивающие упражнения для мышц верхних и нижних конечностей, плечевого пояса, мышц спины и брюшного пресса, ходьба без лыж, бег трусцой. После этого следовало непрерывное передвижение на лыжах. Заканчивалось занятие общеразвивающими упражнениями, направленными на расслабление мышц плечевого пояса и поясницы, ходьбой без лыж и бегом трусцой. К концу первого месяца занятий студенты экспериментальной группы «Л» преодолевали до 2,6 км, тогда как в начале этапа за это же время (15-20 мин) преодолевалось не более 2 км. В дальнейшем постепенно повышали общий объем работы за счет продолжительности занятий и удлинения дистанций [5, 7]. Месторасположение нашего региона – юг Западной Сибири. Условия занятий лыжным спортом в Кемеровской области возможны на протяжении всего учебного года. Каждый год в сентябре и мае группа «Л» выезжала заниматься на заснеженные трассы Горной Шории.

Построение и содержание занятий в группе «П»

Занятия по плаванию проводились по программе, основой которой стали оздоровительные упражнения по плаванию на груди, закрепления на спине и способом брасс. 50-60% времени занятия отводилось на применение

ние средств из оздоровительного плавания, 40-50% - на средства из основной гимнастики. Каждое занятие состояло из вводной, основной и заключительной частей. Вводная часть занятия проводилась на суше. Применялись общеразвивающие упражнения, направленные на развитие гибкости, подготовительные и подводящие упражнения для развития техники плавания, а также ходьба и бег. Основная часть занятия была направлена на освоение нового и закрепление пройденного материала. По мере овладения занимающихся техникой плавания мы все больше включали в уроки плавание «на метры», при этом занимающихся предлагалось проплыть на занятии определенное количество дорожек. Основная часть занятия второго этапа основного периода в основном целиком состояла из непрерывного плавания или плавания с кратковременным отдыхом в воде. Заключительная часть состояла из упражнения на развитие силы и упражнений на дыхание.

Внешние показатели нагрузки во всех трех экспериментальных группах были строго регламентированы по длительности периода занятий, времени одного занятия, кратности занятий в неделю [5, 7].

Методы исследования

1. Оценка физической работоспособности (проводилась по Гарвардскому степ-тесту и вычислению индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ). Величина ИГСТ характеризует скорость восстановительных процессов после напряженной мышечной работы. Чем больше показатель ИГСТ, тем лучше адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам [6].

2. Рассчитан коэффициент здоровья (КЗ) студентов трех экспериментальных группах (использовали морфофункциональное исследование, метод математической статистики), который вычисляли по частоте пульса (ЧП), артериальному давлению (САД, ДАД), массе тела (МТ), росту (Р) и возрасту (В): $K3=0,01ЧП+0,01САД+0,008ДАД+0,014В+0,009МТ-0,009Р-0,27$.

В зависимости от значения коэффициента здоровья человек может быть отнесен к одной из 4-х групп по степени адаптации. Чем выше условный балл, тем выше ве-

роятность развития патологических состояний [6].

3. Оценка физической подготовленности (проводились тесты выявляющие степень развития основных физических качеств, чем выше результаты тестов, тем выше физическая подготовленность студентов) [8].

4. Оценка физического состояния (проводились морфофункциональные исследования, результаты определялись по таблице экспресс-оценке Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко) [9].

5. Рассчитывались средняя арифметическая (X); среднеквадратическое отклонение (σ). Достоверность различий статистических оценок определяли по t-критерию Стьюдента. Обработка и анализ данных проводились общепринятыми статистическими методами с учетом пола и возраста. В таблицах приведены значения стандартного отклонения [10].

6. Провели сравнительную оценку влияния различных физических упражнений на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой (сравнительный анализ результатов в трех группах).

Результаты исследования

Адекватность «внутренней» нагрузки оценивалась, по сравнительной динамике показателей частоты сердечных сокращений. Данные увеличения ЧСС в подготовительной части занятий с преимущественным использованием различных физических упражнений (табл. 1).

Как видно, во всех экспериментальных группах происходит плавное увеличение показателей ЧСС. Различия между группами по t-критерию недостоверны ($P > 0,1$).

Нагрузка, предлагаемая в основной части занятия с использованием различных физических упражнений, вызывала учащение пульса в основном периоде до 150-170 уд/мин.

Таким образом, несмотря на различную структуру упражнений, используемых в экспериментальных занятиях, показатели сердечно-сосудистых реакций у испытуемых трех экспериментальных групп были практически одинаковы.

В начале эксперимента, студентов трех эксперимен-

Таблица 1

Пульсовая стоимость нагрузки в подготовительной части занятия в экспериментальных группах на первом этапе основного периода

Table 1

Pulse value of the load in the preparatory part of the lesson in the experimental groups at the first stage of the basic period

Группа	Средние показатели ЧСС на различных минутах подготовительной части				
	начало занятия	5-я мин	10-я мин	15-я мин	20-я мин
«Б»	71,1±5,6	87,2±6,3	97,6±9,2	107,9±7,2	118,3±4,9
«Л»	74,6±10,1	86,4±4,2	106,9±9,9	113,2±2,8	119,1±7,0
«П»	70,1±3,2	83,7±2,9	99,1±6,9	110,4±4,2	119,0±7,9

тальных групп, выявилось: недостоверность различий между ними практически по всем основным показателям, за исключением теста «челночный бег» - между группами «Л» и «П»; бега 1000м – между «Л» и «Б»; «Б» и «П».

Результаты уровня развития физической подготовленности студентов (табл. 2-3).

При сравнении показателей бега на 1000 метров, мы видим, что они в группах различаются не значительно: «П»-3,15±0,22; «Б»-2,98±0,34; «Л»3,19±0,3 – данные достоверны.

Однако данные челночного бега в группе «П»-25,81±1,32 - немного ниже, чем в группе «Л»-24,96±1,11, а в группе «Б»-24,01±1,56 они самые лучшие. Показатели между группами «Л» и «Б»- недостоверны, а между группами «Л» и «П», а также «Б» и «П» – достоверны.

Показатели силовой выносливости мы исследовали с помощью подтягивания на перекладине. Данные исследования показали: в группе «Л» – 17,53±4,89 – они самые высокие, в группе «Б» – 15±2,88 - немного меньше, а в группе «П» – 13,6±2,3 – результаты самые низкие, показатели достоверны.

Уровень мышечной силы наименьший в группе «П» – 53,9±2,9 – больше в группе «Б» – 56,3±5,18 – самые высокие показатели в группе «Л» – 59,7±7,5. Результаты между группами «Л» и «П» – достоверны, а в группах «Л» и «Б», а также «Б» и «П» – недостоверны (табл. 2-3).

Рассмотрев все результаты исследования, мы наблюдаем положительную динамику показателей. Это значит, что физические упражнения разной структуры эффективно влияют на развитие физических качеств студентов. Лучшие результаты выявились в группе оздоровительного бега на лыжах.

Динамика физического состояния студентов в экспериментальных группах (табл. 4).

Показатели групп в начале эксперимента практиче-

ски не отличаются, это говорит о том, что физическое состояние испытуемых студентов изначально было на одном уровне. В конце эксперимента более высокий уровень физического состояния оказался в группе «Л» 11,5% прирост составил 4,7%, в отличие от групп «П» 9,0% прирост 2,8%, «Б» 8,7% прирост 2,4%.

Сравнительный анализ результатов исследования физического состояния студентов показал, что динамика положительная (рис. 1). Это свидетельствует о том, что физические упражнения разной структуры благотворно влияют на физическое состояние студентов.

Мы можем сделать вывод, что эффект от занятий оздоровительным бегом на лыжах значительно выше, чем от занятий плаванием и бегом. Также во всех группах изменился процент студентов с низким уровнем физического состояния. Он значительно снизился. Значит, мы можем сделать вывод, что упражнения аэробной направленности разной структуры – эффективно влияют на физическое состояние студентов.

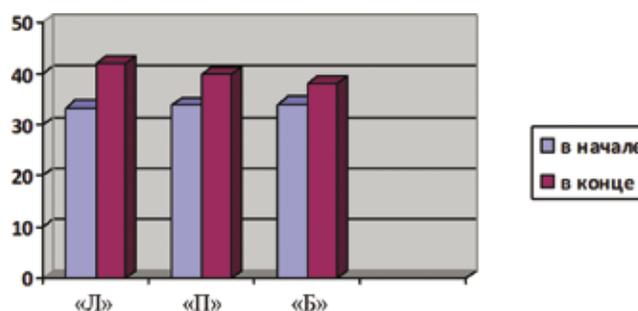


Рис. 1. Уровень физического состояния студентов (выше среднего), занимающихся оздоровительной физической культурой

Fig. 1. The physical condition of students (above average), engaged in health related physical culture

Физическая работоспособность – способность чело-

Таблица 2

Показатели уровня физической подготовленности студентов в начале эксперимента

Table 2

Indicators of the level of physical fitness of students at the beginning of the experiment

№ п/п	Показатели	Группы					
		«Б» в начале	«Б» в конце	«П» в начале	«П» в конце	«Л» в начале	«Л»
1	Быстрота (челночный бег 10*10, с)	25,49±1,72	24,01±1,56	26,31±1,44	25,81±1,32	25,16±1,26	24,96±1,11
2	Сила мышц кисти (кистевая динамометрия, кг)	52,3±5,56	56,3±5,18	51,9±2,21	53,9±2,9	53,7±7,76	59,7±7,5
3	Силовая выносливость (подтягивание на перекладине, кол-во раз)	13±2,34	15±2,88	12,6±2,78	13,6±2,3	14,53±4,23	17,53±4,89
4	Общая выносливость (бег 1000м, с)	3,21±0,26	2,98±0,34	3,41±0,18	3,15±0,22	3,49±0,16	3,19±0,3
5	Уровень адаптации к физическим нагрузкам (Гарвардский степ-тест, ус. ед.)	78,55±10,57	79,95±10,51	79,27±9,65	81,27±9,65	80,08±11,52	85,08±11,52

Таблица 3

Значения t-критерия между экспериментальными группами «Л», «Б», «П» при исследовании уровня физической подготовленности студентов в начале и конце эксперимента

Table 3

Values of t-test between the experimental groups «L», «B», «P» in the study of level of physical fitness of students at the beginning and end of the experiment

№ п/п	Показатели	Группы	Средний	t-критерий
1	Быстрота (челночный бег 10*10, с)	«Л» «Б»	25,16±1,26 25,49±1,72	0,61
		«Л» «Б»	24,96±1,11 24,01±1,56	1,21
		«Л» «П»	25,16±1,26 26,31±1,44	2,28*
		«Л» «П»	24,96±1,11 25,81±1,32	3,3 *
		«Б» «П»	25,49±1,72 26,31±1,44	1,39
		«Б» «П»	24,01±1,56 25,81±1,32	5,15 *
2	Сила мышц кисти (кистевая динамометрия, кг)	«Л» «Б»	53,7±7,76 52,3±5,56	0,57
		«Л» «Б»	59,7±7,5 56,3±5,18	1,39
		«Л» «П»	53,7±7,76 51,9±2,21	0,83
		«Л» «П»	59,7±7,5 53,9±2,9	2,70 *
		«Б» «П»	52,3±5,56 51,9±2,21	0,25
		«Б» «П»	56,3±5,18 53,9±2,9	1,51
3	Силовая выносливость плеч. пояса (подтягивание на перекладине, кол-во раз)	«Л» «Б»	14,53±4,23 13±2,34	1,01
		«Л» «Б»	17,53±4,89 15±2,88	2,33 *
		«Л» «П»	14,53±4,23 12,6±2,78	1,34
		«Л» «П»	17,53±4,89 13,6±2,3	4,14 *
		«Б» «П»	13±2,34 12,6±2,78	0,40
		«Б» «П»	15±2,88 13,6±2,3	2,44 *
4	Общая выносливость (бег 1000м, м)	«Л» «Б»	3,49±0,16 3,21±0,26	2,32*
		«Л» «Б»	3,19±0,3 2,98±0,34	2,6 *
		«Л» «П»	3,49±0,16 3,41±0,18	1,69
		«Л» «П»	3,19±0,3 3,15±0,22	2,07 *
		«Б» «П»	3,41±0,18 3,67±0,28	4,03*
		«Б» «П»	2,98±0,34 3,15±0,22	5,3 *

Бесцветные ячейки - в начале эксперимента; серые ячейки - в конце эксперимента; знак * - достоверность

Таблица 4

Уровень физического состояния студентов в начале и конце эксперимента (%)

Table 4

The level of physical state of students at the beginning and end of the experiment (%)

Группы	в начале эксперимента					в конце эксперимента				
	высокий	выше ср	средний	ниже ср	низкий	высокий	выше ср	средний	ниже ср	низкий
«Л»	6,8	33,3	46,6	10,3	3,0	11,5	42,0	34,4	10,4	1,7
«П»	6,2	33,8	45,0	11,3	3,7	9,0	39,8	35,8	12,6	2,8
«Б»	6,8	34,0	44,02	12,1	3,4	8,7	38,1	37,8	12,4	3,0

века выполнять заданную работу с наименьшими физиологическими затратами с наивысшими результатами.

Проведено вычисление индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ), который заключается в контроле за частотой сердечных сокращений (ЧСС) в восстановительный период после выполнения испытуемым дозированной физической нагрузки (табл. 5).

У студентов в группах «Л» и «П» физическая работоспособность находится на уровне оценки – «хорошо», в группе «Б» – средний уровень.

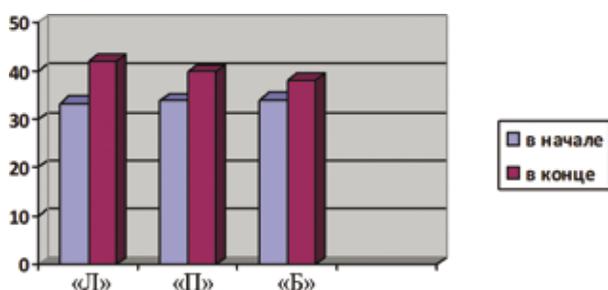


Рис. 2. Уровень физической работоспособности студентов
Pic. 2. The level of physical efficiency of students

Результаты показали, что в группе «Л»-85,08±11,52 – работоспособность самая высокая, немного ниже в группе «П» – 81,27±9,65, самый низкий показатель в группе «Б» – 79,95±10,51 - данные недостоверны (рис. 2).

Среднее значение КЗ составили в группе «Л» – 2,099±0,22, что немного выше, чем в группах «П» – 2,116±0,18 и «Б» – 2,142±0,13 (рис. 3). Различия недостоверны.

Это говорит о том, что все физические упражнения разной структуры, оказывают оздоровительный эффект на организм человека.

Тем не менее эффект от лыжных прогулок немного выше, чем эффект от плавания и легкоатлетического бега.

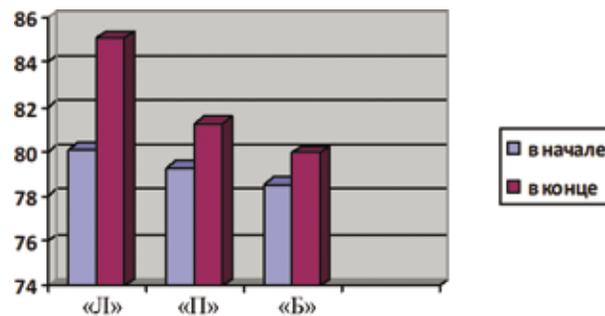


Рис. 3. Показатели коэффициента здоровья в экспериментальных группах
Pic. 3. The ratios of health coefficient in the experimental groups

Выводы

1. Развитие физических качеств имеет положительную динамику во всех группах, прирост результатов в конце эксперимента оказался выше в группе «Л».

2. Динамика физического состояния и работоспособности во всех исследуемых группах положительная. В группе занимающихся оздоровительными прогулками на лыжах, она выше, чем в группах занимающихся оздоровительным бегом и плаванием.

3. Наиболее эффективными физическими упражнениями, влияющими на физическое состояние и работоспособность студентов, оказались занятия оздоровительным бегом на лыжах, так как прирост высокого уровня физического состояния в группе «Л» составил – 4,7%, а в группах «П» и «Б» – 2,8% и 2,4%, соответственно.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Таблица 5

Уровень физической работоспособности студентов в начале и конце эксперимента

Table 5

The level of physical efficiency of students at the beginning and end of the experiment

Показатели	Группы	Средний	t-критерий
Уровень физической работоспособности (ИГСТ, ус. ед.)	«Л» «Б»	80,08+11,52 78,55+10,57	0,36
	«Л» «Б»	85,08+11,52 79,95+10,51	1,56
	«Л» «П»	80,08+11,52 79,27+9,65	0,20
	«Л» «П»	85,08+11,52 81,27+9,65	0,95
	«Б» «П»	78,55+10,57 79,27+9,65	0,18
	«Б» «П»	79,95+10,51 81,27+9,65	0,71

Бесцветные ячейки – в начале эксперимента; серые ячейки – в конце эксперимента; различия недостоверны

Список литературы/References:

1. **Яковлева В.Н.** Физическое воспитание и физическая подготовленность студенческой молодежи // Science Time. 2014. №9. С. 254-261. / Yakovleva VN. Fizicheskoe vospitanie i fizicheskaya podgotovlennost studencheskoy molodezhi. Science Time. 2014;(9):254-261. (in Russian).

2. **Холодов Ж.К.** Теория и методика физической культуры и спорта. М.: Академия, 2012. 480 с. / Kholodov ZhK. Teoriya i metodika fizicheskoy kultury i sporta. Moscow, Akademiya, 2012. 480 p. (in Russian).

3. **Кузнецов В.С.** Теория и методика физической культуры. М.: Академия, 2012. 410 с. / Kuznetsov VS. Teoriya i metodika fizicheskoy kultury. Moscow, Akademiya, 2012. 410 p. (in Russian).

4. **Кретова И. Г., Косцова Е.А., Чигорева С.Е., Глухова Ю.А., Нестерова А.В.** Мониторинг физического здоровья и функциональных возможностей // Вестник СамГУ. 2010. №4. С. 178-183. / Kretova IG, Kostsova EA, Chigoreva SE, Glukhova YuA, Nesterova AV. Monitoring fizicheskogo zdorovya i funktsionalnykh vozmozhnostey. Vestnik SamGU. 2010;(4):178-183. (in Russian).

5. **Муллер А.Б., Дядичкина Н.С., Богащенко Ю.А., Близневский А.Ю., Рябинина С.К.** Физическая культура: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2013. 424 с. / Muller AB, Dyadichkina NS, Bogashchenko YuA, Bliznevskiy AYU, Ryabini-na SK. Fizicheskaya kultura: uchebnyk dlya vuzov. Moscow, Izdatelstvo Yurayt, 2013. 424 p. (in Russian).

6. **Куценко И.П., Ревенко Е.М., Кривошекова О.Н.** Экспресс-оценка функциональных возможностей человека: методические указания к выполнению контрольных работ для студентов всех форм обучения. Омск: Изд-во СибАДИ, 2012. 28 с. / Kutsenko IP, Revenko EM, Krivoshchekova ON. Ekspress-otsenka funktsionalnykh vozmozhnostey cheloveka: metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu kontrolnykh rabot dlya studentov vseh form obucheniya. Omsk, Izd-vo SibADI, 2012. 28 p. (in Russian).

7. **Железняк Ю.Д.** Методика обучения физической культуре. М.: Академия, 2013. 256 с. / Zheleznyak YuD. Metodika obucheniya fizicheskoy kulture. Moscow, Akademiya, 2013. 256 p. (in Russian).

8. **Погдаев Г.И.** Подготовка учащихся к сдаче Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса к труду и обо-

роне (ГТО): Методическое пособие. М.: Дрофа, 2016. 191 с. / Pogadaev GI. Podgotovka uchashchikhsya k sdache Vserossiyskogo fizkulturno-sportivnogo kompleksa k trudu i oborone (GTO): Metodicheskoe posobie. Moscow, Drofa, 2016. 191 p. (in Russian).

9. **Апанасенко Г.Д., Науменко Р.Г.** Физическое здоровье и максимальная аэробная мощность индивида // Теория и практика физической культуры. 1968. №4. С. 29-31. / Apanasenko GD, Naumenko RG. Fizicheskoe zdorovye i maksimalnaya aerobnaya moshchnost individa. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury (Theory and practice of physical culture). 1968;(4):29-31. (in Russian).

10. **Ильин В.П.** Методические особенности применения t-критерия Стьюдента в медико-биологических исследованиях // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2011. №5. С. 160-161. / Ilin VP. Metodicheskie osobennosti primeneniya t-kriteriya Styudenta v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh. Byulleten VSNTS SO RAMN. 2011;(5):160-161. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Голубятникова Марина Валентиновна – преподаватель физической культуры ГБОУ СПО КузТСиД им Волкова В.А. Департамента образования и науки Кемеровской области
Адрес: 654059, Россия, г. Новокузнецк, ул. 40 лет ВЛКСМ, д. 118

Тел. (раб): +7 (3843) 46-24-83

Тел. (моб): +7 (913) 420-09-70

E-mail: sportclub7@mail.ru

Responsible for correspondence:

Marina Golubyatnikova – Physical Training Lecturer of the Kuznetsk Technical School of Service and Design

Address: 118, 40-years of VLKSM St., Novokuznetsk, Russia

Phone: +7 (3843) 46-24-83

Mobile: +7 (913) 420-09-70

E-mail: sportclub7@mail.ru

Дата направления статьи в редакцию: 31.03.2016

Received: 31 March 2016

Статья принята к печати: 15.12.2016

Accepted: 15 December 2016

Моделирование временного ряда сердечного ритма при адаптации к физической нагрузке

¹А. Л. ПОХАЧЕВСКИЙ, ²А. Б. ПЕТРОВ, ¹С. П. БОДЬКО, ¹В. К. СЕЙСЕБАЕВ,
¹А. Н. ТУХФАТУЛЛИН, ¹А. М. ГИЛЕВ, ³А. А. ХОМЕНКО

¹ФКОУ ВО Академия ФСИН России, Рязань, Россия

²ФГБОУ ВО Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф.Лесгафта Минспорта России, Санкт-Петербург, Россия

³ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России, Воронеж, Россия

Сведения об авторах:

Похачевский Андрей Леонидович – профессор кафедры физической подготовки и спорта ФКОУ ВО Академия ФСИН России, д.м.н.
Петров Андрей Борисович – заведующий кафедрой теории и методики массовой физкультурно-оздоровительной работы ФГБОУ ВО НГУ им. П.Ф. Лесгафта Минспорта России, к.п.н.
Бодько Сергей Петрович – доцент кафедры физической подготовки и спорта ФКОУ ВО Академия ФСИН России
Сейсебаев Виктор Кенесович – доцент кафедры физической подготовки и спорта ФКОУ ВО Академия ФСИН России
Тухфатуллин Анвар Нагимович – старший преподаватель кафедры огневой подготовки ФКОУ ВО Академия ФСИН России
Гилев Антон Михайлович – старший преподаватель кафедры огневой подготовки ФКОУ ВО Академия ФСИН России
Хоменко Андрей Анатольевич – старший преподаватель кафедры физической и огневой подготовки ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России

The time series of the heart rhythm modeling during adaptation to physical load

¹A. L. POKHACHEVSKIY, ²A. B. PETROV, ¹S. P. BODKO, ¹V. K. SEISEBAEV,
¹A. N. TUKHFATULLIN, ¹A. M. GILEV, ³A. A. KHOMENKO

¹Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia, Ryazan, Russia

²Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, Saint-Petersburg, Russia

³Voronezh Institute of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia, Voronezh, Russia

Information about the authors:

Andrey Pokhachevskiy – M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Physical Training and Sports of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia
Andrey Petrov – M.D., Ph.D., Head of the Department of Theory and Methods of Mass Sports and Recreation Activities of the Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health
Sergey Bodko – Associate Professor of the Department of Physical Training and Sports of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia
Viktor Seisebaev – Associate Professor of the Department of Physical Training and Sports of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia
Anvar Tukhfatullin – Senior Lecturer of the Department of Fire Training of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia
Anton Gilev – Senior Lecturer of the Department of Fire Training of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia
Andrey Khomenko – Senior Lecturer of the Department of Physical and Fire Training of the Voronezh Institute of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia

Цель исследования: определить возможности математической модели (М/М) временного ряда (ВР) сердечного ритма (СР) нагрузочного периода (НП) и обнаружить наилучшие прогностические маркеры переносимости физической нагрузки (ФН). **Материалы и методы:** обследована смешанная выборка (68 человек) практически здоровой молодежи от 16 до 23 лет (средний возраст 19±3). М/М ВР НП вычислялась по формуле: $Y=aX+b$, где «а» и «b» – параметры (изменчивости) модели, X и Y – порядковый номер и длительность RR-интервала соответственно. Результаты велоэргометрического стресс-теста: показатели мощности нагрузки, СР и М/М первых минут НП подвергнуты корреляционному (Spearman) анализу. **Результаты:** маркеры М/М ВР НП могут быть использованы для изучения переносимости ФН. Мощность ФН и ее индивидуальная переносимость определяются ВР СР раннего адаптационного периода (РАП). Маркеры М/М РАП коррелируют с показателями переносимости ФН (0.75-0.78) в меньшей степени, чем среднее (0.64-0.73) и максимальное значение частоты сердечных сокращений

(0.61-0.68), определенные за весь НП. **Выводы:** математическое моделирование временного ряда СР РАП перспективно для прогнозирования переносимости ФН.

Ключевые слова: математическое моделирование; кардиоритмограмма; физическая нагрузка; нагрузочное тестирование.

Для цитирования: Похачевский А.Л., Петров А.Б., Бодько С.П., Сейсебаев В.К., Тухфатуллин А.Н., Гилев А.М., Хоменко А.А. Моделирование временного ряда сердечного ритма при адаптации к физической нагрузке // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 22-26. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.22.

Objective: to study the possibilities of mathematic model (M/M) of time series (TS) of the heart rhythm (HR) during the loading period (LP) to discover the best prognostic markers of the physical exercise (PE) tolerance. **Materials and methods:** we examined a mixed population (68 persons) of apparently healthy youth at the age from 16-23 years old (mean age – 19 ± 3 years ($M \pm m$)). M/M TS LP was calculated using the formula: $Y = aX + b$, where «a» and «b» referred to the model variability parameters, «X» was the serial number and «Y» was the R-R interval size. The results of ergometric stress-test including index of power of loading, HR and M/M during the first minutes of LP were analyzed with Spearman correlation. **Results:** markers of M/M TS LP can be used for studying PE tolerance. PE's power and its individual tolerance is determined by TS HR during early adaptation period (EAP). Markers of M/M EAP correlate with PE tolerance just as the average and the maximum value of heart rate defined for the entire LP. **Conclusions:** mathematic simulation of the time series of the HR EAP is promising for predicting the PE tolerance.

Key words: mathematical modeling; cardiac rhythmogram; physical exercise; maximal load test.

For citation: Pokhachevskiy AL, Petrov AB, Bodko SP, Seisebaev VK, Tukhfatullin AN, Gilev AM, Khomenko AA. The time series of the heart rhythm modeling during adaptation to physical load. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):22-26. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.22.

Введение

Анализ индивидуальной переносимости физической нагрузки (ФН) связан с изучением адапционных реакций организма порождаемых ею. Наиболее воспроизводимой, точно и достаточно легко регистрируемой является производная хронотропной функции миокарда, определяемая по частоте сердечных сокращений (ЧСС) [1-4]. В спортивной медицине, физиологии и педагогике чаще всего используются следующие ее дериваты: средние, экстремальные (максимальные, минимальные), фрагментарные, случайные и пиковые значения. Не трудно предположить, что каждое из них, даже с учетом точности регистрации, обладает существенными погрешностями, так как отражает, случайную, эмпирически выбранную часть временного ряда сердечного ритма (СР), которой обязаны происхождением. При этом крайне редко, а правильнее сказать почти никогда, анализу не подвергается временной ряд в целом. Математическое моделирование СР позволяет объективно выявить и оценить наиболее значимые – маркерные участки его изменчивости, определить их реперные величины и в дальнейшем обнаружить связи с другими адапционными реакциями [5, 6]. Предлагаемый подход в целом имеет целью вывести тренировочный процесс на доказательный уровень, с вероятностным прогнозом переносимости ФН, ее усвоения организмом, контроля процессов восстановления и реабилитации, профилактики перегрузки и перетренировки [7-10, 11].

Цель работы: определить возможности математического моделирования временного ряда сердечного ритма и на этой основе обнаружить наилучшие прогностические маркеры переносимости ФН.

Материалы и методы

Обследована смешанная выборка (68 человек) практически здоровой молодежи от 16 до 23 лет (средний воз-

раст 19 ± 3). Максимальное велоэргометрическое тестирование осуществлялось по индивидуальному протоколу. Мощность $W1$ (Ватт) первой ступени длительностью 3 минуты рассчитывалась исходя из величины должного основного обмена (ДОО) в килокалориях по формуле $W1(Вт) = ДОО \times 0,1$ (ДОО – определялся по таблицам Гарриса-Бенедикта) [2]. В дальнейшем нагрузка ступенчато возрастает на 30 Вт каждую минуту до индивидуального максимума (W_{mx}) – снижения скорости педалирования ниже 30 оборотов в минуту, обуславливающего конец нагрузки и начало восстановительного периода длительностью 7 минут.

Нагрузочные пробы проводились в первой половине дня с 8 до 12 часов на велоэргометре LodeCorival (диапазон нагрузки 7-1000 Вт). В течение всего времени тестирования посредством кардиоанализатора «ПолиСпектр-12» (Нейрософт, частота квантования 1000 Гц) записывалась оцифрованная электрокардиограмма (ЭКГ), из которой выделялся последовательный временной ряд RR-интервалов (R-R) – кардиоритмограмма (КРГ) и удалялись все эктопические сокращения.

Математическая модель (M/M) КРГ нагрузочного периода определялась в общем виде как $Y = aX + b$, где X – порядковый номер RR-интервала, Y – его длительность, «a» – параметр модели наклон (Н), характеризующий скорость изменения временного ряда и «b» – параметр модели отрезок (О), определяющий его постоянную составляющую. Оптимизация моделей достигалась методом наименьших квадратов [10, 11]. Математическому моделированию подвергались временные ряды КРГ раннего адапционного периода (РАП): раздельно первой (1), второй (2), третьей (3) минуты нагрузки; попарно: 1,2; 2,3; 1,3; совместно: 1-3; а также всего нагрузочного периода (НП): НПн, НПо, где «н» и «о» соответствующие параметры M/M.

Частота сердечных сокращений нагрузочного периода учитывалась по абсолютным показателям: ЧСС_{mx}, ЧСС₁, ЧСС_{ср}, где «mx» – максимальная (пиковая) ЧСС на высоте нагрузки, «1» – средняя ЧСС первой ступени нагрузки, «ср» - средняя ЧСС за весь нагрузочный период; относительный показатель – индекс хронотропного резерва (ИХР) определялся по формуле: $(ЧСС_{mx} - ЧСС_1) / ЧСС_1 \times 100$. Все показатели ЧСС рассчитывались (60/R-R(сек), ударов в минуту) исходя из временного ряда КРГ с использованием MicrosoftExcel.

При анализе переносимости ФН учитывалась абсолютные показатели: достигнутый максимум ФН (W_{mx}) в Ваттах; разница между W_{mx} и мощностью первой ступени (W₁): $W = W_{mx} - W_1$; относительные показатели переносимости: производительность работы левого желудочка (ПРЛЖ), вычисляемая по формуле: $(W_{mx} / ЧСС_{mx}) \times 100$; уточненный ПРЛЖ (W/Ps) – по формуле: $W/ЧСС_{mx}$.

Результаты исследования обрабатывали с помощью статистического пакета Statistica 6.0. Поскольку распределение полученных значений отличалось от нормального, данные представляли в виде перцентильного (Пц) ряда (25-Ме-75), минимального (Min) и максимального (Max) значений. Для статистической обработки использовали непараметрические методы сравнения: Mann-Whitney и корреляционный анализ Spearman. Принятый уровень статистической существенности: $p < 0.005$ (если не указано иначе).

Результаты и обсуждение

Исследуемая популяция представляет существенное разнообразие показателей переносимости ФН с широким диапазоном колебаний (табл. 1). При этом экстремальные значения могут различаться как на 30% (ЧСС_{mx}) так и в 6.5 раз (W/Ps).

Взаимосвязи маркеров переносимости с абсолютными и относительными показателями мощности нагрузки не отличаются разнообразием и обуславливаются достаточно сильной обратной закономерностью, когда большему значению мощности соответствует меньшее значение средней, максимальной ЧСС, а также показателей математической модели КРГ (табл. 2). При этом от-

носительные показатели переносимости ФН демонстрируют больший уровень взаимосвязи с ЧСС_{ср,mx}, НПо (ПРЛЖ>W/Ps>W), в то время как связь НПн заметно преобладает для абсолютной мощности нагрузки (W>ПРЛЖ> W/Ps).

Действительно, когда речь идет об относительных показателях характеризующих хронотропную эффективность переносимости ФН, определяемую по затратам ЧСС на единицу достигнутой мощности, становится понятным и преобладание взаимосвязей со средним, максимальным ЧСС, а также параметром математической модели «О» по физиологической сути также, но более точно определяющему среднее значение ЧСС. При этом достижение абсолютного максимума (предельного значения) ФН в большей степени определяется скоростью нарастания ЧСС от уровня в состоянии покоя до максимума. Следует отметить, что данный показатель, являясь самостоятельным, напрямую обусловлен парасимпатическим хроносбережением, по сути определяющим максимум ЧСС, а не наоборот. С этим связана и часто наблюдаемая, наиболее выраженная у спортсменов (в равной степени, сидящих на велоэргометре, в ожидании команды к работе) предстартовая реакция увеличения ЧСС. Последняя, обуславливается афферентным синтезом, возникающим при включении функциональной системы (ФС) обеспечивающей максимальную работоспособность. При этом эффективность работы этой ФС определяется именно минимальной скоростью нарастания ЧСС, что приводит к хроносбережению и меньшему уровню максимальной ЧСС. В свою очередь увеличение предстартовой ЧСС способствует лучшему вработыванию организма – оптимальному энергообеспечению, вхождению кардиореспираторной и мышечной систем в нагрузочную деятельность.

Особого внимания заслуживают взаимосвязи предельных показателей переносимости ФН и изменчивости КРГ раннего адаптационного периода (табл. 3, 4).

Параметры М/М временного ряда «О» демонстрируют усиление взаимосвязи от 1 к 3 минуте при сохранении фактически равных сильных взаимоотношений с абсолютными и относительными показателями переносимости.

Таблица 1

Референтные величины нагрузочных маркеров

Table 1

Reference values for load markers

	ПРЛЖ	ИХР	W/Ps	W(Вт)	НПн	НПо	ЧСС1	ЧССmx	ЧССср
25Пц	143,8	119,3	67,9	127,5	-60,3	152,1	110,0	164,3	136,1
Ме	241,5	161,5	144,2	240,0	-52,8	170,0	117,5	172,0	150,6
75Пц	259,0	189,3	150,9	240,0	-44,3	193,4	155,8	189,8	177,8
Min	101,0	70,7	31,6	60,0	-69,4	143,6	94,0	157,0	124,1
Max	305,0	230,0	206,9	360,0	-18,9	204,7	176,0	203,0	184,9

Таблица 2

Корреляционные связи нагрузочных и хронотропных маркеров ($p < 0.005$)

Table 2

Correlation of load and chronotropic markers ($p < 0.005$)

ПРЛЖ				W/Ps				W			
ЧСС _{ср}	ЧСС _{мх}	НПо	НПн	ЧСС _{ср}	ЧСС _{мх}	НПо	НПн	ЧСС _{ср}	ЧСС _{мх}	НПо	НПн
-0,73	-0,68	-0,68	-0,64	-0,68	-0,64	-0,66	-0,62	-0,65	-0,61	-0,62	-0,70

Таблица 3

Референтные величины маркеров М/МКРГ раннего адаптационного периода

Table 3

Reference values of the markers M the IGC's early adaptation period

Время	1 мин		2 мин		3 мин		1,2 мин		2,3 мин		1,3 мин		1-3 мин	
	Н	О	Н	О	Н	О	Н	О	Н	О	Н	О	Н	О
25Пц	-1,38	494,4	-0,19	415,2	-0,22	394,0	-0,48	470,5	-0,16	412,4	-0,59	470,9	-0,31	454,7
Ме	-0,97	600,7	-0,12	536,9	-0,12	522,9	-0,38	580,6	-0,10	528,7	-0,39	580,6	-0,21	566,5
75Пц	-0,54	690,1	-0,03	573,3	0,01	574,4	-0,29	638,4	-0,02	574,8	-0,36	641,7	-0,17	621,6
Min	-5,44	447,8	-0,65	391,4	-0,40	365,6	-1,64	446,0	-0,32	392,9	-1,64	450,3	-0,80	436,4
Max	-0,12	926,3	0,43	656,7	0,19	673,8	0,33	768,7	0,18	655,1	0,21	756,9	0,16	699,0

Таблица 4

Корреляционные связи нагрузочных и модельных маркеров

Table 4

Correlation of load and model markers

Время	1 мин		2 мин		3 мин		1,2 мин		2,3 мин		1,3 мин		1-3 мин	
	Н	О	Н	О	Н*	О	Н*	О	Н	О	Н*	О	Н*	О
W	-0,27*	0,69	0,43	0,7	0,17	0,75	-0,21	0,7	0,41	0,71	0,06	0,71	0,14	0,72
W/Ps	-0,25*	0,65	0,53	0,67	0,18	0,78	-0,2	0,66	0,54	0,7	0,12	0,67	0,22	0,68
ПРЛЖ	-0,37	0,72	0,48	0,69	0,22	0,78	-0,31	0,74	0,56	0,7	0,02	0,74	0,15	0,73

Условные обозначения: * - $p > 0.05$

симости ФН. Кроме того, ни один из парных временных критериев, включая весь массив РАП, а также ни один из хронотропных маркеров определенных за весь нагрузочный период не превосходят по уровню взаимосвязи показатели 3 минуты (первой ступени нагрузки) РАП.

Параметр математической модели «Н», обуславливающие скорость изменения ЧСС достигают уровня статистической существенности (при умеренной интенсивности) только на 2 минуте. При этом выявлено существенное превосходство взаимосвязей с относительными показателями переносимости против абсолютных и преобладание связей ПРЛЖ на парном временном маркере 2,3 минуты. Участие 2 минуты объясняется возвратом ЧСС к меньшим значениям, чем на 1 минуте, что характеризует встраивание кардиореспираторной системы. Новое увеличение ЧСС на 3 минуте, связанное с

продолжением нагрузочной необходимости расходования хронотропного резерва, обуславливает сохранение и нарастание показателей связи в парном временном диапазоне -2, 3 минуты [10].

Действительно скорость изменения ЧСС на первой и второй минутах может различаться не только на порядок (в 10 раз), но и по знаку: на 1 минуте увеличиваться, на второй – уменьшаться [11]. Настоящая изменчивость вполне укладывается в физиологическую картину хронотропной адаптации, когда избыточный хронотропный эффект первой минуты сменяется, резким замедлением роста ЧСС на второй минуте, или даже ее некоторым снижением. Вероятно, поэтому выявленная избыточная изменчивость на первой минуте не может нести точных прогностических маркеров переносимости ФН, что компенсируется их появлением на 2 и 3 минутах, когда хро-

нотропное поведение миокарда становится более упорядоченным и подчиненным регуляционным влияниям.

Выводы

1. Линейная модель временного ряда ЧСС отражает его особенности, а ее маркеры могут быть использованы для изучения переносимости ФН.

2. Минутные модели раннего адаптационного периода выявили его критические участки на 3 минуте нагрузочного тестирования наилучшим образом отражающие переносимость ФН.

3. Абсолютная мощность ФН и ее индивидуальная переносимость в смешанной популяции определяется временным рядом ЧСС раннего адаптационного периода.

4. Математическая модель ЧСС раннего адаптационного периода отражает переносимость ФН в меньшей степени, чем среднее и максимальное значение ЧСС определенные за весь нагрузочный период.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the author declares no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Меерсон Ф.З., Пшениčkова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 253с. / Meerson FZ, Pshennikova MG. Adaptation to stress situations and physical load. Moscow, Medicina, 1988. 253 p. (in Russian).

2. Михайлов В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба. Иваново: Талка, 2008. 545 с. / Mikhailov VM. Stress testing under the supervision of ECG: cycle ergometer test, treadmill test, step test, walking. Ivanovo, Talka, 2008. 545 p. (in Russian).

3. Тарасова О.С., Боровик А.С., Кузнецов С.Ю., Попов Д.В., Орлов О.И., Виноградова О.Л. Динамика физиологических показателей при изменении интенсивности физической нагрузки // Физиология человека. 2013. №2. С. 70-79. / Tarasova OS, Borovik AS, Kuznetsov SY, Popov DV, Orlov OI, Vinogradova OL. The pattern of changes in physiological parameters in the course of changes in physical exercise intensity. Human Physiology. 2013;(2):171-177.(in Russian).

4. Лелявина Т.А., Ситникова М.Ю., Березина А.В., Семенова Е.С., Шляхто Е.В. Новые подходы к выделению этапов (фаз) непрерывно возрастающей физической нагрузки на примере кардиореспираторного теста // Сердце: журнал для практикующих врачей. 2012. №3. С. 146-150. / Lelyavina TA, Sitnikova MY, Berezhina AV, Semenova ES, Shlyakhto EV. New approaches to marking the stages (phases) of continuously increasing physical load by the example of cardiorespiratory test. Serdce: zhurnal dlya praktikuyushchih vrachey. 2012;(3):146-150. (in Russian).

5. Похачевский А.Л. Оценка функционального состояния организма по кардиоритмограмме при нагрузочном тестировании // Теория и практика физической культуры. 2007. №1.

С. 10-11. / Pokhachevskiy AL. Estimation of organism's functional condition by cardiorythmography at loading testing. Teoriya I praktika fizicheskoy kultury (Theory and practice of physical culture). 2007;(1):10-11. (in Russian).

6. Похачевский А.Л. Временной анализ распределения кардиоинтервалов при нагрузочном тестировании // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2011. №2. С. 34-40. / Pokhachevskiy AL. The time analysis of distribution cardio intervals at loading testing. Patologicheskaya fiziologiya I eksperimentalnaya terapiya. 2011;(2):34-40. (in Russian).

7. Scott JM, Haykowsky MJ, Eggebeen J, Morgan TM, Brubaker PH, Kitzman DW. Reliability of peak exercise testing in patients with heart failure with preserved ejection fraction. Am J Cardiol.2012;110:1809-1813.

8. Haykowsky MJ, Brubaker PH, Stewart KP, Morgan TM, Eggebeen J, Kitzman DW. Effect of endurance training on the determinants of peak exercise oxygen consumption in elderly patients with stable compensated heart failure and preserved ejection fraction. J Am Coll Cardiol. 2012;60:120-128.

9. Haykowsky MJ, Brubaker PH, John JM, Stewart KP, Morgan TM, Kitzman DW. Determinants of exercise intolerance in elderly heart failure patients with preserved ejection fraction. J Am CollCardiol.2011;58:265-274.

10. Похачевский А.Л., Фомичев А.В., Глушков С.А., Воробьев А.Н. Изменчивость кардиоритмограммы при непредельных физических нагрузках// Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2014. №9. С. 122-127. / Pokhachevskiy AL, Fomichev AV, Glushkov SA, Vorobyov AN. Variability of cardiac rhythmogramm under non-limiting physical load. Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.2014;(9):122-127. (in Russian).

11. Похачевский А.Л., Петров А.Б. Динамика изменчивости кардиоритмограммы при нагрузочном тестировании // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. №4. С. 41-45. / Pokhachevskiy AL, Petrov AB. The pNNx heart rate variability in youths under submaximal ergocycle testing.Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2015;(4):41-45. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Похачевский Андрей Леонидович – профессор кафедры физической подготовки и спорта ФКОУ ВО Академия ФСИН России, д.м.н.

Адрес: 390023, Россия, г. Рязань, ул. Циолковского, д. 23

Тел. (раб):+7 (4912) 46-08-85

Тел. (моб): +7(977)291-12-89

E-mail: sport_med@list.ru

Responsible for correspondence:

Andrey Pokhachevskiy – M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Physical Training and Sports of the Academy of Law Management of the Federal Penal Service of Russia

Address: 23, Tsiolkovsky St., Ryazan, Russia

Phone: +7 (4912) 46-08-85

Mobile: +7 (977)291-12-89

E-mail: sport_med@list.ru

Дата направления статьи в редакцию: 21.01.2017

Received: 21.01.2017

Статья принята к печати: 11.03.2017

Accepted: 11 March 2017

Современные аспекты долгосрочной адаптации к физической нагрузке юных пловцов в ластах в двухгодичном тренировочном макроцикле

В. А. МАРГАЗИН, И. В. АЛАЕВА

*ФГБОУ ВПО Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского
Минобрнауки России, Ярославль, Россия*

Сведения об авторах:

Маргазин Владимир Алексеевич – профессор кафедры медико-биологических основ спорта ФГБОУ ВПО ЯГПУ им. К.Д. Ушинского Минобрнауки России, заслуженный врач РФ, д.м.н.

Алаева Ирина Владимировна – аспирант кафедры медико-биологических основ спорта ФГБОУ ВПО ЯГПУ им. К.Д. Ушинского Минобрнауки России

Modern aspects of long-term adaptation to exercise stress of young swimmers with fins in a two-year training macrocycle

V. A. MARGAZIN, I. V. ALAEVA

Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky, Yaroslavl, Russia

Information about the authors:

Vladimir Margazin – M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Biomedical Basis of Sports of the Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky

Irina Alaeva – Postgraduate Student of the Department of Biomedical Basis of Sports of the Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky

Цель исследования: изучение влияния регулярных двухгодичных тренировок на показатели физического развития, функциональных резервов и физических качеств у юных пловцов в ластах. **Материалы и методы:** в исследовании принимали участие 30 юных пловцов в ластах 9-11 лет. Исследование проводили в течение двухгодичного макроцикла тренировочного процесса. Физическое развитие изучалось с помощью антропометрии. Оценка физического развития производилась методом индексов. Состояние функциональных резервов изучалось с использованием следующих проб: стандартные пробы с задержкой дыхания, проба Руфье, определение общей и индивидуальной работоспособности. Развитие физических качеств определялось с помощью проплывания дистанции 50 м, 400 м, ныряния в длину в ластах. **Результаты:** в процессе двухгодичных регулярных тренировок юных пловцов в ластах установлено достоверное возрастание показателей физического развития, функциональных резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем, повышение показателей физических качеств. **Выводы:** в процессе исследования выявлено достоверное повышение показателей физического развития, функциональных резервов и физических качеств.

Ключевые слова: юные пловцы в ластах; двухгодичный тренировочный макроцикл; физическое развитие; функциональные резервы сердечно-сосудистой системы и дыхательной системы.

Для цитирования: Маргазин В.А., Алаева И.В. Современные аспекты долгосрочной адаптации к физической нагрузке юных пловцов в ластах в двухгодичном тренировочном макроцикле // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 27-32. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.27.

Objective: to study the effect of regular two-year training on the indicators of physical development, functional reserves and physical abilities of young swimmers with fins. **Materials and methods:** 30 swimmers 9-11 years old, swimming with fins, took part in the study. The study was conducted during a two-year macrocycle of the training process. Anthropometry was used to assess physical development. The evaluation of physical development was carried out by the index method. The status of the functional reserves was investigated using the following tests: standard test with breath-holding, Rouffier's test, determination of the total and individual working capacity. The development of physical abilities was determined by swimming the distance of 50 m, 400 m, long diving. **Results:** during the two-year regular training of young swimmers, a significant increase in the indices of physical development, functional reserves of cardiovascular and respiratory systems and indicators of physical abilities was recorded. **Conclusions:** study showed a significant increase in the indicators of physical development, functional reserves and physical qualities.

Key words: young swimmers with fins; two-year training macrocycle; physical development; functional reserves of the cardiovascular and the respiratory system.

For citation: Margazin VA, Alaeva IV. Modern aspects of long-term adaptation to exercise stress of young swimmers with fins in a two-year training macrocycle. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):27-32. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.27.

Введение

Организация тренировочного процесса юных пловцов в ластах на начальном этапе и этапе углубленной спортивной подготовки имеет ряд особенностей в отличие от других видов плавания. Основными задачами на указанных этапах тренировочного процесса является формирование как функциональных резервов юных спортсменов, так и гармоничное физическое развитие, необходимые для получения оптимальных спортивных результатов в избранном виде спорта [1-3].

Целью нашей работы являлось изучение влияния регулярных двухгодичных тренировок на показатели физического развития, функциональных резервов и физических качеств у юных пловцов в ластах.

Задачи исследования

1. Изучить динамику показателей физического развития и их оценку в двухгодичном макроцикле тренировочного процесса у юных пловцов в ластах.
2. Выявить характер изменений показателей функциональных резервов кардиореспираторной системы юных пловцов.
3. Изучить динамику показателей физических качеств и их оценку в двухгодичном макроцикле тренировочного процесса у юных пловцов в ластах.

Организация и методы исследования

В нашем исследовании принимали участие 30 юных пловцов в ластах, мужского пола. На начало исследования всем спортсменам было 9 лет, на конец исследования – 11 лет. [3] В течение первого года от начала исследования тренировки проводили 4-5 раз в неделю, однако предлагали значительный объем упражнений на технику и обще-плавательных упражнений. Постепенно вводили короткие высокоинтенсивные серии, общим объемом 200-500 м, либо продолжительностью 6-15 минут. [3] На втором году исследования проводили ежедневные занятия, 6 раз в неделю, продолжительностью 45 минут. Постепенно увеличивали объем специальной и обще-плавательной работы, объем и продолжительность высокоинтенсивных упражнений до 500-800 м. Тренировочные занятия имели комплексную направленность, то есть на одном занятии происходит одновременное развитие различных качеств и способностей последовательно, либо параллельно. [3] Исследование проводили в течение двухгодичного макроцикла тренировочного процесса. Дважды в год все спортсмены проходили диспансеризацию, где измеряли антропометрические данные и состояние органов и систем.

Методы исследования

1) физическое развитие изучалось с помощью антропометрии: вес, рост, окружность грудной клетки (на вдохе), спирометрия, динамо-метрия (определение силы мышц кистей рук (правой и левой)). Оценка физического развития производилась методом индексов (индекс Пинье, индекс Кетле, жизненный индекс и силовой индекс).

2) С целью контроля безопасности педагогического процесса использовали следующие пробы: стандартные пробы с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и на выдохе (проба Генчи), определение общей и индивидуальной работоспособности (PWC170). [4, 5]

3) С целью определения эффективности методики обучения и тренировочного процесса использовались следующие тесты: а) проплывание дистанции 50 м в ластах; б) проплывание дистанции 400 м в ластах; в) ныряние 25 м в ластах; г) максимальная длина ныряния и время нахождения под водой в ластах.

Все полученные результаты обработаны методом математической статистики с использованием программы Statistica v 10.0. Рассчитывались средняя, ошибка средней, коэффициент достоверности.

Методика обучения плаванию в ластах

Обучение дыханию через трубку. После освоения способов классического плавания [6], мы переходим к обучению детей дыханию через дыхательную трубку. Методика обучения дыханию через трубку строится на осознании спортсменом необходимости этого действия, и доведения его до автоматизма. Обучение плаванию в классических ластах способом кроль на груди. Методика обучения плаванию в ластах способом кроль на груди основывается на методике обучения классическому плаванию. Основной упор делается на работе ногами. Обучение плаванию в классических ластах способом дельфин. При обучении плаванию в ластах способом дельфин вначале необходимо добиться устойчивого и правильного положения рук. Обучение плаванию в моноласте способом дельфин. Для дисциплин плавание в ластах, подводное плавание, ныряние в ластах в длину используются моноласты. При обучении плаванию в моноласте тренер должен обращать особое внимание на правильность выполнения упражнений и технику плавания, так как спортсмену приходится прилагать большие усилия. Обучение нырянию в длину. При обучении нырянию в длину, особое внимание уделяется технике ныряния, которая отличается от техники плавания по поверхности воды. Также ныряние в длину требует от спортсмена приложения волевых усилий.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе двухгодичных регулярных тренировок отмечена положительная и достоверная динамика основных показателей физического развития у юных пловцов в ластах (рис. 1). Так рост испытуемых после одного года тренировок увеличился с 137,23 до 146,70 см ($p \leq 0,05$), вес увеличился с 32,76 до 43,59 кг ($p \leq 0,05$), окружность грудной клетки на вдохе с 74,38 до 78,48 см ($p \leq 0,05$), жизненная емкость легких с 1666,66 до 2007,40 мл ($p \leq 0,05$) (рис. 2), сила левой кисти выросла с 10,42 до 14,74 кг ($p \leq 0,05$), а правой с 12,28 до 17,59 кг ($p \leq 0,05$).

После второго года исследования произошли следующие изменения: рост увеличился с 146,70 до 153,68 см

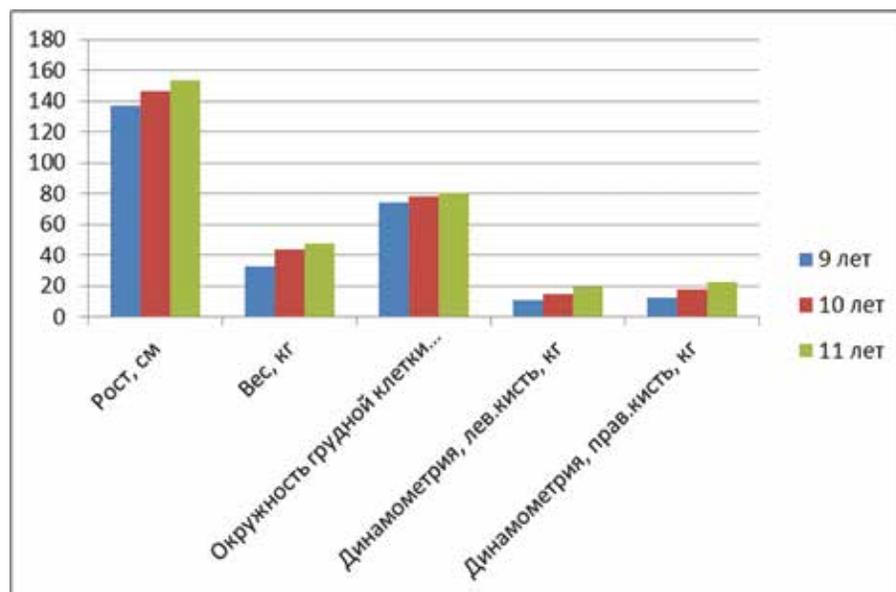


Рис. 1. Динамика показателей физического развития в двухгодичном макроцикле у юных пловцов в ластах

Fig. 1. Dynamics of indices of physical development of young finswimmers in the biennial macrocycle

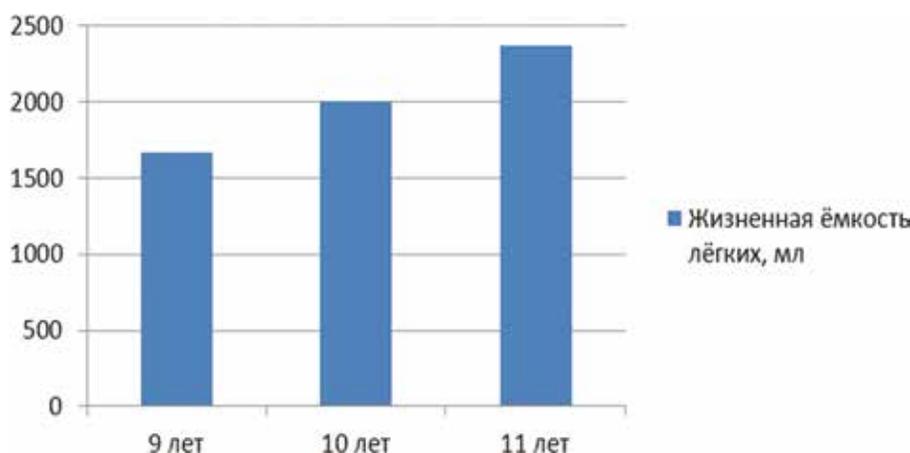


Рис. 2. Динамика показателей жизненной емкости легких в двухгодичном макроцикле у юных пловцов в ластах

Fig. 2. Dynamics of indices of vital capacity of lungs of young finswimmers in the biennial macrocycle

($p \leq 0,05$), вес увеличился с 43,59 до 47,42 кг ($p \leq 0,05$), окружность грудной клетки на вдохе с 78,48 см до 80,36 см ($p \leq 0,05$), ЖЕЛ с 2007,40 до 2373,68 мл ($p \leq 0,05$), сила левой кисти выросла с 14,74 до 19,63 кг ($p \leq 0,05$), а правой с 17,59 до 22,52 кг ($p \leq 0,05$) [1].

В конце первого года видна достоверная положительная динамика показателей по всем тестам. Время задержки дыхания на вдохе увеличилось за первый год обучения с 20,55 до 41,84 с ($p \leq 0,05$), а в пробе Генчи с 15,95 до 26,30 с ($p \leq 0,05$). Спустя второй год обучения время задержки дыхания увеличилось до 59,77 с ($p \leq 0,05$) и 30,11 с ($p \leq 0,05$) соответственно, что можно связать с развитием волевых качеств и увеличением объема легких. [7-9] Улучшились аэробные показатели в пробе Руфье с удовлетворительной оценки $10,78 \pm 0,52$ до хорошей $7,55 \pm 0,40$ ($\leq 0,05$). В конце второго года после начала

исследования также видна достоверная положительная динамика показателей $6,21 \pm 0,49$ ($\leq 0,05$) (табл.).

При сравнении показателей общей работоспособности (рис. 3) у детей 9 и 10 лет, выявлено достоверное увеличение показателей с 308,83 до 452,87 кг/мин ($p \leq 0,05$). А у детей 10 и 11 лет показатели увеличились с 452,87 до 506,63 кг/мин ($p \leq 0,05$). Выявлено улучшение показателей индивидуальной работоспособности (рис. 4) у детей 9 и 10 лет с 9,09 до 10,01 кг/мин на кг массы тела ($p \geq 0,05$), и у детей 10 и 11 лет – с 10,01 до 10,50 кг/мин на кг массы тела кг/мин на кг массы тела. [8]

В процессе двухгодичных регулярных тренировок отмечена положительная и достоверная динамика основных показателей физических качеств у юных пловцов в ластах. Так проплывание дистанции 50 м улучшилось с 46,37 до 34,66 с ($p \leq 0,05$), результаты теста на определение

Таблица

Динамика показателей состояния проб с задержкой дыхания у юных пловцов в ластах в процессе двухгодичного макроцикла

Table

Dynamics of indices of the breath-holding test of young finswimmers in the process of the biennial macrocycle

Тест	Исходные данные, 9 лет	Показатели в конце 1 года, 10 лет	p	Показатели в конце 2 года, 11 лет	p
	M±m	M±m		M±m	
Проба Штанге, с	20,55±1,51	41,84±2,72	≤0,05	59,77±5,81	≤0,05
Проба Генчи, с	15,95±0,98	26,30±1,05	≤0,05	30,11±1,34	≤0,05

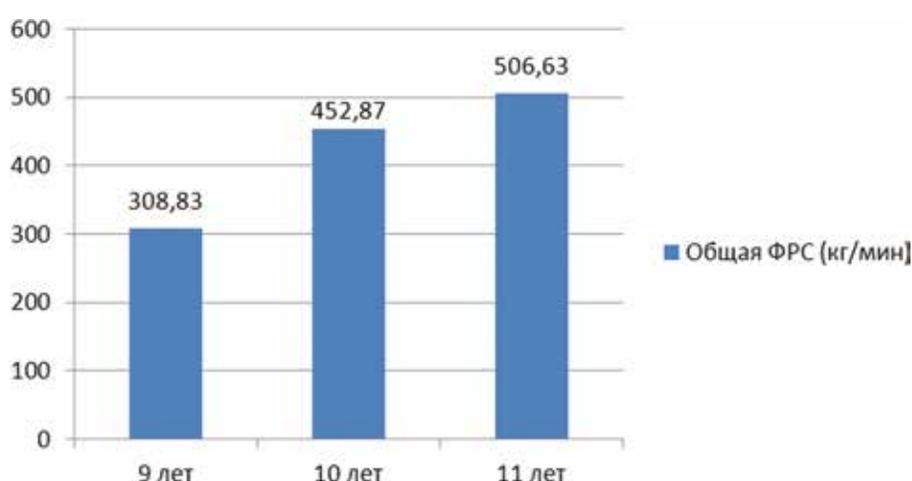


Рис. 3. Динамика показателей общей физической работоспособности юных пловцов в ластах в процессе двухгодичного макроцикла тренировочного процесса

Pic. 3. Dynamics of indices of general physical capacity of young finswimmers during a two-year macrocycle of the training process

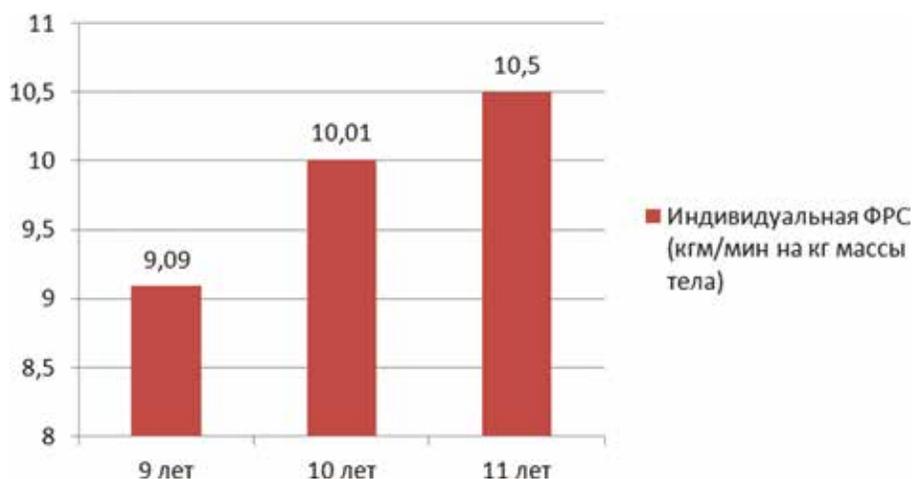


Рис. 4. Динамика показателей индивидуальной физической работоспособности юных пловцов в ластах в процессе двухгодичного макроцикла тренировочного процесса

Pic. 4. Dynamics of indices of individual physical working capacity of young finswimmers during a two-year macrocycle of the training process

общей выносливости (400 м) улучшились с 482,65 с до 382,07 с ($p \leq 0,05$). После второго года исследования произошли следующие изменения: проплывание дистанции 50 м в ластах – достоверное улучшение результата с 34,66 до 30,91 с ($p \leq 0,05$); достоверное улучшение результата на дистанции 400 м в ластах с 382,07 до 321,83 с ($p \leq 0,05$). [8, 9] В конце первого года после начала исследования значительно улучшились результаты на дистанции 400 м $303,05 \pm 7,23$ ($p \leq 0,05$), а также максимальная длина ныряния $28,26 \pm 1,61$ ($p \leq 0,05$) и время нахождения под водой $19,75 \pm 1,09$ ($p \leq 0,05$), что обусловлено улучшением техники плавания и развитием волевых качеств спортсменов. В конце второго года также видно достоверное улучшение результатов ($p \leq 0,05$) ($p \leq 0,05$) ($p \leq 0,05$) соответственно. В результате учебно-тренировочного процесса и участия в соревнованиях юные пловцы в ластах выполняли нормативные требования Единой всероссийской спортивной классификации по подводному спорту

Выводы

1. Долгосрочная адаптация юных пловцов в ластах подтверждена объективными показателями изучаемых процессов.

2. Исследование выявило повышение показателей физического развития в двухгодичном макроцикле тренировочного процесса у юных пловцов в ластах.

3. Установлена достоверная положительная динамика показателей функциональных резервов кардиореспираторной системы юных пловцов.

4. Выявлена положительная динамика показателей физических качеств в двухгодичном макроцикле тренировочного процесса у юных пловцов в ластах.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Алаева И.В., Коромыслов А.В. Динамика показателей физического развития, физических качеств и функциональных резервов у юных пловцов в ластах в процессе двухгодичного цикла // Актуальные проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта в образовательных учреждениях: материалы межрегиональной научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Медико-биологические, клинические и социальные вопросы здоровья и патологии человека». Иваново: Изд-во ГБОУ ВПО ИвГМА Минздрава России, 2014. 224 с. / Alaeva IV, Koromyslov AV. Dinamika pokazateley fizicheskogo razvitiya, fizicheskikh kachestv i funktsionalnykh rezervov u yunykh plovtsov v lastakh v protsesse dvukhgodichnogo tsikla. (Aktualnye problemy i perspektivy razvitiya fizicheskoy kultury i sporta v obrazovatelnykh uchrezhdeniyakh: materialy mezhrayonalnoy nauchnoy

konferentsii studentov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem «Mediko-biologicheskie, klinicheskie i sotsialnye voprosy zdorovya i patologii cheloveka»), Ivanovo, Izd-vo GBOU VPO IvGMA Minzdrava Rossii, 2014. 224 p. (in Russian).

2. Соколова В. С., Сахарова Н. Е. Динамика функциональных показателей при занятиях оздоровительным плаванием у детей с алиментарным ожирением // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. №4. С. 44-47. / Sokolova VS, Sakharova NE. Swimming sessions and dynamic of functional indicators in children with alimentary obesity. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2014;(4):44-47. (in Russian).

3. Турчанинов С.Ю. Методика обучения плаванию кролем на груди: учебно-методические рекомендации для студентов факультетов физической культуры. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008. 26 с. / Turchaninov SYu. Metodika obucheniya plavaniyu krolem na grudi: uchebno-metodicheskie rekomendatsii dlya studentov fakultetov fizicheskoy kultury. Yaroslavl, Izd-vo YaGPU, 2008. 26 p. (in Russian).

4. Маргазин В.А., Викулов А.Д. Медико-педагогическая направленность оздоровительной физкультуры и спорта. Учебное пособие. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. 431 с. / Margazin V.A., Vikulov A.D. Mediko-pedagogicheskaya napravlennost ozdorovitel'noy fizkultury i sporta. Uchebnoe posobie. Yaroslavl, Izd-vo YaGPU, 2011. 431 p. (in Russian).

5. Маргазин В.А. Руководство по спортивной медицине. СПб.: Спецлит., 2012. 487 с. / Margazin V.A. Rukovodstvo po sportivnoy meditsine. Saint-Petersburg, Spets.lit., 2012. 487 p. (in Russian).

6. Алаева И.В., Маргазин В.А., Коромыслов А.В. Динамика показателей физических качеств и функциональных резервов у юных пловцов в ластах в процессе двухгодичного цикла // Возрастные особенности адаптации организма к физическим и психическим нагрузкам: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ярославль: Полиграфический центр «ЦМИК», 2014. С. 7-10 / Alaeva IV, Margazin VA, Koromyslov AV. Dinamika pokazateley fizicheskikh kachestv i funktsionalnykh rezervov u yunykh plovtsov v lastakh v protsesse dvukhgodichnogo tsikla. (Vozrastnye osobennosti adaptatsii organizma k fizicheskim i psikhicheskim nagruzkam: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii), Yaroslavl, Poligraficheskiy tsentr «TsMIK», 2014. P. 7-10. (in Russian).

7. Шумков А., Шумкова Л. Азбука плавания в ластах. М.: ООО «Азбука-2000», 2008. 88 с. / Shumkov A, Shumkova L. Azbuka plavaniya v lastakh. Moscow, ООО «Azbuka-2000», 2008. 88 p. (in Russian).

8. Nakashima M. Simulation Analysis of the Effect of trunk Undulation on Swimming Performance in Underwater Dolphin Kick of Human. Journal of Biomechanical Science and Engineering. 2009;4(1):94-104. (in Russian).

9. Маргазин В.А., Коромыслов А.В., Алаева И.В. Динамика физической работоспособности, функциональных резервов и физических качеств у юных пловцов в ластах в процессе двухгодичных тренировок // Лечебная физкультура и спортивная медицина 2014. №6. С. 48-52. / Margazin VA, Koromyslov AV, Alaeva IV. Dinamika fizicheskoy rabotosposobnosti, funktsionalnykh rezervov i fizicheskikh kachestv u yunykh plovtsov v lastakh v protsesse dvukhgodichnykh trenirovok. Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina (Exercise therapy and sports medicine). 2014;(6):48-52. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Алаева Ирина Владимировна – аспирант кафедры медико-биологических основ спорта ФГБОУ ВПО ЯГПУ им. К.Д. Ушинского Минобрнауки России

Адрес: 150000, Россия, г. Ярославль, ул. Республиканская, д. 108

Тел. (раб): +7 (4852) 30-23-13

Тел. (моб). +7 (902) 227-41-23

E-mail: i.alaeva@list.ru

Responsible for correspondence:

Irina Alaeva – Postgraduate Student of the Department of Biomedical Basis of Sports of the Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky

Address: 108, Respublikanskaya St., Yaroslavl, Russia

Phone: +7 (4852) 30-23-13

Mobile: +7 (902) 227-41-23

E-mail: i.alaeva@list.ru

Дата направления статьи в редакцию: 15.02.2017

Received: 15 February 2017

Статья принята к печати: 11.03.2017

Accepted: 11 March 2017

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»»**Учебное пособие****Технические средства реабилитации инвалидов и безбарьерная среда****Под редакцией****Е.Е. Ачкасова, С.Н. Пузина, Е.В. Машковского**

В учебном пособии содержится актуальная информация по использованию технических средств реабилитации больных и лиц с инвалидностью, формированию индивидуальных программ реабилитации в медицинских учреждениях в соответствии с основными положениями Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, созданию безбарьерной среды.

Освещены такие вопросы, как компенсация нарушений функции организма и преодоление ограничений жизнедеятельности с помощью современных технических средств. Рассмотрены организация обеспечения лиц с инвалидностью техническими средствами реабилитации и методические аспекты создания безбарьерной среды. Представлены современные образцы технических средств реабилитации.

В приложениях приведены основные нормативно-правовые документы, регламентирующие обеспечение лиц с инвалидностью необходимыми техническими средствами реабилитации.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология», «Медико-профилактическое дело».

Книгу можно заказать на сайте Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа»: <http://www.geotar.ru>

Уровень привычной двигательной активности и показатели кардиореспираторной системы студентов

Н. Н. ЦАРЕВ, Ю. Л. ВЕНЕВЦЕВА

ФГБОУ ВО Тульский государственный университет Минобрнауки РФ, Тула, Россия

Сведения об авторах:

Царев Николай Николаевич – аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней Медицинского института ФГБОУ ВО ТулГУ Минобрнауки России

Венева Юлия Львовна – заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом спортивной медицины и медицинской реабилитации Медицинского института ФГБОУ ВО ТулГУ Минобрнауки России, д.м.н.

Level of habitual physical activity and parameters of the cardio-respiratory system in students

N. N. TSAREV, YU. L. VENEVTSEVA

Tula State University, Tula, Russia

Information about the authors:

Nikolay Tsarev – M.D., Postgraduate Student of the Propedeutics of Internal Disease Department of the Medical Institute of Tula State University

Yulia Venevtseva – M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Propedeutics of Internal Disease Department with Sports Medicine and Medical Rehabilitation course of the Medical Institute of Tula State University

Цель исследования: проанализировать параметры кардиореспираторной системы у практически здоровых студентов с разным уровнем привычной двигательной активности (ДА). **Материалы и методы:** в период с апреля 2016 по апрель 2017 года на базе Клинико-диагностического центра 106 студентам Тульского государственного университета (61 девушка и 45 юношей; средний возраст $22,9 \pm 0,4$ года (от 18 до 29 лет), индекс массы тела – $22,5 \pm 0,4$ кг/м²) проведена эхокардиография (ЭхоКГ) с цветовым доплеровским картированием и компьютерная спирометрия для оценки функции внешнего дыхания (ФВД). Студенты также выполняли дыхательные пробы (Штанге и Генча). Уровень привычной ДА изучали с помощью разработанной нами анкеты. **Результаты:** 42% студентов вели малоподвижный образ жизни (низкая ДА), 32% посещали фитнес-центры, бассейн или участвовали в рекреационных спортивных играх (умеренная ДА), 26% занимались любительским спортом в объеме не менее 8 часов в неделю (высокая ДА). В группе с умеренной ДА отмечены оптимальные параметры релаксации миокарда ЛЖ (соотношение Е/А трансмитрального потока составило $1,76 \pm 0,08$, в то время как в группе в низкой ДА $1,53 \pm 0,06$, с высокой ДА – $1,70 \pm 0,07$). При умеренной ДА реже наблюдались клапанные дисфункции с незначительной регургитацией, было ниже систолическое давление в легочной артерии. Выявлена положительная связь между уровнем привычной ДА и диаметром легочной артерии. Основные спирометрические показатели достоверно возрастали по мере повышения уровня привычной ДА, однако превышение «нормативных» показателей отмечено только у активно тренирующихся молодых людей. Результаты проб с произвольным апноэ тесно коррелировали со скоростными показателями ЭхоКГ, а также объемными и скоростными показателями ФВД. **Выводы:** адаптационные изменения, наступающие под влиянием физических упражнений, расширяют функциональные резервы и синхронизацию показателей кардиореспираторной системы. Оптимальные эластические свойства и наибольшая диастолическая податливость миокарда ЛЖ наблюдаются при умеренной ДА. Связь результатов функциональных проб Штанге и Генча с внутрисердечной гемодинамикой и ФВД свидетельствует об их информативности в оценке функционального состояния студентов с разным уровнем привычной ДА при проведении скрининговых обследований.

Ключевые слова: студенты; двигательная активность; кардиореспираторная система; эхокардиография; функция внешнего дыхания; проба Штанге; проба Генча.

Для цитирования: Царев Н.Н., Венева Ю.Л. Уровень привычной двигательной активности и показатели кардиореспираторной системы студентов // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 33-39. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.33.

Objective: to analyze the parameters of the cardio-respiratory system in healthy students with different levels of habitual physical activity. **Materials and methods:** 106 students of Tula State University (61W, 45M, mean age – $22,9 \pm 0,4$ years ($M \pm m$), mean body mass index $22,5 \pm 0,4$ kg/m²) were included in the study. The observation time was one year. Colour Doppler Imaging echocardiography and respiratory function tests were provided. Duration of a breath-hold after deep inspiration and after exhalation was obtained. Self-reported questionnaire to examine level of habitual physical activity was completed in the same time. **Results:** 42% of students had low habitual physical activity, 32% visited fitness centers, swimming pools or participated in recreational sports games (medium habitual physical activity) and 26% engaged in sports not less than 8 hours per week (high habitual physical activity). The optimal LV relaxation existed in the group with medium habitual physical activity (mitral E/A ratio $1,76 \pm 0,08$ versus $1,53 \pm 0,06$

in the group with low and $1,70 \pm 0,07$ 06 in the group with high habitual physical activity). The rarest valve regurgitation and the lowest systolic pressure were obtained in the group with medium habitual physical activity. The diameter of the pulmonary artery positively correlated with level of habitual physical activity. The main parameters of respiratory function test increased due to the level of habitual physical activity. Exceeding of the normative indicators of respiratory test was noted only in the group with high physical activity. Results of duration of a breath-hold after deep inspiration and after exhalation closely correlated with echocardiography and respiratory test. **Conclusions:** adaptive changes due to physical activity increase the functional abilities of the cardio-respiratory system in healthy students. Optimal echocardiography parameters were found in the group with moderate physical activity. Breast Holding Test showed a connection with intracardiac hemodynamics and respiratory function and may be widely used for screening examinations.

Key words: students; physical activity; cardio-respiratory system; echocardiography; respiratory function test, breath-holding tests.

For citation: Tsarev NN, Venevtseva YuL. Level of habitual physical activity and parameters of the cardio-respiratory system in students. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):33-39. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.33.

Введение

Изучение функционального состояния организма с определением взаимосвязей отдельных звеньев кардио-респираторной системы остается одной из актуальных проблем спортивной медицины и физиологии. Практически любые изменения активности управляющих и гомеостатических систем находят отражение в уровне функционирования кровообращения и дыхания, поэтому показатели кардиореспираторной системы выступают в качестве индикатора адаптационно-приспособительной деятельности, отражая воздействие различных факторов внешней и внутренней среды [1]. Двигательная активность (ДА) является мощным фактором, стимулирующим адаптационные перестройки в организме [2, 3]. Показано, что у спортсменов высокой квалификации с различной направленностью тренировочного процесса уровень функционального состояния систем кровообращения и дыхания существенно различается, что обусловлено физиологической целесообразностью для конкретного вида спорта [4-6]. Однако особенности функционирования кардиореспираторной системы у студентов с разным привычным уровнем ДА представляются изученными недостаточно, при этом необходимость проведения таких исследований обусловлена широко распространенной среди современной молодежи гипокинезией, обусловленной интенсификацией обучения, использованием компьютеров и различных электронных устройств.

Целью работы явился анализ параметров кардиореспираторной системы у практически здоровых студентов с разным уровнем привычной ДА.

Объект, методы и организация исследования

В период с апреля 2016 по апрель 2017 года на базе Клинико-диагностического центра Тульской областной клинической больницы было обследовано 106 студентов Тульского государственного университета (61 девушка и 45 юношей), обучавшихся по специальностям «Лечебное дело» и «Физическая культура». Эхокардиография (ЭхоКГ) с цветовым доплеровским картированием (Logiq-7, GE) всем студентам была выполнена одним врачом. Оценивались стандартные эхокардиографические размеры и показатели внутрисердечной гемодинамики с использованием спектрального доплеровского

анализа, также проводился расчет индексов полостей и индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ). Фракция выброса ЛЖ рассчитывалась по формуле Teichholz [7].

Функцию внешнего дыхания (ФВД) исследовали с помощью спирографа «Spirolab» (Италия) с анализом общепринятых показателей и расчетом фактических и должных величин с учетом антропометрических данных, пола и возраста. Все студенты выполняли функциональные пробы с произвольной задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генча).

Для изучения уровня привычной ДА, оцениваемой по сумме движений, выполняемых человеком в процессе повседневной жизнедеятельности [8], была разработана анкета. Анализировались ответы на вопросы, касающиеся регулярности занятий спортом, вида спорта и длительности занятий, ежедневной продолжительности ходьбы пешком, частоты управления автомобилем и водительского стажа.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием пакета программ Excel 7.0 для выявления достоверности различий по Стьюденту и взаимосвязей показателей по К.Пирсону с оценкой достоверности коэффициентов корреляции. Данные представлены как $M \pm m$.

Результаты и обсуждение

Обследованные лица не имели анатомических врожденных или приобретенных сердечных аномалий, выявленных нарушений ритма сердца и не предъявляли жалоб на состояние здоровья. Средний возраст студентов составил $22,9 \pm 0,4$ года (от 18 до 29 лет), средний индекс массы тела (ИМТ) – $22,5 \pm 0,4$ кг/м². Нормальный вес (ИМТ=19-24 кг/м²) имели 60 молодых людей (57%), избыточная масса тела (ИМТ=25-30 кг/м²) наблюдалась у 25 человек (24%), ожирением 1 степени (ИМТ=30-35 кг/м²) страдали 10 обследованных (9%). Дефицит массы тела (ИМТ<19 кг/м²) отмечен у 11 студентов (10%).

В группу с низкой ДА (группа 1) вошли 45 человек (42%), при этом 35 студентов (33%) после завершения учебных занятий по физической культуре в дальнейшем ничем не занимались. Группу с умеренной ДА (группа 2) составили 34 человека (32%), которые не менее года посещали фитнес-центры, бассейн, занимались танцами,

велоспортом или участвовали в игровых видах спорта на любительском уровне с объемом физической нагрузки около 150 минут в неделю. Высокая ДА была отмечена у 27 (26%) студентов (группа 3), большинство из которых обучались по направлению физической культуры, имели массовые разряды и в рамках учебного процесса не менее 8 часов в неделю выполняли умеренные нагрузки разной модальности. Значимых различий по ИМТ между группами не было. Средняя продолжительность кардиоцикла (RR) была несколько длиннее в группе 3, однако различия не достигли критерия достоверности.

Основные результаты линейных ЭхоКГ-измерений представлены в таблице 1. Хотя все параметры находились в пределах зоны нормы для молодых практически здоровых лиц, наблюдались различия в зависимости от уровня привычной ДА. Так, у активно занимающихся спортом был больше конечно-систолический размер (КСР) ЛЖ ($p < 0,05$) и несколько больше - конечно-диастолический размер (КДР) ЛЖ. ИММЛЖ устойчиво возрастал по мере увеличения привычной ДА, достоверно различаясь между 1 и 3 группами. Фракция выброса ЛЖ оказалась самой высокой в группе с умеренной ДА относительно лиц с высокой ДА ($p < 0,05$).

Клапанные дисфункции, сопровождающиеся регургитацией, нередко встречаются как у спортсменов, так и у нетренированных лиц [9]. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что клапанные дисфункции при занятиях спортом часто имеют преходящий характер и имеют обратную связь с успешностью спортивных выступлений [10]. В нашем исследовании клапанные дисфункции, сопровождающиеся легкой регургитацией, реже всего наблюдались в группе с умеренной ДА (у 20% была митральная, у 11% - трикуспидальная регургитация). В то же время у ведущих малоподвижный образ жизни клапанная регургитация отмечалась чаще: у 43% студентов была митральная, у 28% - трикуспидальная регургитация ($p < 0,05$). В группе студентов с высокой ДА частота регургитации на митральном и трикуспидальном клапанах составила 31% и 22% соответственно. Можно предположить, что выявленный факт может быть связан с особенностями соотношения давления между предсердиями и желудочками в разные фазы сердечного цикла.

Результаты основных спектральных параметров доплеровского исследования представлены в таблице 2.

Таблица 1

Основные линейные эхокардиографические показатели в группах студентов с разным привычным уровнем двигательной активности ($M \pm m$)

Table 1

The main echocardiography parameters in students with different habitual physical activity ($M \pm m$)

Показатель	Низкая ДА	Умеренная ДА	Высокая ДА
	1	2	3
Аорта в восходящем отделе, мм	26,5±0,4	26,7±0,4	26,9±0,7
Размер ЛП, мм	33,0±0,5	32,8±0,7	33,2±0,8
Размер ПП, мм	34,4±0,7	34,4±0,8	36,0±1,0
ПЖ в среднем отделе, мм	23,8±0,4	23,3±0,5	23,7±0,6
Толщина МЖП, мм	7,5±0,2	7,6±0,2	8,0±0,3
Толщина ЗСЛЖ, мм	7,4±0,2	7,6±0,3	7,9±0,3
КДР ЛЖ, мм	46,9±0,5	47,7±0,2	49,1±1,0
КСР ЛЖ, мм	28,6±0,6	28,5±0,5	30,8±0,8* (1-3, 2-3)
КДО ЛЖ, мл	103,4±3,1	107,2±3,6	115,3±5,8
КСО ЛЖ, мл	32,1±1,7	31,2±1,3	38,3±2,5*(1-3, 2-3)
УО ЛЖ, мл	71,2±1,8	74,8±3,3	76,7±3,8
ФВ ЛЖ, %	69,4±0,9	70,5±0,9	66,7±1,0* (2-3)
ИММЛЖ, г/м ²	66,8±2,3	70,8±2,8	76,2±3,7* (1-3)
ЛА на уровне клапана, мм	19,1±0,4	20,1±0,6	20,3±0,6

Достоверность различий: * при $p < 0,05$

Примечание: ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие; ПЖ – правый желудочек; МЖП – межжелудочковая перегородка; ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ – конечно-систолический размер левого желудочка; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка; ЛА – легочная артерия.

Таблица 2

Основные спектральные эхокардиографические показатели в группах студентов с разным привычным уровнем двигательной активности (M±m)

Table 2

The main Doppler echocardiography results in students with different habitual physical activity (M±m)

Показатель	Низкая ДА	Умеренная ДА	Высокая ДА
	1	2	3
RR, мс	797,8±22,0	833,2±18,8	834,6±30,5
V(E) МК, м/с	0,81±0,02	0,89±0,03* (1-2)	0,86±0,04
V(A) МК, м/с	0,55±0,02	0,53±0,02	0,51±0,02
Отношение E/A на МК	1,53±0,06	1,76±0,08* (1-2)	1,70±0,07
V(E) ТК, м/с	0,57±0,01	0,58±0,02	0,57±0,01
V(A) ТК, м/с	0,40±0,02	0,38±0,02	0,37±0,02
Отношение E/A на ТК	1,49±0,05	1,60±0,07	1,54±0,09
IVRT ЛЖ, мс	57,0±2,5	56,4±3,0	57,4±4,0
IVCT ЛЖ, мс	49,2±1,7	51,4±2,1	45,0±2,1* (2-3)
Vmax Ao, м/с	1,15±0,03	1,20±0,04	1,16±0,04
ФУ Ao, мс	85,3±2,1	80,2±2,3	78,7±2,0* (1-3)
ВИ ЛЖ, мс	273,1±3,9	274,7±5,0	274,5±5,2
Vmax ЛА, м/с	0,86±0,02	0,88±0,03	0,91±0,03
ФУ ЛА, мс	137,4±3,1	149,4±4,2	135,0±4,1* (1-2, 2-3)
ВИ ПЖ, мс	301,5±5,3	311,1±5,9	298,2±6,5

Достоверность различий: * при $p < 0,05$

Примечание: V(E) МК – пиковая скорость раннего диастолического наполнения левого желудочка; V(A) МК – пиковая скорость позднего диастолического наполнения левого желудочка; V(E) ТК – пиковая скорость раннего диастолического наполнения правого желудочка; V(A) ТК – пиковая скорость позднего диастолического наполнения правого желудочка; IVRT ЛЖ – время изоволюметрического расслабления левого желудочка; IVCT ЛЖ – время изоволюметрического сокращения левого желудочка; Vmax Ao – пиковая скорость аортального потока; ФУ Ao – фаза ускорения аортального потока; ВИ ЛЖ – время изгнания левого желудочка; Vmax ЛА – пиковая скорость потока в легочной артерии; ФУ ЛА – фаза ускорения потока в легочной артерии; ВИ ПЖ – время изгнания правого желудочка.

В настоящее время все большее внимание уделяется диастолической функции миокарда, нарушения которой возникают уже на ранних стадиях различных заболеваний сердца [11, 12]. В нашей работе параметры релаксации миокарда ЛЖ, оцениваемые по отношению пиковых скоростей E/A, во всех трех группах находились в пределах нормы, а наибольшая пиковая скорость E трансмитрального спектра и наиболее оптимальное отношение E/A отмечалось в группе с умеренной ДА по сравнению с малоподвижными студентами ($p < 0,05$). Соотношение E/A транстрикуспидального потока, характеризующее релаксацию миокарда правого желудочка (ПЖ), также было выше в группе с умеренной ДА, однако различия не достигли критерия достоверности. Время ускорения трикуспидального пика E (AT, acceleration time E), отражающее быстрое пассивное наполнение ПЖ и связанное с эластичностью миокарда, оказалось выше в группе с умеренной ДА ($106,4 \pm 3,3$ мс), чем в 3 группе ($95,4 \pm 3,4$ мс; $p < 0,05$).

Параметрами, косвенно оценивающими контрактильность и эластичность и миокарда ЛЖ, являются время изоволюметрического сокращения (IVCT) и время изоволюметрического расслабления (IVRT). Самое короткое IVCT наблюдалось у студентов с высокой ДА ($p < 0,05$), а различий в показателе релаксации (IVRT) не было выявлено. Время ускорения аортального потока было самым коротким в группе с высокой ДА ($p < 0,05$), отражая эффективную работу миокарда ЛЖ.

Другими ЭхоКГ-показателями, зависящими от уровня привычной ДА, оказались скоростные и временные параметры малого круга кровообращения. Хотя время выброса ПЖ не различалось, время ускорения пульмонального потока, используемое для оценки систолического давления в легочной артерии, было больше в группе с умеренной ДА ($p < 0,05$). Таким образом, самое низкое систолическое давление в малом круге кровообращения отмечено при умеренной ДА. Этот факт подтверждается и более высокой скоростью систолического

притока крови к левому предсердию из системы легочных вен (ЛВ) у обследованных 2 группы ($0,63 \pm 0,02$ м/с против $0,60 \pm 0,02$ м/с в 3 группе и $0,58 \pm 0,01$ м/с в 1 группе; $p < 0,05$). Скорость диастолического притока к правому предсердию из системы верхней полой вены (ВПВ) достоверно уменьшалась по мере возрастания уровня ДА, составив $0,49 \pm 0,02$ м/с в группе с низкой ДА, $0,46 \pm 0,02$ м/с в группе с умеренной ДА и $0,40 \pm 0,02$ м/с в группе с высокой ДА, что указывает на экономизацию функционирования системы кровообращения в покое.

Корреляционный анализ выявил достоверные связи между параметрами ЭхоКГ и уровнем привычной ДА. Как и следовало ожидать, чем выше ДА, тем больше КДР ($r=0,24$; $p < 0,05$), КСР ($r=0,22$; $p < 0,05$) и ИММЛЖ ($r=0,26$; $p < 0,05$).

Представляется важной выявленная положительная связь между уровнем привычной ДА и диаметром легочной артерии ($r=0,21$; $p < 0,05$). Можно предположить, что именно размер легочного ствола является одним из лимитирующих факторов при выполнении физических нагрузок, при этом связей с диаметром аорты и раскрытием аортальных створок не обнаружено.

У лиц с высоким уровнем привычной ДА наблюдается больше всего связей между скоростными и временными показателями левых и правых отделов. Так, в этой

группе пиковая скорость трансмитрального потока в фазу быстрого наполнения (Е) была связана с пиковой скоростью ($r=0,47$; $p < 0,01$) и временем выброса в аорту ($r=0,60$; $p < 0,01$), пиковой скоростью потока в легочной артерии ($r=0,34$; $p < 0,05$), а также скоростями наполнения обоих предсердий, как в систолу, так и в диастолу, из верхней полой вены ($r=0,36$; $p < 0,05$; $r=0,37$; $p < 0,05$) и легочных вен ($r=0,49$; $p < 0,01$; $r=0,52$; $p < 0,01$). В группе с умеренной ДА корреляции были получены только между скоростями потоков, но не с временными параметрами. У малоподвижных студентов достоверных связей было меньше, при этом корреляции с показателями наполнения обоих предсердий отсутствовали.

Показатели ФВД также достоверно различались в зависимости от уровня привычной ДА (табл. 3).

Основные спирометрические показатели (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, МВЛ), как и следовало ожидать, достоверно возрастали по мере повышения объема нагрузок, при этом ЖЕЛ превысила нормативный расчетный показатель только у студентов 3 группы (101,4%), а в группе с умеренной и низкой ДА она составила 96,1% и 96,4% соответственно. Средняя объемная скорость (СОС) также была выше расчетной только у тренирующихся студентов (103,6%), последовательно снижаясь по мере уменьшения привычной ДА, составив 98,8% в группе с умеренной и 96,3% в группе с низкой ДА.

Таблица 3

Основные спирометрические показатели в группах студентов с разным привычным уровнем двигательной активности (M±m)

Table 3

The main results of respiratory function in students with different habitual physical activity (M±m)

Показатель	Низкая ДА	Умеренная ДА	Высокая ДА
	1	2	3
ЖЕЛ, л	$4,08 \pm 0,14$	$4,30 \pm 0,18$	$4,84 \pm 0,24^*$ (1-3)
ЖЕЛ, % от должного	$96,4 \pm 2,0$	$96,1 \pm 2,21$	$101,4 \pm 1,6^*$ (1-3)
ФЖЕЛ, л	$4,00 \pm 0,14$	$4,10 \pm 0,17$	$4,59 \pm 0,23^*$ (1-3)
ФЖЕЛ, % от должного	$96,0 \pm 2,3$	$93,6 \pm 1,8$	$98,5 \pm 2,0$
ОФВ1, л	$3,58 \pm 0,11$	$3,74 \pm 0,17$	$4,06 \pm 0,21^*$ (1-3)
ОФВ1, % от должного	$98,86 \pm 1,68$	$97,76 \pm 2,50$	$102,29 \pm 2,88$
Индекс Тиффно, %	$87,85 \pm 1,34$	$85,94 \pm 1,70$	$84,18 \pm 2,08$
МВЛ, л	$124,45 \pm 3,78$	$128,84 \pm 5,88$	$142,07 \pm 7,21^*$ (1-3)
СОС25-75, л/с	$4,19 \pm 0,16$	$4,55 \pm 0,27$	$4,76 \pm 0,29$
СОС25-75, % от должного	$96,3 \pm 3,0$	$98,8 \pm 4,8$	$103,6 \pm 5,5$
МОС25, л/с	$5,63 \pm 0,25$	$6,27 \pm 0,34$	$6,81 \pm 0,43^*$ (1-3)
МОС50, л/с	$4,50 \pm 0,19$	$4,72 \pm 0,28$	$4,98 \pm 0,31$
МОС75, л/с	$2,59 \pm 0,13$	$2,69 \pm 0,21$	$2,78 \pm 0,22$

Достоверность различий: * при $p < 0,05$

Примечание: ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду; МВЛ – максимальная вентиляция легких; СОС25-75 – средняя объемная скорость в интервале между 25% и 75% ФЖЕЛ; МОС25 – мгновенная объемная скорость после выдоха 25% ФЖЕЛ; МОС50 – мгновенная объемная скорость после выдоха 50% ФЖЕЛ; МОС75 – мгновенная объемная скорость после выдоха 75% ФЖЕЛ.

Хотя во всех группах средние скоростные показатели находились в пределах нормы, МОС25 была достоверно выше в 3 группе ($p < 0,05$), возможно, указывая на больший диаметр крупных бронхов у студентов с высокой ДА.

Функциональные пробы Штанге и Генча, позволяющие оценить индивидуальную устойчивость к гипоксии и/или гиперкапнии, ранее широко использовались как в клинической, так и спортивно-медицинской практике. Средняя длительность максимальной задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) составила $48,4 \pm 3,7$ с в 1 группе, $50,5 \pm 2,3$ с во 2 и $66,5 \pm 6,6$ с - в 3 группе ($p < 0,05$). При корреляционном анализе в целом по группе результат пробы Штанге был положительно связан с ЖЕЛ ($r = 0,34$; $p < 0,001$), ФЖЕЛ ($r = 0,26$; $p < 0,01$), ОФВ1 ($r = 0,25$; $p < 0,05$), МОС25 ($r = 0,21$; $p < 0,05$), ПОС ($r = 0,27$; $p < 0,01$) и МВЛ ($r = 0,24$; $p < 0,05$).

Длительность задержки дыхания на выдохе (проба Генча) также возрастала с увеличением привычной ДА, составив $25,5 \pm 1,9$ с в 1, $24,6 \pm 1,4$ с - во 2 и $32,0 \pm 2,4$ с в 3 группе ($p < 0,05$), однако корреляций с данными ФВД не было выявлено.

Данные обеих дыхательных проб коррелировали также преимущественно со скоростными параметрами внутрисердечной гемодинамики, отражая ее экономичность как в правых, так и в левых отделах. Так, чем длиннее время задержки дыхания на вдохе, тем ниже скорость наполнения правого предсердия из верхней полой вены (в систолу, $r = -0,28$; $p < 0,01$; в диастолу, $r = -0,23$; $p < 0,05$), скорости потоков в медиальной печеночной вене (в систолу, $r = -0,29$ $p < 0,01$; и диастолу, $r = -0,23$; $p < 0,05$), пиковые скорости митрального потока (в систолу, $r = -0,21$; $p < 0,05$; в диастолу, $r = -0,20$; $p < 0,05$), пиковая скорость аортального потока ($r = -0,29$; $p < 0,01$), длительность изгнания ЛЖ ($r = -0,21$; $p < 0,05$), индекс ЛП ($r = -0,21$; $p < 0,05$) и экскурсия свободной стенки ПЖ ($r = -0,20$; $p < 0,05$).

Чем больше время задержки дыхания на выдохе, тем выше отношение скоростей раннего и позднего наполнения ПЖ (Е/А, $r = 0,23$; $p < 0,05$), ниже пиковая скорость притока крови к правому предсердию из системы верхней полой вены в систолу ($r = -0,24$; $p < 0,05$) и пиковая скорость потока в аорте ($r = -0,22$; $p < 0,05$).

Выводы

1. Адаптационные изменения, наступающие под влиянием рекреационной физической активности умеренной интенсивности, расширяют функциональные резервы и синхронизацию показателей кардиореспираторной системы у практически здоровых студентов, при этом оптимальные эластические свойства кардиомиоцитов и наибольшая диастолическая податливость миокарда ЛЖ наблюдаются при объеме нагрузок около 150 минут в неделю.

2. Наиболее тесная связь между скоростными и временными эхокардиографическими параметрами правых и левых отделов, включая наполнение предсердий,

наблюдалась у студентов специальности «Физическая культура спорт», выполняющими физические нагрузки около 8 часов в неделю.

3. Основные спирометрические показатели (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, МВЛ) достоверно возрастали по мере повышения уровня привычной ДА. Среди скоростных параметров МОС25, отражающая диаметр и проходимость крупных бронхов, была выше у активно тренирующихся студентов.

4. Простые в выполнении дыхательные пробы с произвольным апноэ (пробы Штанге и Генча), обнаружившие связь с показателями внутрисердечной гемодинамики и ФВД, являются информативными при массовых обследованиях практически здоровых молодых людей.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. М.: Изд-во РУДН, 2006. 284 с. / Agadzhanian NA, Baevskiy RM, Berseneva AP. Problemy adaptatsii i uchenie o zdorovye. Moscow, Iz-vo RUDN, 2006. 284 p. (in Russian).
2. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. СПб.: Гиппократ, 1995. 448 с. / Zemtsovskiy EV. Sportivnaya kardiologiya. Saint-Petersburg, Gippokrat, 1995. 448 p. (in Russian).
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-н/Д.: РГУ, 2010. 224 с. / Garkavi LKh, Kvakina EB, Ukolova MA. Adaptatsionnye reaktzii i rezistentnost organizma. Rostov-on-Don, RGU, 2010. 224 p. (in Russian).
4. Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Ачкасов Е.Е. Исследование и оценка функционального состояния спортсменов. М.: Профиль, 2010. 72 с. / Runenko SD, Talambum EA, Achkasov EE. Issledovanie i otsenka funktsionalnogo sostoyaniya sportsmenov. Moscow, Profil, 2010. 72 p. (in Russian).
5. Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е., Самамикоджеди Н., Каркищенко Н.Н., Таламбум Е.А., Султанова О.А., Красавина Т.В., Кекк Е.Н. Использование современных аппаратно-программных комплексов для изучения особенностей адаптации организма к физическим нагрузкам // Биомедицина. 2011. №2. С. 65-72. / Runenko SD, Achkasov EE, Samamikodzheti N, Karkishchenko NN, Talambum EA, Sultanova OA, Krasavina TV, Kekk EN. The use of modern hardware-software complexes for the study of the features of adaptation of organism to physical exercises. Biomeditsina (Biomedicine). 2011;(2):65-72. (in Russian).
6. Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т., Вулкан Ш. Морфологические и функциональные особенности системы кровообращения у ветеранов спорта и действующих спортсменов // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. Т.69, №5-6. С. 34-39. / Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT, Vulkan Sh. Morphological and functional features of circulatory

system in retired and active elite athletes. Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk (Annals of the Russian Academy of Medical Sciences). 2014;69(5-6):34-39. (in Russian).

7. **Teicholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R.** Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. Am J Cardiol. 1976;37:7-11.

8. **Баевский Р.М.** Математические методы анализа сердечного ритма. М.: Наука, 1968. 174 с. / Baevskiy RM. Matematicheskie metody analiza serdechnogo ritma. Moscow, Nauka, 1968. 174 p. (in Russian).

9. **Шарыкин А.С., Субботин П.А., Павлов В.И., Бадтиева В.А., Трунина И.И., Попова Н.Е., Шильковская Е.В.** Эхокардиографический скрининг детей и подростков при допуске к занятиям спортом // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016. Т.61, №1. С. 71-79. / Sharykin AS, Subbotin PA, Pavlov VI, Badtieva VA, Trunina II, Popova NE, Shilykovskaya EV. Echocardiographic screening in children and teenagers to be admitted to sports activities. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics). 2016;61(1):71-79. (in Russian).

10. **Венецева Ю.Л., Мельников А.Х.** Функциональная доплерография. Тула: Тульский полиграфист, 2002. 232 с. / Venetseva YuL, Melnikov AKh. Funktsionalnaya dopplerografiya. Tula, Tulskiy poligrafist, 2002. 232 p. (in Russian).

11. **Агеев Ф.Т.** Современная концепция диастолической сердечной недостаточности // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2010. Т.9, №7. С. 96-104. / Ageev FT. Modern concept of diastolic heart failure. Kardiovaskulyarnaya terapiya i

profilaktika (Cardiovascular Therapy and Prevention). 2010;9(7):96-104. (in Russian).

12. **Thomas JD, Weyman AE.** Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: Physics and physiology. Circulation. 1991;84:977-990.

Ответственный за переписку:

Царев Николай Николаевич – аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней Медицинского института ФГБОУ Тульский государственный университет

Адрес: 300012, Россия, г. Тула, ул. Энгельса, д. 58

Тел. (раб): +7 (4872) 31-90-78

Тел. (моб): +7 (953) 432-94-23

E-mail: zn31@mail.ru

Responsible for correspondence:

Nikolay Tsarev – M.D., Postgraduate Student of the Propedeutics of Internal Disease Department of the Medical Institute of Tula State University

Address: 58, Engelsa St., Tula, Russia

Phone: +7 (4872) 31-90-78

Mobile: +7 (953) 432-94-23

E-mail: zn31@mail.ru

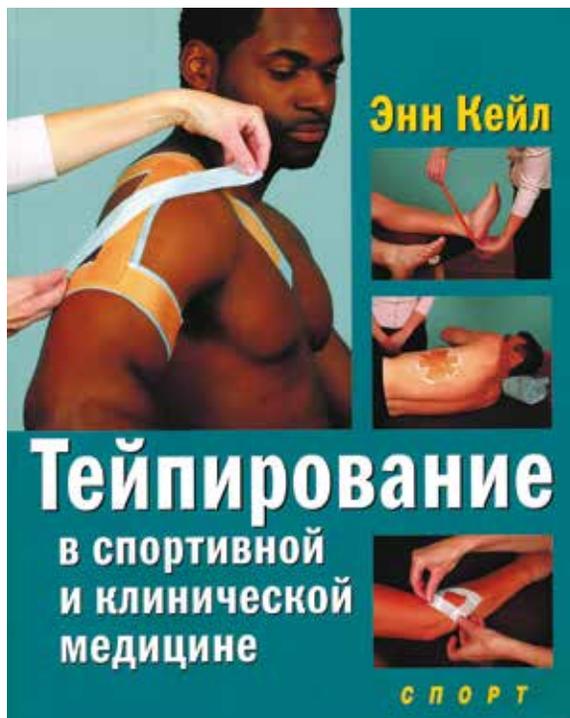
Дата направления статьи в редакцию: 27.02.2017

Received: 27 February 2017

Статья принята к печати: 10.03.2017

Accepted: 10 March 2017

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»



Руководство

Тейпирование в спортивной и клинической медицине

Энн Кейл

Перевод под научной редакцией
проф. Ачкасова Е.Е., Касаткина М.С.

Тейпирование – одна из технологий в области медицинской реабилитации и спортивной медицины – активно внедряется в клиническую практику в последние два десятилетия. В книге подробно рассматриваются виды терапевтических аппликаций, описываются различные методы функциональной диагностики и тестирования травматологических и ортопедических заболеваний, а также выбора ортопедических изделий.

Данная книга будет полезна специалистам по спортивной медицине и лечебной физкультуре, травматологам и ортопедам, а также студентам старших курсов медицинских вузов.

Книгу можно заказать на сайте Издательского дома «Человек», «Олимпия», «Спорт»: <http://www.olimppress.ru>

Показатели изокинетической динамометрии мышц бедра у спортсменов с пателлофemorальным болевым синдромом после применения комплексной методики коррекции

Е. С. ПРОХОРОВА, В. В. АРЬКОВ

ГАУЗ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы, филиал №1, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Проорова Елена Сергеевна – врач ЛФК отделения физиотерапии и лечебной физкультуры филиала №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗ г. Москвы

Арьков Владимир Владимирович – заведующий отделением физиотерапии и лечебной физкультуры филиала №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗ г. Москвы, врач ЛФК и спортивной медицины, проф. РАН, д.м.н.

Indicators of isokinetic dynamometry of the hip muscles in athletes with patellofemoral pain syndrome after complex correction procedure

E. S. PROKHOROVA, V. V. ARKOV

Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department of the Sport Medicine Clinique (branch №1), Moscow, Russia

Information about the authors:

Elena Prokhorova – M.D, Doctor of Medical Physical Culture of the Department of Physiotherapy and Therapeutic Physical Training of the Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department of the Sport Medicine Clinique (branch №1)

Vladimir Arkov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof. of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Physical Culture and Sports Medicine, Head of the Department of Physiotherapy and Therapeutic Physical Training of Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department of the Sport Medicine Clinique (branch №1)

Цель исследования: сравнение силы мышц бедра до и после проведения комплексной методики коррекции нейромышечного аппарата пояснично-крестцового отдела позвоночника и нижней конечности у спортсменов с пателлофemorальным болевым синдромом. **Материалы и методы:** было проведено рандомизированное контрольное исследование с участием 40 спортсменов, среди которых было 22 мужчины и 18 женщин в возрасте от 18 до 35 лет (средний возраст $27 \pm 6,5$ лет). Критерий включения: установленный травматологом диагноз: Хондромалиция надколенника по методу изокинетической динамометрии. **Результаты:** было выявлено увеличение силы четырехглавой мышцы бедра и подколенных мышц на низких, средних и высоких скоростях при проведении изокинетической динамометрии после проведения курса лечения. В исследуемой группе, где применялась комплексная методика коррекции, содержащая упражнения на стабилизацию пояснично-крестцового отдела позвоночника и нижней конечности, силовые показатели выше, чем в контрольной группе, где использовалась методика восстановления, включающая упражнения для тренировки мышц только нижней конечности. **Выводы:** применение для реабилитации спортсменов с пателлофemorальным болевым синдромом (ПФБС) комплексной методики коррекции позволяет по сравнению с традиционной методикой лечебной гимнастики: увеличить максимальную произвольную силу четырехглавой мышцы бедра, увеличить выносливость четырехглавой мышцы бедра, улучшить нейромышечные возможности четырехглавой мышцы бедра.

Ключевые слова: изокинетическая динамометрия; пателлофemorальный болевой синдром; спортсмены.

Для цитирования: Проорова Е.С., Арьков В.В. Показатели изокинетической динамометрии мышц бедра у спортсменов с пателлофemorальным болевым синдромом после применения комплексной методики коррекции // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 40-45. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.40.

Objective: to compare the strength of the hip muscles before and after a complex correction procedure for the neuromuscular apparatus of the lumbosacral spine and lower limb in athletes with patellofemoral pain syndrome. **Materials and methods:** 40 athletes 18-35 years old (mean age – 27 ± 6.5 years ($M \pm m$)) participated in a randomized control trial. Chondromalacia patellae confirmed by traumatologist was the inclusion criteria. **Methods:** isokinetic dynamometry. **Results:** an increase in the strength of the quadriceps muscle and the hamstring muscles at low, medium and high speeds of isokinetic dynamometry was registered after the course of treatment. The study group with exercises for stabilizing the lumbosacral spine and lower limb showed higher strength indices than the control group with exercises for training the muscles of lower limb alone. **Conclusions:** inclusion of complex correction procedure in the rehabilitation program for athletes with patellofemoral pain syndrome in comparison with the traditional

method of therapeutic gymnastics allows to increase the maximum arbitrary force and the endurance of the quadriceps, to improve the neuromuscular capabilities of the quadriceps.

Key words: isokinetic dynamometry; patellofemoral pain syndrome; athletes.

For citation: Prokhorova E.S., Arkov V.V. Indicators of isokinetic dynamometry of the hip muscles in athletes with patellofemoral pain syndrome after complex correction procedure. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):40-45. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.40.

Введение

На долю пателлофemorального болевого синдрома (ПФБС) приходится до 5,4% всей ортопедической патологии и около 25% всех заболеваний в спортивной медицине [1, 2]. Это состояние развивается вследствие разрушения хряща суставной поверхности надколенника с переходом дегенеративного процесса и на другие компоненты бедренно-надколенникового сочленения и без своевременного лечения приводит к пателлофemorальному артрозу. В литературе есть данные, что повреждение опорно-двигательного аппарата на любом уровне приводят к комплексным нарушениям на всех уровнях регуляции двигательной активности [2].

Актуальность

На сегодняшний день проблема ПФБС хорошо освещена, и доказана целесообразность его консервативного лечения, однако взаимовлияние нервно-мышечного аппарата тазово-поясничного комплекса и коленного сустава изучено недостаточно. По данным литературы [3], сочетанная дисфункция коленного сустава и пояснично-крестцового отдела позвоночника встречается примерно у 40% пациентов, что подтверждает необходимость разработки комплексной методики коррекции дисфункции мышц стабилизаторов тазово-поясничного комплекса для пациентов с ПФБС.

Физиологическим методом, позволяющим провести оценку скоростно-силовых характеристик нервно-мышечного аппарата на низких (0-60°/с), средних (60- 180°/с) и высоких (180-300°/с) угловых скоростях принято считать изокинетическую динамометрию [4]. При проведении тестирования сила сопротивления аппарата возрастает эквивалентно приложенной пациентом силе, позволяя оценить нейромышечные и проприорецептивные возможности спортсмена. Важным преимуществом данного метода является большое количество измеряемых параметров, в том числе и мощность четырехглавой мышцы бедра и подколенных мышц. Одна из задач реабилитационного процесса – максимально уменьшить асимметрию силы мышц между правой и левой нижней конечностью, а также асимметрию силы мышц сгибателей и разгибателей, которая является фактором, предрасполагающим к травматизму в спорте.

Цель исследования – сравнение силы мышц бедра до и после проведения комплексной методики коррекции нейромышечного аппарата пояснично-крестцового отдела позвоночника и нижней конечности у спортсменов с ПФБС.

Материалы и методы

В рамках исследования нами были обследованы 40 спортсменов игровых (футбол, волейбол, баскетбол) видов спорта с диагностированным ПФБС. Среди больных было 22 мужчины и 18 женщин в возрасте от 18 до 35 лет (средний возраст 27±6,5 лет). Были сформированы исследуемая и контрольная группы обследуемых по 20 человек в каждой. Методом последовательных номеров была проведена рандомизация. Каждому пациенту присваивался номер, являющийся случайным числом из таблицы случайных чисел. Затем эти номера ранжировали в порядке возрастания и в соответствии с выбранным правилом распределяли методы лечения - четные числа были отнесены к исследуемой группе, нечетные - к контрольной. Все пациенты участвовали в исследовании в амбулаторном порядке.

Критерием включения был установленный травматологом диагноз: М 22.4 Хондромалиция надколенника (синоним ПФБС по классификации МКБ-10). Диагноз устанавливался с учетом данных клинического обследования [5] и МРТ коленного сустава. Критериями исключения являлись наличие других патологий коленного сустава, в том числе повреждение менисков и связок сустава, органической патологии поясничного отдела позвоночника, в том числе повреждения межпозвоночных дисков, а также наличие других соматических заболеваний в стадии декомпенсации.

У всех пациентов была проведена изокинетическая динамометрия с использованием универсального динамометра Biodex 3 Pro (Biodex Inc., США), на угловых скоростях 60, 180 и 300°/с. Спортсмены выполняли сгибание и разгибание в коленном суставе с пораженной и интактной стороны. Анализировали процентное соотношение пикового вращающего момента к весу тела – ПВМ/ВТ (%), среднюю мощность (Вт), суммарное время достижения изокинетической скорости – время ускорения (м/с) сгибателей и разгибателей голени в зависимости от угловой скорости. Показатель ПВМ/ВТ (%) на угловой скорости 60°/с свидетельствует о максимальной силе данной мышечной группы и позволяет проводить сравнение с эталонными среднепопуляционными показателями. В свою очередь, показатель ПВМ/ВТ (%) на средней и высокой угловой скорости- 180, 300°/с отражает силовую выносливость данной мышечной группы.

Пациенты исследуемой и контрольной групп получали традиционную специализированную лечебную гимнастику, основной задачей которой являлось повышение силы и выносливости мышц нижней конечнос-

ти [6]. В исследуемой группе пациенты дополнительно выполняли специализированный комплекс лечебной гимнастики для тренировки мышц-стабилизаторов тазово-поясничного комплекса [7, 8]. Основное внимание в комплексной методике уделялось коррекции функциональной системы стабилизации: увеличению выносливости мышц тазового дна, косых и поперечной мышц живота, многораздельных мышц, средней и большой ягодичных мышц, а также проведению коррекции грудобрюшной диафрагмы и подвздошно-реберных мышц. Пациенты выполняли упражнения ежедневно. Через 21 день проводилось повторное обследование пациентов и оценка результатов. Дополнительно с целью обработки результатов, полученных до и после лечения, использовался пакет для статистической обработки данных IBM SPSS Statistics 19.0. Для выявления отличий использовался непараметрический критерий Уилкоксона, достоверными считались изменения при уровне значимости $p < 0,05$. Клиническое исследование и лечение проводилось на базе филиала №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ города Москвы, отделения физиотерапии и лечебной физкультуры. Научный руководитель: В.В. Арьков, заведующий отделением физиотерапии и лечебной физкультуры филиала №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ г. Москвы, врач ЛФК и спортивной медицины, профессор РАН, доктор медицинских наук.

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования после курса лечения выявили значительные отличия показателей изокINETической динамометрии четырехглавой мышцы и мышц-сгибателей голени пораженной конечности у спортсменов исследуемой и контрольной групп (табл. 1, 2). По показателям интактной ноги группы существенно не отличались.

В исследуемой группе показатель ПВМ/ВТ разгибателя голени (четырёхглавой мышцы бедра) на угловой скорости 60° в секунду до лечения составлял 165,53±47,92 %, после лечения увеличился до 206,56±37,11 % ($p < 0,05$). Показатель средней мощности разгибателя голени на

угловой скорости 60° в секунду до лечения равнялся 86,89±19,39 Вт, а после лечения составил 107,27±13,55 Вт ($p < 0,05$). Показатель времени ускорения разгибателя голени на угловой скорости 180° в секунду до лечения составлял 55,00±11,92 м/с, после лечения уменьшился до 43,50±11,37 м/с ($p < 0,05$) (рис. 1), что свидетельствует об улучшении нейромышечных возможностей четырехглавой мышцы бедра. Кроме того, на фоне проведения комплексной методики коррекции отмечается увеличение силы и выносливости четырехглавой мышцы бедра у пациентов исследуемой группы. На наш взгляд, это обусловлено, в первую очередь, купированием двух основных туннельных синдромов: подвздошно-бедренной нейропатии и синдрома грушевидной мышцы, развивающихся на фоне гипотонии мышц тазово-поясничного комплекса [9, 10]. Как известно, при подвздошно-бедренной нейропатии происходит ингибция четырехглавой мышцы бедра, а синдром грушевидной мышцы характеризуется ингибцией подколенных мышц.

У пациентов контрольной группы после проведения традиционной лечебной физкультуры в течение 21 дня статистически значимых изменений показателей средней мощности и времени ускорения разгибателя голени выявить не удалось. Однако, было отмечено увеличение показателя ПВМ/ВТ на угловой скорости 180° в секунду, который до лечения составлял 117,79±36,81 % и после лечения увеличился до 148,08±35,87 % ($p < 0,05$). Это позволяет говорить об улучшении выносливости четырехглавой мышцы бедра на фоне проводимого лечения.

Положительные изменения скоростно-силовых показателей мышц-сгибателей голени пораженной ноги были отмечены нами после проведения лечения как в исследуемой, так и в контрольной группах (табл. 2).

Отмечено изменение скоростно-силовых показателей мышц-сгибателей голени пораженной ноги в исследуемой и контрольной группах после лечения на угловых скоростях 60, 180° в секунду. Наибольшие отличия между исследуемой и контрольной группами наблюдались в показателе средней мощности на угловой скорости 60° в секунду. У пациентов исследуемой груп-

Таблица 1

Показатели изокINETической динамометрии четырехглавой мышцы бедра пораженной конечности у спортсменов исследуемой и контрольной групп (*-достоверные отличия, $p < 0,05$)

Table 1

Indicators of isokinetic dynamometry of the quadriceps femoris of the affected limb in athletes in the study and control groups (* - significant differences, $p < 0.05$)

Пораженная нога	ПВМ/ВТ 60° (%)	Средняя мощность 60° (Вт)	ПВМ/ВТ 180° (%)	Средняя мощность 180° (Вт)	Время ускорения 180° (м/с)
Исследуемая группа до	165,53±47,92	86,89±19,39	130,76±33,14	149,60±48,92	55,00±11,92
Исследуемая группа после	206,56*±37,11	107,27*±13,55	160,22*±29,44	185,42*±28,93	43,50*±11,37
Контрольная группа до	161,81±53,72	92,33±19,43	117,79±36,81	165,20±34,18	54,00±22,80
Контрольная группа после	163,72±34,65	93,19±21,51	148,08*±35,87	180,70±31,90	54,00±12,94

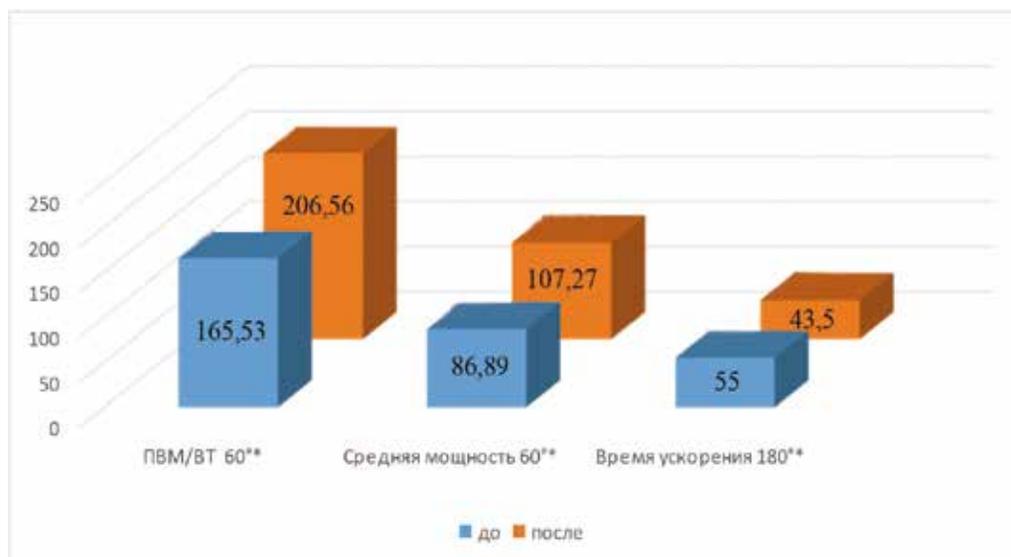


Рис. 1. Динамика показателей изокинетической динамометрии четырехглавой мышцы бедра пораженной конечности у пациентов исследуемой группы до и после лечения (* - достоверные отличия, $p < 0,05$)

Fig. 1. Dynamics of indices of isokinetic dynamometry of the quadriceps of the affected limb in patients from the study group before and after treatment (* - significant differences, $p < 0.05$)

Таблица 2

Показатели изокинетической динамометрии мышц-сгибателей голени пораженной конечности у спортсменов исследуемой и контрольной групп (*-достоверные отличия, $p < 0,05$)

Table 2

Indicators of isokinetic dynamometry of the hamstring muscles of the affected limb in athletes in the study and control groups (* - significant differences, $p < 0.05$)

Пораженная нога	ПВМ/ВТ 60° (%)	Средняя мощность 60° (Вт)	ПВМ/ВТ 180° (%)	Средняя мощность 180° (Вт)	Время ускорения 180° (м/с)
Исследуемая группа до	81,62±22,69	49,24±17,88	68,67±16,52	70,38±28,39	86,50±22,54
Исследуемая группа после	104,26*±26,16	71,15*±17,23	84,32*±20,57	94,53*±27,25	65,00*±23,06
Контрольная группа до	88,02±11,86	64,43±15,19	73,90±17,56	74,75±19,02	92,50±22,70
Контрольная группа после	98,05*±14,00	66,87±12,88	88,09*±15,27	107,57*±17,74	61,00*±16,80

пы до лечения показатель средней мощности на угловой скорости 60° в секунду равнялся 49,24±17,88 Вт и после лечения увеличился до 71,15±17,23 Вт ($p < 0,05$). В тоже время, у пациентов контрольной группы показатель средней мощности на угловой скорости 60° до лечения составлял 64,43±15,19 Вт, а после лечения увеличился незначительно и составил 66,87±12,88 Вт. Вместе с тем, мы предполагали достижение большего эффекта терапии у пациентов исследуемой группы за счет распространенного туннельного синдрома грушевидной мышцы, которая вызывает нейрогенную ингибицию подколенных мышц (рис. 2). Вероятный механизм увеличения силы подколенных мышц в контрольной группе обусловлен наличием в программе реабилитации упражнений для тренировки силы и выносливости большой ягодичной мышцы. Большая ягодичная мышца является основным стабилизатором крестцово-подвздошного сочленения и при ее хорошей функции уменьшается проявление син-

дрома грушевидной мышцы, что позволяет увеличить эффективность упражнений на подколенную группу мышц.

Полученные данные позволяют говорить о преимуществе комплексной методики коррекции: увеличение максимальной произвольной силы четырехглавой мышцы бедра и мышц-сгибателей голени, а также улучшение их силовой выносливости. Кроме того, применение комплексной методики коррекции оказывает положительное влияние на восстановление нейромышечных возможностей четырехглавой мышцы бедра и мышц-сгибателей голени, о чем свидетельствует снижение показателя времени ускорения.

Выводы

Применение для реабилитации спортсменов с ПФБС комплексной методики, основной задачей которой являлось увеличение выносливости и уменьшение асимме-



Рис. 2. Динамика показателей изокинетической динамометрии мышц-сгибателей голени пораженной конечности у пациентов исследуемой группы до и после лечения (* - достоверные изменения, $p < 0,05$)

Fig. 2. Dynamics of indices of isokinetic dynamometry of the hamstring muscles of the affected limb in patients from the study group before and after treatment (* - significant differences, $p < 0.05$)

трии мышц-стабилизаторов тазово-поясничного региона, позволяет по сравнению с традиционной методикой лечебной гимнастики:

1. увеличить максимальную произвольную силу четырехглавой мышцы бедра на 25% на угловой скорости 60° в секунду,

2. увеличить выносливость четырехглавой мышцы бедра на 23% на угловой скорости 180° в секунду,

3. улучшить нейромышечные возможности четырехглавой мышцы бедра на 26% на угловой скорости 180° в секунду.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Wilk KE, Davies GJ, Mangine RE, Malone TR. Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(5):307-22. DOI: 10.2519/JOSPT.1998.28.5.307

2. Arkov VV, Badtieva VA, Milenin ON, Ordzhonikidze ZG. The role of physiotherapy in the rehabilitation treatment of athletes at the Soshi OLYMPICS. *European Journal of Physical Education and Sport.* 2014;2(4):134-136. DOI: 10.13187/ISSN2310-0133

3. Balaban EI, Arkov VV, Badtieva VA. The use of instrumental physiotherapy at the XXII 2014 WINTER OLYMPIC GAMES IN Sochi. *European Journal of Physical Education and Sport.* 2014;2(4):152-153. DOI: 10.13187/ISSN2310-0133

4. Davies G, Ellenbecker T. Application of isokinetics in testing and rehabilitation. *Physical rehabilitation of the injured athlete.* Saunders. 2004. P. 216-240.

5. Dutton Mark. Dutton's Orthopedic Survival Guide: Managing Common Conditions. 1th ed. McGraw-Hill Education; 2011. ISBN: 9780071741255

6. Kisner C, Kolby L. Therapeutic exercise. 5th ed. Philadelphia: Davis Company (2007). Available at: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000272648.50929.70> (accessed 17 December 2016).

7. Гершбург М.И., Кузнецова Г.А. Кинезотерапия от боли в спине. Курс лечебной гимнастики для профилактики и лечения остеохондроза позвоночника. М.: Эксмо, 2012. 192 с. / Gershburg MI, Kuznetsova GA. Kinezoterapiya ot boli v spine. Kurs lechebnoi gimnastiki dlya profilaktiki i lecheniya osteokhondroza pozvonochnika. Moscow, Eksmo. 2012. 192 p. (in Russian).

8. J. Key. Back Pain: A Movement Problem. Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto (2010). Available at: <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-3079-6.00002-2> (accessed 20 December 2016).

9. Васильева Л.Ф. Травма суставов нижней конечности как результат нестабильности таза у спортсменов // Прикладная кинезиология в спорте. 2015. С. 4-15. / Vasilyeva LF. Travma sustavov nizhney konechnosti kak rezultat nestabilnosti taza u sportsmenov. *Prikladnaya kineziologiya v sporte.* 2015:4-15. (in Russian).

10. Васильева Л.Ф. Алгоритмы мануальной диагностики и мануальной терапии патобиомеханических изменений мышечно-скелетной системы // Учебное пособие. Новокузнецкий институт усовершенствования врачей. 1999. 116 с. / Vasilyeva LF. Algoritmy manualnoy diagnostiki i manualnoy terapii patobiomekhanicheskikh izmeneniy myshechno-skeletnoy sistemy. *Uchebnoe posobie. Novokuznetskiy institut usovershenstvovaniya vrachey.* 1999. 116 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Прохорова Елена Сергеевна – врач ЛФК отделения физиотерапии и лечебной физкультуры филиала №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗ г. Москвы

Адрес: 105120, Россия, г. Москва, Земляной вал, д. 53

Тел. (раб): +7 (495) 916-45-62

Тел. (моб): +7 (909) 905-38-12

E-mail: semalenas@yandex.ru.

Responsible for correspondence:

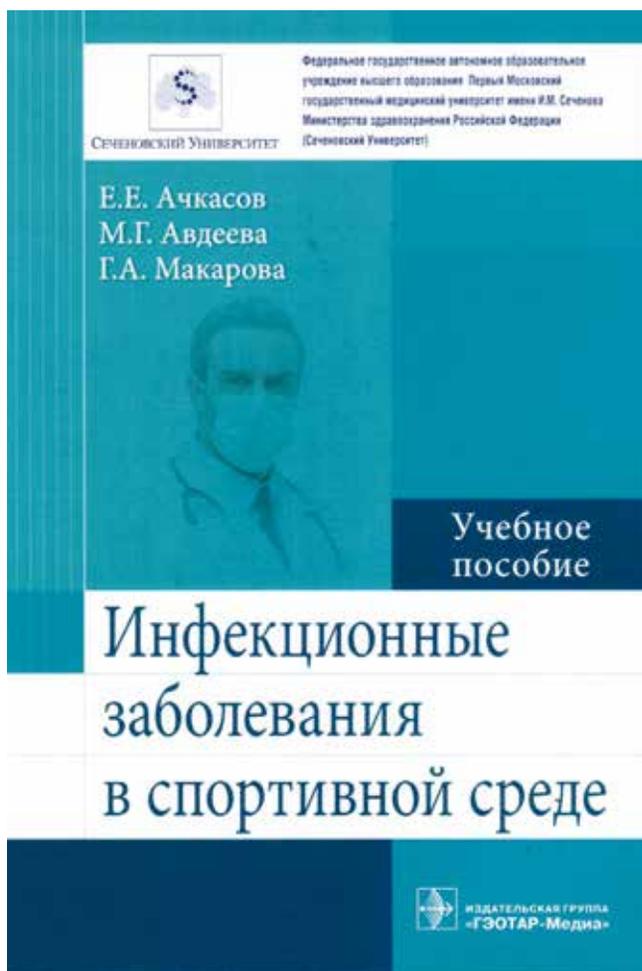
Elena Prokhorova – M.D, Doctor of Medical Physical Culture of the Department of Physiotherapy and Therapeutic Physical Training of the Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department of the Sport Medicine Clinique (branch №1)

Address: 53, Zemlyanoy Val, Moscow, Russia
Phone: +7 (495) 916-45-62
Mobile: +7 (909) 905-38-12
E-mail: semalenas@yandex.ru.

Дата направления статьи в редакцию: 18.01.2017
Received: 18 January 2017

Статья принята к печати: 29.01.2017
Accepted: 29 January 2017

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»



**Учебное пособие
Инфекционные заболевания в спортивной среде**

Е.Е. Ачкасов, М.Г. Авдеева, Г.А. Макарова

В учебном пособии изложены основы инфекционного процесса и принципы его терапии, причины и факторы риска развития инфекционных заболеваний у спортсменов, содержится актуальная информация о клинической картине и диагностике основных видов инфекционных заболеваний (вирусной и бактериальной этиологии, протозойные болезни), а также мерах их профилактики в спортивной среде. Рассмотрены особенности лечебно-диагностической тактики и профилактики инфекционных заболеваний кожи у занимающихся спортом. Изложены особенности допуска к занятиям спортом при инфекционных заболеваниях. Рассмотрен порядок проведения профилактических прививок и прививок по эпидемическим показаниям в рамках Национального календаря профилактических прививок, а также особенности вакцинации спортсменов при отдельных инфекциях и вакцинопрофилактики в спорте. Тестовые задания для самоконтроля уровня знаний с ответами на контрольные вопросы способствуют улучшению усвоения материала, изложенного в учебном пособии и рекомендуемой литературе.

Издание предназначено для обучающихся по программам подготовки кадров высшей квалификации – программам ординатуры по специальности «Лечебная физкультура и спортивная медицина», может быть полезно для врачей по спортивной медицине, инфекционистов, терапевтов и врачей смежных специальностей.

Книгу можно заказать на сайте Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа»: <http://www.geotar.ru>

Питание спортсменов сложнокоординационных видов спорта

Е. А. БУРЛЯЕВА, Д. Б. НИКИТЮК

ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии ФАНО России, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Бурляева Екатерина Александровна – заведующий консультативно-диагностической группой «Здоровое и спортивное питание», врач-терапевт ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии ФАНО России, к.м.н.

Никитюк Дмитрий Борисович – директор ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии ФАНО России, член-корреспондент РАН, проф., д.м.н.

Nutrition for athletes of complex coordination sports

E. A. BURLYAEVA, D. B. NIKITYUK

Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology of the FASO of Russia, Moscow, Russia

Information about the authors:

Ekaterina Burlyayeva – M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Consultative-Diagnostic Group of Healthy and Sports Nutrition, Therapist of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology of the Federal Agency for Scientific Organizations of Russia

Dmitriy Nikityuk – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology of the Federal Agency for Scientific Organizations of Russia

В обзоре литературы анализируются данные касающиеся питания спортсменов сложнокоординационных видов спорта. Рассмотрены некоторые аспекты метаболизма спортсменов этих видов спорта в соответствии со спецификой применяемых при подготовке спортсмена тренировочных и соревновательных нагрузок. Обсуждается влияние некоторых пищевых веществ, нацеленное на получение высокого результата от тренировочного процесса путем улучшения физической работоспособности человека, учитывая периоды работы спортсмена (подготовку к тренировке, тренировку, межтренировочный период). На основе анализа литературы даны рекомендации по пищевой и энергетической ценности рационов спортсменов сложнокоординационных видов спорта, по распределению пищевых веществ в зависимости от тренировочного процесса.

Ключевые слова: сложнокоординационные виды спорта; спортивное питание; потребность спортсмена в пищевых веществах.

Для цитирования: Бурляева Е.А., Никитюк Д.Б. Питание спортсменов сложнокоординационных видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 46-50. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.46.

Data on nutrition of athletes of complex coordination sports are analyzed in the review. Some aspects of the metabolism of athletes of these sports are considered in accordance with the specifics of training and competitive loads used in the preparation of an athlete. The influence of some nutrients is discussed in order to get a high result from the training process by improving the physical performance of a person, taking into account the periods of the athlete's work (preparation for training, training, period between training). Based on the analysis of the literature, recommendations on the food and energy value of rations of athletes in complex coordination sports as well as recommendations for the distribution of nutrients, depending on the training process are given.

Key words: complex coordination sports; sports nutrition; athlete's need for food substances.

For citation: Burlyayeva EA, Nikityuk DB. Nutrition for athletes of complex coordination sports. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):46-50. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.46.

Сложнокоординационные виды спорта (гимнастика, прыжки в воду, прыжки на батуте, стрельба стендовая, стрельба пулевая, стрельба из лука, синхронное плавание, парусный спорт, гребной слалом, конный спорт; зимние виды – фигурное катание, фристайл, бобслей, горнолыжный спорт, санный спорт, сноубординг, скелетон) характеризуются нагрузками разной интенсивности, сочетанием динамических и статических упражнений, требуют от спортсмена выносливости, большого напряжения, высокой концентрации внимания, хоро-

шей координации, ловкости, гибкости и высокой точностью выполнения элементов. Основное отличие спортсменов – поддержание сравнительно небольшой массы тела при низком проценте жировой ткани. Большое значение имеет соответствие калорийности рациона затрачиваемой энергии. В то же время, необходимо учитывать все потребности в макро- и микронутриентах организма испытывающего повышенные нагрузки [1]. Выраженное сокращение количества потребляемой пищи не обеспечивает адекватное энергопотребление,

что ведет к замедлению скорости обменных процессов в организме и недостаточному поступлению пищевых веществ. Существенная часть этих спортсменов представлена подростками, для которых потребности организма в пищевых веществах особенно высоки. Недостаточное потребление пищи и высокая интенсивность нагрузок может стать причиной аменореи, встречающейся у многих спортсменок [2]. Недостаточное потребление кальция приводит к нарушению развития костной ткани, увеличению риска развития раннего остеопороза. Недостаточное энергообеспечение и снижение количества потребляемых пищевых веществ могут не только оказывать отрицательное воздействие на здоровье спортсмена, но и снизить тренировочный эффект и спортивные показатели. Для оценки адекватности выбранного рациона необходим периодический контроль массы тела спортсмена. Кроме того, необходимо наблюдать в динамике состав тела при помощи биоимпедансометрии.

Во время тренировок спортсменов сложнокоординационных видов спорта среди механизмов энергообеспечения мышечной деятельности преобладают в основном анаэробные – гликогенолиз и гликолиз. Тренировки гимнастов и фигуристов высокого класса длятся по 3-4 часа, иногда по 2 раза в день, однако представляют собой серии коротких упражнений высокой интенсивности, чередующиеся с отдыхом, требуются быстрые резкие усилия мышечных волокон, у которых ограничены возможности сжигания жира при отсутствии кислорода. Этот фактор ограничивает использование гимнастами и фигуристами жирных кислот в качестве источника энергии при физической деятельности и ставит на первое место зависимость от креатинфосфата и углеводных источников энергии (глюкозы и гликогена) [3]. Именно поэтому в организации питания для спортсменов в скоростно-силовых видах спорта основной акцент делается на потребление продуктов с высоким содержанием белка и незаменимых аминокислот, в то время как для спортсменов, повышающих выносливость, более важным является потребление продуктов, богатых углеводами.

Среднесуточная калорийность питания спортсменов сложнокоординационных видов спорта должна составлять 58-68 ккал/кг массы тела [4, 5].

Углеводы являются основным источником энергии в сложнокоординационных видах спорта [6]. Чтобы восстановить оптимальные запасы гликогена в мышцах, содержание углеводов в пищевом рационе должно быть около 60-70% от общего потребления энергии (8,5-11,5 г/кг массы спортсмена). При этом рекомендуется основную массу углеводов (65-70% от общего количества) употреблять с пищей в виде полисахаридов, 25-30% должно приходиться на простые и легкоусвояемые углеводы (глюкоза, фруктоза) и до 5% – на пищевые волокна [3, 5, 7]. Перед выполнением кратковременной работы высокой интенсивности в рацион должны быть преимущественно включены простые углеводы (глюкоза, фруктоза) в легкоусвояемой форме (фруктовые

соки, специализированные напитки). Перед выполнением длительной работы переменной или умеренной интенсивности, наряду с простыми углеводами в рационе должны быть представлены и сложные. При употреблении углеводов, большая часть направляется на создание внутриклеточных запасов в форме гликогена, не востребованная часть выводится из организма через почки [8]. Именно поэтому спортсменам, испытывающим интенсивные тренировочные и соревновательные нагрузки, целесообразно наряду с приемом углеводов за завтраком, обедом и ужином распределять их на промежуточные приемы пищи в виде фруктов и фруктовых соков, шоколада, специально приготовленных углеводных напитков. Схемы потребления углеводов, ведущие к избыточному накоплению гликогена в тканях, неприемлемы в гимнастике в связи с тем, что в этом виде спорта особое место отводится гибкости, а на каждый грамм углеводных запасов задерживается 2,7 г воды, что не способствует проявлению этого физического качества. Спортсменам-гимнастам скорее можно рекомендовать высоко-углеводные рационы как базовое питание [3].

Жиры выполняют не только энергетическую функцию - они входят в состав клеточных мембран, гормонов и ферментов, катализирующих ключевые реакции обмена веществ в организме. Для сложнокоординационных видов спорта анаэробной направленности (спортивная и художественная гимнастика, прыжки в воду) жир не является основным источником энергии, его потребление необходимо снизить до 20-25% от суточной калорийности (1,5-1,75 г/кг массы в день) [5, 9, 10]. Для сложнокоординационных видов спорта аэробной направленности (стрелковый спорт, парусный спорт, конный спорт и т.д.) потребность в жирах составляет 25-30% от суточной калорийности (1,7-2,2 г/кг массы в день), так как в этих видах спорта жиры могут использоваться организмом спортсменов в качестве эффективных источников энергии [5, 10].

Диета с высоким содержанием жиров (от 25 до 45 г), применяемая за 1-4 часа до интенсивной тренировки, способствует большему использованию жиров и более экономному расходованию углеводов во время упражнения. Усиленному окислению жиров способствует предварительное введение L-карнитина (в дозе до 1-5 г), участвующего в транспорте жирных кислот через мембраны митохондрий [10-13]. Увеличению мобилизации жирных кислот из жировых депо при выполнении напряженной мышечной работы способствует потребление кофеина. Применение кофеина приводит к повышению спортивных результатов спортсменов во время интенсивных тренировок при потреблении в малых и средних дозах (3-6 мг/кг) и не приводит к улучшению результатов при потреблении в высоких дозах (≥ 9 мг/кг) [14]. Средние дозы кофеина (85-250 мг, что эквивалентно 1-3 чашкам кофе) оказывают тонизирующее действие, снижают усталость и улучшают мозговую активность. Высокие дозы (250-500 мг) могут вызывать

беспокойство, нервозность, бессонницу и тремор. В больших дозах кофеин может приводить к судорогам и нестабильности работы сердечно-сосудистой системы [15]. Следует учитывать, что по определению Международного олимпийского комитета употребление кофеина в больших количествах (>800 мг) рассматривается как допинг (запрещен только во время соревнований).

Белки являются основным строительным материалом организма, необходимы для построения пищеварительных ферментов, антител в системе иммунной защиты организма [16, 17]. Для удовлетворения суточной потребности необходимо включение в рацион разнообразных маложирных источников белка (мясо, рыба, молочные продукты) в количествах 2,0-2,4 г/кг массы тела спортсмена, что составляет 12-15% от суточной калорийности рациона [5, 7]. Для обеспечения поступления оптимального соотношения аминокислот, пища должна быть разнообразной и содержать белки животного и растительного происхождения. Однако в обычном рационе добиться оптимального соотношения аминокислот достаточно трудно, поэтому в питании спортсменов широко используются специализированные препараты и смеси. Проведенный анализ специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов, поступивших на исследование в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в 2007-2010 гг., свидетельствует об отсутствии среди них продуктов, официально заявляемых для спортсменов тех или иных видов спорта (в информации на этикетке обычно подчеркивается возможное влияние продукта на увеличение мышечной массы и силы) [18].

Особое внимание следует уделять вопросу адекватного потребления кальция и биологически активных веществ с хондропротекторными свойствами, например, хондроитин сульфат из хрящей рыб [19]. В рацион необходимо включать повышенные дозы витаминов С (120-160 мг) и В₁ (3,0-3,5 мг) [20, 21]. Для спортсменов, занимающихся стрельбой, в рацион дополнительно включают повышенные дозы витамина А – 3,5 мг (табл. 1), потребность в котором повышается в связи с увеличением функциональной нагрузки на зрительный анализатор [5, 7].

Потребление жидкости должно регулироваться таким образом, чтобы избежать обезвоживания и в то же время не допустить избыточного вымывания минеральных веществ с потом. Ориентировочные значения 2-2,5 литра в день, с учетом пищи [4, 5, 24].

Таким образом, для сложнокоординационных видов спорта анаэробной направленности (спортивная и художественная гимнастика, прыжки в воду) рекомендуется следующее соотношение в распределении получаемой с пищей энергии: 12-15% общей калорийности рациона должно приходиться на долю белков; 65-70% – углеводов; 20-25% – жиров.

Для сложнокоординационных видов спорта аэробной направленности (стрелковый спорт, парусный

спорт, конный спорт) потребность в жирах составляет 25-30 %, углеводов – 60-65% от суточной калорийности [25].

Питание перед тренировкой

Питание за 4-6 часов до тренировки должно быть представлено преимущественно сложными углеводами и жидкостью, так как это время необходимо для метаболизма углеводов и синтеза гликогена. За 1 час до тренировки предпочтительны продукты, содержащие простые углеводы (глюкоза, фруктоза) в легкоусвояемой форме (фруктовые соки, напитки). Если предполагается выполнение длительной работы переменной или умеренной интенсивности, наряду с простыми углеводами должны быть представлены и сложные, например, хлебцы или батончики для спортивного питания. Что касается питьевого режима, то обычно рекомендуют 115-235 мл жидкости в ходе последнего перед тренировкой перекуса [3].

Питание в ходе тренировки

Необходим короткий (10 мин) перерыв через 2-3 часа после начала тренировки для перекуса. Этот прием пищи может включать, к примеру, несколько хлебцев и небольшое количество напитка с глюкозо-электролитным раствором для поддержания уровня глюкозы в крови, а также, чтобы предотвратить обезвоживание. Потребление воды – 115-235 мл каждые 15-20 мин. [3].

Питание после тренировки

В течение первого часа после окончания тренировки наиболее благоприятный период для восстановления гликогена в мышцах. В это время спортсмену рекомендуется употребление преимущественно углеводной пищи и некоторое количество белковой (1г/кг углеводов и 0,5 г/кг протеина), энергетическая ценность, которой составляет примерно 200-400 ккал. Еще 200-300 ккал в основном за счет углеводов необходимо получить в течение последующих нескольких часов. Если прием пищи включает твердые продукты, употребление жидкости обязательно [3].

Заключение

Современный спорт ориентирован на максимальные результаты, часто достигаемые на пределе возможностей организма. Это обуславливает поиск новых методологических подходов диетологического сопровождения тренировочного и соревновательного процессов. Основной задачей питания является оптимальное и своевременное восполнение энергетических затрат, пластических и биологически активных веществ, расходуемых в процессе интенсивной мышечной деятельности, поэтому питание спортсменов должно быть не только сбалансированным по количеству пищевых веществ в рационе, но и иметь четко дифференцированную количественную характеристику в зависимости от вида спорта и этапа подготовки атлетов. Индивидуализированный подход, являясь комплексным, по сути, базируется на оценке

Таблица 1

Потребности спортсменов сложнокоординационных видов спорта в энергии и пищевых веществах [3-5, 7, 9, 22, 23]

Table 1

The needs of athletes is difficult-coordination sports in energy and nutrients [3-5, 7, 9, 22, 23]

Потребность в энергии и пищевых веществах	Гимнастика	Фигурное катание	Слалом и прыжки с трамплина	Конный спорт	Парусный спорт	Стрелковый спорт
Энергия, ккал/кг	58-66	59-66	64-67	60-66	62-68	60-67
Углеводы, г/кг	9,0-10,7	8,6-9,8	9,3-9,5	8,9-9,9	8,5-9,7	8,3-9,5
Жиры, г/кг	1,5-1,75	1,7-1,9	1,9-2,0	1,7-1,9	2,1-2,2	2,0-2,1
Белки, г/кг	2,0-2,3	2,1-2,4	2,1-2,3	2,1-2,3	2,2-2,4	2,2-2,4
С, мг	120-175	120-175	130-180	130-175	150-200	130-180
В ₁ , мг	2,5-3,5	2,5-3,5	2,6-3,5	2,7-3,0	3,1-3,6	2,6-3,5
В ₂ , мг	3,0-4,0	3,0-4,0	3,0-4,0	3,0-3,5	3,6-4,2	3,0-4,0
В ₃ , мг	16	16	15	15	15	15
В ₆ , мг	5-7	5-7	5-7	5-7	5-8	5-7
В ₉ , мкг	400-500	400-500	400-450	400-450	400-450	400-450
В ₁₂ , мкг	3-6	3-6	2-6	3-6	2-6	2-6
РР, мг	25-35	21-35	25-35	24-30	30-35	25-35
А, мг	2,25-3,0	2,0-3,0	3,5-4,0	2,0-2,7	2,8-3,7	3,5-4,0
Е, мг	15-30	15-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Кальций, г	1,2-1,7	1,0-1,4	1,0-1,4	1,05-1,4	1,2-2,2	1,0-1,4
Фосфор, г	1,3-1,9	1,25-1,75	1,25-1,75	1,25-1,75	1,5-2,75	1,25-1,75
Железо, мг	25-35	25-35	20-30	25-30	20-30	20-30
Магний, г	0,6-0,9	0,4-0,7	0,4-0,5	0,4-0,6	0,4-0,7	0,4-0,5
Калий, г	4,0-5,0	4,0-5,0	4,0-5,0	4,0-5,0	4,5-5,5	4,0-5,0

особенностей физического развития, поскольку именно они в значительной степени определяют своеобразие как адаптационного, так и реабилитационного потенциала после интенсивных нагрузок [26]. Для спортсменов сложнокоординационных видов спорта основу рациона должны составлять сложные углеводы. Квота жиров варьирует в зависимости от направленности этого вида спорта. Белковая составляющая рациона должна быть максимально разнообразной для обеспечения поступления оптимального соотношения аминокислот

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Гунина М., Гуменюк Р.С., Парфенок Н.С., Конончук Е.Н. Влияние коррекции гематологических показателей на физическую работоспособность спортсменов // Спортивная меди-

цина. 2009. №1-2. С. 11-16. / Gunina M, Gumenyuk PC, Parfenyuk NS, Kononchuk EN. Effect of hematological parameters correction on the physical capacity of athletes. Sportivnaya meditsina (Sports medicine). 2009;(1-2):11-16. (in Russian).

2. Loosli A. Ft. Reversing sport-relating iron and zinc deficiencies. Physician and Spots Medicine. 1993;21:70-78.

3. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации. М.: Советский спорт, 2007. 132 с. / Borisova OO. Nutrition of athletes: foreign experience and practical recommendations. Moscow, Sovetskiy sport, 2007. 132 p. (in Russian).

4. Олейник С.А. Спортивная фармакология и диетология. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. 256 с. / Oleynik SA. Sports pharmacology and dietology. Moscow, «I.D. Williams», 2008. 256 p. (in Russian).

5. Токаев Э.С., Мироедов Р.Ю., Некрасов Е.А., Хасанов А.А. Технология продуктов спортивного питания. М.: МГУПБ, 2010. 108 с. / Tokaev ES, Miriedov RYu, Nekrasov EA, Khasanov AA. Technology of sports nutrition products. Moscow, MGUPB, 2010. 107 p. (in Russian).

6. Воробьева В.М., Шатнюк Л.Н., Воробьева И.С., Михеева Г.А., Муравьева Н.Н., Зорина Е.Е., Никитюк Д.Б. Роль факторов питания при интенсивных физических нагрузках спортсменов // Вопросы питания. 2011. Т.80, №1. С. 70-77. / Vorobeve VM, Shatnyuk LN, Vorobeve IS, Miheeva GA, Muraveva NN, Zorina EE, Nikityuk DB. The role of nutritional factors

in cases of intense physical exertion of athletes. *Voprosi pitaniya (Problems of nutrition)*. 2011;80(1):70-77. (in Russian).

7. **Полиевский С.А.** Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов. М.: Физкультура и Спорт, 2005. 384 с. / Polievskiy SA. Fundamentals of individual and collective nutrition of athletes. Moscow, Fizkultura i Sport, 2005. 384 p. (in Russian).

8. **Stanly WC, Lopaschuk GD, Hall JL, McCormack JG.** Regulation of myocardial carbohydrate metabolism under normal and ischaemic conditions. Potential for pharmacological interventions. *Cardiovasc. Res.* 1997;33:234-247.

9. **Мартинчик А.Н., Маев И.В., Петухов А.Б.** Питание человека (основы нутрициологии). М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. 576 с. / Martinchik AN, Maev IV, Petuhov AB. Human nutrition (the basis of nutritiology). Moscow, GOU VUNMC MZ RF, 2002. 576 p. (in Russian).

10. **Розенблюм А.** Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми. Киев: Олимпийская литература, 2005. 535 с. / Rozenblym A. Nutrition athletes. Manual for professional work with physically trained people. Kiev, Olimpiyskaya literature, 2005. 535 p. (in Russian).

11. **Балыкова Л.А., Ивянский С.А., Пиксайкина О.А., Ефремова Ю.А.** Основание использования L-карнитина в спортивной медицине // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №1. С. 22-29. / Balykova LA, Ivyanskiy SA, Piksaykina OA, Efremova YuA. Rationale for the use of L-carnitine in sports medicine. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2011;(1):22-29. (in Russian).

12. **Brass E.P.** Supplemental carnitine and exercise. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000;72:618-623.

13. **Раджабкдиев Р.М., Коростелева М.М., Евстратова В.С., Никитюк Д.Б., Ханферьян Р.А.** L-карнитин: свойства и перспективы применения в спортивной практике // Вопросы питания. 2015. Т.84, №3. С. 4-9. / Radzhabkadiy RM, Korosteleva MM, Evstratova VS, Nikityuk DB, Khanferyan RA. L-carnitine: properties and prospects for use in sports practice. *Voprosi pitaniya (Problems of nutrition)*. 2015;84(3):4-9. (in Russian).

14. **Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, Taylor L, Willoughby D, Stout J, Graves BS, Wildman R, Ivy JL, Spano M, Smith AE, Antonio J.** International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2010;7(5):33-38.

15. **Yew D, Burns JA.** Caffeine Toxicity. *Medscape*. 2017;(3):28.

16. **Aartsma-Rus A, van Ommen GJ, Kaplan J.** Innovating therapies for muscle diseases. *Handbook of Clinical Neurology*. North-Holland Publisher. 2013;113:1497-1501.

17. **Arnold NH, Winter B.** Muscle differentiation: more complexity to the network of myogenic regulators. *Curr. Opin. Genet. Dev.* 1998;8(5):539-544.

18. **Зилова И.С., Никитюк Д.Б.** Анализ специализированных пищевых продуктов, предназначенных для питания спортсменов // Вопросы питания. 2011. Т.80, №2. С. 71-75. / Zilova IS, Nikityuk DB. Analysis of specialized food products for athletes. *Voprosi pitaniya (Problems of nutrition)*. 2011;80(2):71-75. (in Russian).

19. **Оглоблин Н.А., Спиричев В.Б., Батурич А.К.** О потреблении населением России кальция с пищей // Вопросы питания. 2005. Т.74, №5. С. 14-17. / Ogloblin NA, Spirichev VB, Baturin AK. About consumption by the population of Russia of calcium

with food. *Voprosi pitaniya (Problems of nutrition)*. 2005;74(5):14-17. (in Russian).

20. **Кукушкин Ю.Н.** Химические элементы в организме человека // Соросовский образовательный журнал. 1998. №5. С. 54-58. / Kukashkin YuN. Chemical elements in the human body. *Sorovskiy obrazovatelniy zhurnal (Sorovsky education journal)*. 1998;(5):54-58. (in Russian).

21. **Микроэлементы в питании человека:** докл. Комитета экспертов ВОЗ. М.: Медицина, 1975. 74 с. / *Micronutrients in human nutrition: report of the WHO Expert Committee*. Moscow, Meditsina, 1975. 74 p. (in Russian).

22. **MR 2.3.1.2432-08.** Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. / *MR 2.3.1.2432-08. Norms of physiological needs in energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation*. (in Russian).

23. **MR 2.3.1.1915-04.** Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. / *MR 2.3.1.1915-04. Recommended levels of consumption of food and biologically active substances*. (in Russian).

24. **Кулиненко О.С.** Фармакология спорта. М.: Советский спорт, 2001. 200 с. / Kulenkov OS. Pharmacology of sports. Moscow, Sovetskiy sport, 2001. 200 p. (in Russian).

25. **Волков Н.И., Олейников В.И.** Эргогенные эффекты спортивного питания. М.: Советский спорт, 2012. 100 с. / Volkov NI, Oleynikov VI. Ergogenic effects of sports nutrition. Moscow, Sovetskiy sport, 2012. 100 p. (in Russian).

26. **Тутельян В.А.** Использование метода комплексной антропометрии в клинической практике для оценки физического развития и пищевого статуса здорового и больного человека. М.: Арес, 2008. 47 с. / Tutelyan VA. Ispolzovanie metoda kompleksnoy antropometrii v klinicheskoy praktike dlya otsenki fizicheskogo razvitiya i pishchevogo statusa zdorovogo i bolnogo cheloveka. Moscow, Ares, 2008. 47 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Бурляева Екатерина Александровна – заведующий консультативно-диагностической группой «Здоровое и спортивное питание», врач-терапевт ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии ФАНО России, к.м.н.

Адрес: 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14

Тел. (раб): +7 (495) 698-53-46

Тел. (моб): +7 (964) 521-16-77

E-mail: dr.burlyeva@gmail.com

Responsible for correspondence:

Ekaterina Burlyeva – M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Consultative-Diagnostic Group of Healthy and Sports Nutrition, Therapist of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology of the Federal Agency for Scientific Organizations of Russia

Address: 2/14, Ustinskiy Passage, Moscow, Russia

Phone: +7 (495) 698-53-46

Mobile: +7 (964) 521-16-77

E-mail: dr.burlyeva@gmail.com

Дата направления статьи в редакцию: 11.01.2017

Received: 11 January 2017

Статья принята к печати: 23.01.2017

Accepted: 23 January 2017

Функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата у юных легкоатлетов как фактор риска его последующей травматизации

А. А. МАТИШЕВ, С. А. ЛОКТЕВ, Г. А. МАКАРОВА

ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма
Минспорта России, Краснодар, Россия

Сведения об авторах:

Матишев Андрей Алексеевич – заведующий лабораторией научно-информационного обеспечения и функциональной диагностики ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России

Локтев Станислав Андреевич – профессор кафедры теории и методики легкой атлетики ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России, д.п.н

Макарова Галина Александровна – главный специалист НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России, проф., д.м.н.

Functional disorders of musculoskeletal system and risk factors of related injuries in young track and field athletes

A. A. MATISHEV, S. A. LOKTEV, G. A. MAKAROVA

Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism, Krasnodar, Russia

Information about the authors:

Andrey Matishev – Head of the Laboratory of Functional Diagnostics, Scientific and Information Support of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Stanislav Loktev – D.Sc. (Education), Professor of the Department of Theory and Methodology of Track and Field Athletics of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Galina Makarova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Senior Specialist of the Research Institute of Physical Culture and Sports of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Цель исследования: выявление наиболее часто встречающихся у юных легкоатлетов внутренних факторов риска хронической и острой травматизации опорно-двигательного аппарата. **Материалы и методы:** в обследовании приняли участие 33 спортсмена-легкоатлета в возрасте от 11 до 17 лет, специализирующихся в беге, а также прыжках в длину. Регистрировались: разгибание, сгибание, пронация и супинация в голеностопном суставе, тонус мышц задней поверхности бедра и эластичность (гибкость) их сухожилий, тонус подвздошно-поясничной мышцы и прямой мышцы бедра, показатели цифровой фотометрической плантографии. **Результаты:** установлено, что у обследуемой группы юных легкоатлетов функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата по частоте встречаемости распределились следующим образом: нарушения степени разгибания в голеностопных суставах, повышенная супинация стопы, повышенная пронация стопы, вальгусное отклонение переднего отдела стопы, гипертонус мышц задней поверхности бедра, низкий уровень проприоцептивной чувствительности. Выявленные нарушения функционального состояния опорно-двигательного аппарата, и, в частности, нижних конечностей могут в дальнейшем явиться причиной различных проявлений хронической и острой травматизации опорно-двигательного аппарата. **Выводы:** биомеханическая база патологии опорно-двигательного аппарата у спортсменов, в частности бегунов на разные дистанции, закладывается в детском и подростковом спорте. Формирование системы профилактики хронического перенапряжения опорно-двигательного аппарата и его острой травматизации должно начинаться с первых шагов ребенка в избранном виде спорта в зависимости от эндогенных и экзогенных факторов риска.

Ключевые слова: юные легкоатлеты; функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата; хроническая травматизация опорно-двигательного аппарата.

Для цитирования: Матишев А.А., Локтев С.А., Макарова Г.А. Функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата у юных легкоатлетов как фактор риска его последующей травматизации // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 51-56. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.51.

Objective: to identify the most frequent internal risk factors for chronic and acute injuries of musculoskeletal system in young track and field athletes. **Materials and methods:** 33 track and field athletes (runners and long jumpers) aged from 11 to 17 years old were examined. Following parameters were assessed: ankle extension, flexion, pronation and supination; tonus of hamstring and flexibility of its tendons; tonus of iliopsoas muscle and rectus femoris; data from digital photometric plantography. **Results:** the following frequency of functional disorders of musculoskeletal system of the examined athletes was found: impairments of ankle extension degree, enhanced foot supination, enhanced foot pronation, forefoot valgus,

great tonus of hamstring, low proprioceptive sensibility. The identified functional disorders of musculoskeletal system (and lower limbs in particular) may result in its subsequent chronic and acute injuries. **Conclusions:** biomechanical basis for impairments of musculoskeletal system in athletes (including runners for different distances) is attributable to their sports activities in childhood and adolescence. Scope of measures preventing chronic overexertion and acute injuries of musculoskeletal system should be developed from the early start in particular sports and according to internal and external risk factors.

Key words: young track and field athletes; functional disorders of musculoskeletal system; chronic injuries of musculoskeletal system.

For citation: Matishev AA, Loktev SA, Makarova GA. Functional disorders of musculoskeletal system and risk factors of related injuries in young track and field athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):51-56. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.51.

Введение

Современные дети по состоянию здоровья, включая функциональные возможности различных органов и систем организма, в том числе опорно-двигательного аппарата, значительно хуже сверстников предыдущих поколений. По данным А.А. Баранова [1] количество детей, обучающихся в школе, с той или иной патологией опорно-двигательного аппарата неуклонно увеличивается, причем речь идет об увеличении не на проценты, а в разы. Наиболее серьезные негативные тенденции регистрируются в возрасте 15-17 лет, что необходимо иметь в виду при организации тренировочных занятий и соревновательной деятельности для этого возрастного диапазона.

Причем, по данным П.Г. Лопушанского и М. Гибадулина [2], почти у каждого третьего ребенка может быть диагностирована какая-либо ортопедическая проблема.

Кроме прогрессивно возрастающей частоты заболеваний опорно-двигательного аппарата у современных детей и подростков, следует иметь в виду, что многие из них имеют проявления дисплазии соединительной ткани, и, как следствие, предрасположенность к ортопедической патологии.

Необходимо также учитывать, что современные дети отличаются низким уровнем координационных возможностей и проприоцепции.

К сожалению, при прохождении первичного и ежегодного углубленных медицинских обследований тщательное тестирование функционального состояния опорно-двигательного аппарата (и это касается не только детского и юношеского, но также спорта высших достижений) не проводится. Из его многочисленных нарушений в медицинской карте спортсмена имеют место быть только два диагноза – сколиотическая осанка (которая часто неправильно называется сколиозом) и плоскостопие (как правило, без указания – продольное и/или поперечное, какова степень выраженности и т.п.).

Учитывая сказанное, нами были проведены специальные обследования, основной целью которых являлось выявление наиболее часто встречающихся у юных легкоатлетов внутренних факторов риска хронической и острой травматизации опорно-двигательного аппарата.

Настоящее научное исследование выполнено в соответствии с приказом Минспорта России от 17 декабря 2014 г. № 1040 «Об утверждении ФГБОУ ВПО «Кубан-

ский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) на 2015 и на плановый период 2016 и 2017 годов» по теме: «Педагогические факторы риска в системе внешних причин перенапряжения и острой травматизации опорно-двигательного аппарата в детском и юношеском спорте на примере легкой атлетики (прыжки, бег)».

Материалы и методы

В обследованиях приняли участие 33 спортсмена-легкоатлета:

- 17 бегунов, из них 12 спортсменов мужского пола, 5 – женского, средний возраст – $14,00 \pm 0,40$ лет, спортивный стаж – от 1 года до 5 лет, спортивный разряд: 1-3 юношеский – 7 человек, 2-3 взрослый – 10 человек;

- 16 прыгунов, из них 11 спортсменов мужского пола, 5 – женского, средний возраст – $14,44 \pm 0,41$ лет, спортивный стаж – от 1 года до 8 лет, спортивный разряд: КМС – 1 человек, 1-3 взрослый – 11 человек.

Определение разгибания, сгибания, пронации и супинации в голеностопном суставе производилось путем измерения соответствующих угловых параметров с применением цифрового угломера ProDigit Micro.

Для измерения тонуса мышц задней поверхности бедра и эластичности (гибкости) их сухожилий использовался тест с подъемом прямой ноги, рекомендованный [3]. Его описание выглядит следующим образом.

Обследуемый спортсмен лежит на кушетке на спине с руками, расположенными вдоль корпуса и выпрямленными ногами. Проводящий тестирование специалист поднимает измеряемую ногу, фиксируя выпрямленное колено. Максимальная амплитуда движения определяется при помощи цифрового угломера как угол между ногой и поверхностью опоры.

Для определения тонуса подвздошно-поясничной мышцы (ППМ) и прямой мышцы бедра (ПМБ) использовался тест Томаса с прямой свободной ногой (ППМ) и с согнутой в коленном суставе свободной ногой (ПМБ) [3]. Его описание выглядит следующим образом.

Исследуемый субъект садится на край процедурного стола или кушетки. Он крепко прижимает нетестируемое бедро руками как можно ближе к груди и опускается в положение «лежа на спине», максимально сгибая голову до касания подбородком грудины и сохраняя положение тазобедренного сустава нетестируемой ноги. Седалищный бугор должен быть расположен на самом краю кушетки.

С помощью цифрового угломера определяется угол тестируемого бедра по отношению к полу. Идентичные измерения производятся после пассивного сгибания в коленном суставе.

Определение показателей цифровой фотометрической плантографии проводилось с использованием ортопедического фотометрического электронно-оптического транспозиционного программно-диагностического комплекса «ПлантаВизор», программное обеспечение «Кастинг - Созвездие», версия клиническая 2012 года.

При проведении обследования оценивались зона контакта стоп с плоскостью опоры и положение заднего отдела стопы.

Определялись следующие показатели:

- коэффициент (форма) переднего отдела стопы (положение переднего отдела стопы относительно заднего);
- коэффициент поперечного уплощения (распластанности переднего отдела стопы);
- коэффициент продольного уплощения (по Годунову С.Ф.) [4];
- угол Шопарова сустава (латеральное отклонение среднего отдела стопы);
- угол отклонения первого пальца;
- угол отклонения заднего отдела стопы от вертикали;
- угол отклонения проксимального отдела оси голени от вертикали.

Результаты и их обсуждение

Перед проведением обследования 17 юным спортсменам было предложено отметить на схематичном изображении тела человека места локализации болевых ощущений и определить особенности болевого синдрома. Как показали полученные данные, только 4 из них (что составляет 23,2%) не предъявляли жалоб. У остальных 13, независимо от спортивного стажа, имели место жалобы на болевые ощущения различной локализации:

- нижняя часть спины – 6 человек (34,8%);
- правый и левый коленные суставы – 4 человека (23,2%);
- задняя поверхность правого бедра – 2 человека (11,6%);
- правый и левый голеностопные суставы – 2 человека (11,6%);
- правый коленный сустав – 1 человек (5,8%);
- наружные поверхности правого и левого бедер – 1 человек (5,8%);
- наружная поверхность правого бедра – 1 человек (5,8%);
- передняя поверхность правого и левого бедер – 1 человек (5,8%).

В целом, жалобы на боли в нижней части спины предъявили 6 человек (34,8%); в области бедер – 5 человек (29%); коленных суставов – 5 человек (29%); голеностопных суставов – 2 человека (11,6%). При этом 4 спортсмена отметили несколько (2-3) мест локализации болевых ощущений.

Что касается установленных у обследуемой группы юных легкоатлетов функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата, то они по частоте встречаемости распределились следующим образом:

- нарушения степени разгибания в голеностопных суставах;
- повышенная супинация стопы;
- повышенная пронация стопы;
- вальгусное отклонение переднего отдела стопы;
- гипертонус мышц задней поверхности бедра;
- низкий уровень проприоцептивной чувствительности.

Выявленные нарушения функционального состояния опорно-двигательного аппарата, и, в частности, нижних конечностей могут в дальнейшем явиться причиной различных проявлений хронической и острой травматизации опорно-двигательного аппарата.

Так, при ограниченном тыльном сгибании в голеностопном суставе могут возникать избыточная пронация в подтаранном суставе и «расплющивание» поперечного сустава предплюсны, чтобы использовать вращение в сагиттальной плоскости, связанное с тыльным сгибанием вокруг косой оси поперечного сустава предплюсны. У спортсменов с ограниченным тыльным сгибанием голеностопного сустава в результате преждевременного подъема пятки может наблюдаться также пружинистая походка. В этом случае вес тела преждевременно переносится на передний отдел стопы, что способствует получению травм подошвенного апоневроза, плюсневых костей и пальцев. Компенсаторные механизмы при ограниченном тыльном сгибании голеностопного сустава могут провоцировать растяжения связок и мышц стопы, тендинопатию ахиллова сухожилия, травмы икроножных мышц, боли в проекции суставной щели.

Что касается избыточной супинации, то здесь необходимо иметь в виду следующее: находящаяся в положении супинации стопа может обладать меньшей подвижностью. Это способствует снижению ее способности к амортизации и, как следствие, служит предпосылкой для развития стрессовых переломов большеберцовой, малоберцовой, пяточной и плюсневых костей (особенно четвертой и пятой плюсневых костей) [5]. Избыточная супинация считается также причиной поперечной неустойчивости стопы и голеностопного сустава. Это может быть связано с типом стопы, для которой характерен вальгус переднего отдела. В результате увеличивается частота травматизации связочно-сухожильного аппарата голеностопного сустава и стопы. В связи с повышенным боковым напряжением нижней конечности возрастает напряженность подвздошно-большеберцового тракта, что может приводить к развитию тендинита и бурсита в проекции латерального мышечка бедра, а также к возникновению триггерной точки в подколенной мышце.

Предпосылки для серьезных нарушений опорно-двигательного аппарата вызывает и избыточная прона-

ция. Комплекс подобных нарушений может быть сгруппирован следующим образом [5]:

- избыточная внутренняя ротация всей нижней конечности во время переноса веса, что, в свою очередь, увеличивает нагрузку на многочисленные структуры организма;

- увеличение силы реакции опоры на медиальный отдел стопы (это способствует развитию аномалий первого плюснефалангового сустава, включая экзостозы и вальгусную деформацию первого пальца стопы);

- повышенная нагрузка на средний продольный свод и увеличение напряжения на подошвенный апоневроз и мышцы подошвы (комплекс икроножных и камбаловидной мышц может осуществлять более длительное и более жесткое сокращение для обеспечения уменьшения ротации ноги и пронации ступни; в конечном итоге это может привести к тендинопатии ахиллова сухожилия и сухожилий мышц заднего костно-мышечного ложа (длинный сгибатель большого пальца, длинный сгибатель пальцев стопы и задняя большеберцовая мышца); перегрузка длинных мышц-сгибателей является причиной воспаления надкостницы большеберцовой кости, проявляющегося в виде боли в средней части голени;

- повышенная внутренняя ротация большеберцовой кости и создание условий для латерализации надколенника а также и дисбаланса четырехглавой мышцы – оба эти нарушения могут в свою очередь вызывать дисфункцию пателлофemorального сочленения (в результате внутренней ротации большеберцовой кости возникает изменение надколенного сухожилия, которые служат предпосылкой пателлярной тендинопатии; внутренняя ротация большеберцовой кости также способна приводить к напряженности мышц подвздошно-большеберцового тракта).

С нахождением стопы в неустойчивом состоянии избыточной пронации обычно связывают также стрессовые переломы:

а) плюсневых костей в результате неравномерного распределения веса и избыточного движения плюсневых костей при опускании переднего отдела стопы;

б) сесамовидных костей вследствие избыточной нагрузки на первый луч стопы на фоне латерализации сесамовидного комплекса;

в) малоберцовой кости (при пронации стопы во время фазы отталкивания действие перонеальных мышц направлено на стабилизацию продольного и поперечного сводов стопы; хронические перегрузки могут приводить к развитию стрессового перелома малоберцовой кости) [5].

Вальгус переднего отдела стопы, как известно [5], происходит при наружном повороте (эверсии) переднего отдела стопы в результате вращения заднего отдела стопы во фронтальной плоскости. Супинация осуществляется вдоль продольной оси поперечного сустава предплюсны, но ее обычно оказывается недостаточно для компенсации данной аномалии, и потому происходит супинация в подтаранном суставе.

Что касается возникновения гипертонуса отдельных мышц и мышечных групп у спортсменов, то он может носить как острый, так и кумулятивный характер. В первом случае его причинами являются:

- мышечная перегрузка;
- выполнение непривычных упражнений;
- выполнение тренировочных нагрузок без соответствующей разминки и растяжки;
- некорректное выполнение растяжки;
- нарушения биохимических параметров после напряженной мышечной деятельности;
- микротравматизация мышц;
- остро возникшие функциональные (т.е. обратимые) нарушения положения костей таза и позвоночника в разных плоскостях.

Причины гипертонусов кумулятивного характера могут быть сгруппированы следующим образом:

- мышечные дисбалансы;
- длительно сохраняющиеся нарушения положения костей таза и позвоночника в разных плоскостях;
- кумулятивно увеличивающиеся нарушения лимфооттока и, как следствие, появление кожно-фасциальных фиксаций;
- болезненные мышечные уплотнения и триггерные точки, возникающие в гипертонических мышцах и по типу порочного круга поддерживающие гипертоничность мышц;

- малые аномалии развития костного скелета и соединительной ткани (дисплазия соединительной ткани) – разная истинная длина нижних конечностей, уплощение поперечного и продольного сводов стопы и др. [6].

Следует заметить, что мышцы задней поверхности бедра относятся к группам мышц, наиболее часто находящихся в состоянии гипертонуса у спортсменов, специализирующихся в беге, и, в частности, в спринтерском беге. Здесь основной причиной является специфика мышечной деятельности. Вот почему удельный вес растяжений и надрывов двуглавой мышцы у спринтеров и бегунов с препятствиями очень высок. Кроме этого, необходимо иметь в виду возможность неравномерного развития мышц передней и задней поверхности бедра (мышечный дисбаланс). Причинами подобных дисбалансов могут быть:

- особенности основного спортивного упражнения;
- характер общеразвивающих и специальных упражнений, используемых в системе подготовки легкоатлетов, в том числе неправильное использование тренажеров, предшествующий вид спортивной деятельности и т.п.;
- некорректное выполнение отдельных упражнений.

Повышенный тонус мышц задней поверхности бедра и мышечный дисбаланс могут провоцировать у спортсменов тендинит сухожилия задней большеберцовой мышцы, бурсит вертельной сумки среднегодичной мышцы, растяжение и надрывы мышц задней поверхности бедра.

В отношении проприоцепции необходимо отметить следующее. Как известно, она обеспечивается нервными импульсами, поступающими из суставов, мышц, сухожилий, а также связанных с ними мягких тканей, и обрабатываемыми затем в центральной нервной системе в целях получения информации о положении, движении, вибрации и компрессии суставов [6]. Ухудшение передачи нервных импульсов (в том числе, связанное с физическими перегрузками тканей) от точки исходной

стимуляции на теле, в органе или суставном компоненте до совокупности связочно-сухожильно-мышечных комплексов, совершающих ответное действие, может приводить к нарушению равновесия и снижению координации, нарушению чувства ориентации в отношении положения сустава, ощущению «непослушности суставов» и изменению рефлексов при выполнении специфических или общих движений [6]. Это является одним из серьезных факторов риска травматизации опорно-двигательного аппарата.

Как показали полученные данные, между юными бегунами и юными прыгунами в длину в частоте выявления отдельных нарушений функционального состояния опорно-двигательного аппарата имеются существенные (больше 15%) различия – у первых число подобных нарушений по большинству позиций было отчетливо выше (таблица).

Подобные различия, на наш взгляд, могут быть обусловлены либо спецификой отбора, либо принципами организации занятий на начальном этапе подготовки с позиции выбора общеразвивающих и специальных упражнений, либо биомеханикой основного спортивно-упражнения при ранней специализации.

Несмотря на то, что подавляющее большинство детских тренеров отрицает наличие ранней специализации, выявленные различия достаточно убедительно свидетельствуют о ее наличии. В частности, если обратиться к данным В.Ф.Башкирова [7, 8], то он подчеркивает, что многочисленные хронические заболевания опорно-двигательного аппарата у бегунов на средние дистанции, составляющие 75% всей патологии, как правило, регистрируются на фоне хронических заболеваний стоп (продольное и поперечное плоскостопие, вальгусная деформация I пальца, осложненная молоткообразная деформация и подвывих II пальца стопы, деформирующие артрозы мелких суставов среднего отдела стопы). Все обнаруженные нами нарушения могут провоцировать именно данные патологии.

У прыгунов же в длину хронические заболевания опорно-двигательного аппарата на фоне повторных травм составляют всего 16% всей патологии.

Кроме этого, если обратиться к биомеханике бега, о чем уже было сказано выше, то здесь, несомненно, значительно больше факторов риска хронической травматизации опорно-двигательного аппарата.

Таблица

Частота выявления нарушений функционального состояния опорно-двигательного аппарата у юных бегунов и прыгунов

Table

The frequency of functional disorders of musculoskeletal system in young runners and jumpers

Характер нарушений	Бегуны		Прыгуны	
	Частота выявления справа, %	Частота выявления слева, %	Частота выявления справа, %	Частота выявления слева, %
Снижение степени разгибания в голеностопном суставе	76,47	70,59	18,75	18,75
Превышение степени сгибания в голеностопном суставе	58,82	64,70	18,75	12,50
Повышенная пронация	47,06	58,82	12,50	12,50
Повышенная супинация	58,82	58,82	31,25	31,25
Отчетливое повышение тонуса прямой мышцы бедра	11,77	29,41	12,25	25,00
Повышение тонуса мышц задней поверхности бедра	58,82	58,82	68,75	68,75
Стопа, передний отдел: отчетливое вальгусное отклонение	29,41	35,29	68,75	68,75
Стопа, средний отдел: выраженное вальгусное отклонение	5,88	5,88	12,50	12,50
Стопа, задний отдел: вальгусное отклонение от вертикали	76,47	11,78	25,00	12,50
Стопа, задний отдел: варусное отклонение от вертикали	0	11,76	6,25	6,25
Голень, проксимальный отдел: выраженное вальгусное отклонение оси от вертикали	29,41	11,76	37,50	12,50
Вальгусное отклонение первого пальца	11,76	11,76	12,50	6,25
Снижение проприоцепции при стоянии на одной ноге - глаза открыты (площадь эллипса)	70,58	58,82	50,00	37,50
Снижение проприоцепции при стоянии на одной ноге - глаза закрыты (площадь эллипса)	100	100	80	93,75

Спортсмены с выявленными нарушениями уже на начальном этапе спортивной подготовки нуждаются в использовании специальных комплексов упражнений, направленных на повышение проприоцепции, коррекцию стопы (вплоть до использования специальных ортезов в виде стелек) и устранение уже имеющих место мышечных дисбалансов, касающихся мышц передней и задней поверхности бедра.

Заключение

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что биомеханическая база патологии опорно-двигательного аппарата у спортсменов, в частности бегунов на разные дистанции, закладывается в детском и подростковом спорте. Исходя из этого, формирование системы профилактики хронического перенапряжения опорно-двигательного аппарата и его острой травматизации должно начинаться с первых шагов ребенка в избранном виде спорта в зависимости от эндогенных и экзогенных факторов риска. К первым, прежде всего, должны быть отнесены особенности функционального состояния опорно-двигательного аппарата и связанные с ними биомеханические нарушения, которые возникают при выполнении определенных движений и приводят к возникновению цепочки перегрузочных зон, многократно повышающих вероятность функциональных и структурных нарушений хронического и острого генеза. Экзогенные факторы риска – это в основном сугубо профессиональные, связанные со спецификой избранного вида спорта и традиционно используемые при подготовке представителей избранной спортивной специализации, упражнения.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. **Баранов А.А.** Здоровье детей в России: научные и организационные приоритеты // Российский педиатрический журнал. 1999. №4. С. 5-7. / Baranov AA. Zdorove detei v Rossii: nauchnye i organizatsionnye prioritety. Rossiiskii pediatricheskii zhurnal. 1999;(4):5-7. (in Russian).

2. **Лопушанский П.Г., Гибадуллин М.** Диагностика и комплексное лечение деформации позвоночника у детей в амбулаторных условиях // Научные труды II Международного конгресса вертеброневрологов. Казань, 1992. С. 65-66. /

Lopushanskiy PG, Gibadullin M. Diagnostika i kompleksnoe lechenie deformatsii pozvonochnika u detey v ambulatornykh usloviyakh (Nauchnye trudy II Mezhdunarodnogo kongressa vertebronevrologov), Kazan, 1992. P. 65-66. (in Russian).

3. **Winter EM, Jones AM, Davison RCR, Bromley PD, Mercer TH.** Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: the British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. Oxon: Routledge, UK, 2006. P. 9-120.

4. **Годунов С.Ф.** Плоская и полая деформация стопы: руководство по ортопедии и травматологии. М.: Медицина, 1968. С. 702-738. / Godunov S.F. Ploskaya i polaya deformatsiya stopy: rukovodstvo po ortopedii i travmatologii. Moscow, Meditsina, 1968. P. 702-738. (in Russian).

5. **Brukner P, Khan K.** Clinical Sports Medicine. Chapter 5. Biomechanics of Common Sporting Injuries. McGraw-Hill Professional, 2008. P. 40-77.

6. **Макарова Г.А., Локтев С.А.** Системный подход к профилактике травматизма в спорте: зарубежный опыт: реферативный сборник аннотированных переводов. Краснодар: КГУФКСТ, 2012. 82 с. / Makarova GA, Loktev SA. Sistemnyi podkhod k profilaktike travmatizma v sporte: zarubezhnyi opyt: referativnyi sbornik annotirovannykh perevodov. Krasnodar, KGUFKST, 2012. 82 p. (in Russian).

7. **Башкиров В.Ф.** Профилактика травм у спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1987. 176 с. / Bashkirov VF. Profilaktika travm u sportsmenov. Moscow, Fizkultura i sport, 1987. 176 p. (in Russian).

8. **Башкиров В.Ф., Грачев В.М., Сафонов В.Л.** Повреждения и заболевания опорно-двигательного аппарата у легкоатлетов. М.: Б.и., 1982. 48 с. / Bashkirov VF, Grachev VM, Safonov VL. Povrezhdeniya i zabolevaniya oporno-dvigatel'nogo apparata u legkoatletov. Moscow, B.i., 1982. 48 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Матишев Андрей Алексеевич – заведующий лабораторией научно-информационного обеспечения и функциональной диагностики ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России

Адрес: 350015, Россия, г. Краснодар, ул. Буденного, д. 161

Тел. (раб): +7 (861) 268-86-14

Тел. (моб): +7 (918) 467-28-33

E-mail: list070707@rambler.ru

Responsible for correspondence:

Andrey Matishev – Head of the Laboratory of Functional Diagnostics, Scientific and Information Support of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Address: 161, Budyonnogo St., Krasnodar, Russia

Phone: +7 (861) 268-86-14

Mobile: +7 (918) 467-28-33

E-mail: list070707@rambler.ru

Дата направления статьи в редакцию: 12.02.2017

Received: 12 February 2017

Статья принята к печати: 25.02.2017

Accepted: 25 February 2017

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.57

УДК: 611.71; 611.73; 611.74; 611.9

Показатели работоспособности паралимпийцев-лыжников с поражением опорно-двигательного аппарата, выступающих в категории «стоя»

^{1,2}И. В. ПАСТУХОВА, ³Л. В. САФОНОВ

¹ФГБУЗ Центр спортивной медицины ФМБА России, Москва, Россия

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ФГБУ Федеральный научный центр Физической культуры и спорта Минспорта России, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Пастухова Инна Викторовна – заведующий отделением спортивной медицины паралимпийских видов спорта ФГБУЗ ФНКЦСМ ФМБА России, доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), к.м.н

Сафонов Леонид Вячеславович – руководитель Центра разработки современных комбинированных восстановительных технологий в спорте высших достижений и спортивном резерве ФГБУ ФНЦ ВНИИФК Минспорта России, доцент, к.м.н

The performance of Para Nordic skiing athletes with physical impairments in the «standing» category

^{1,2}I. V. PASTUKHOVA, ³L. V. SAPHONOV

¹Federal Sports Medicine Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

³Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, Russia

Information about the authors:

Inna Pastukhova – M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Paralympic Sports Medicine Department of the Federal Sports Medicine Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Associate Professor of the Sports Medicine and Medical Rehabilitation Department of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Leonid Safonov – M.D., D.Sc. (Medicine), Associate Prof., Head of the Center of Innovative Technologies for Complex Support in High Performance Sports and Sport Reserve of the Science Center for Physical Culture and Sport

Цель исследования: анализ сдвигов показателей работоспособности паралимпийцев лыжников/биатлонистов с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА), в зависимости от периода подготовки, оценка эффективности восстановительного периода на основании полученных результатов. **Материалы и методы:** обследованы 11 лыжников-гонщиков/биатлонистов, членов сборной команды России в возрасте от 17 до 42 лет (средний возраст $29,5 \pm 2,6$ лет), выступающих в категории «стоя». У спортсменов, выступающих в категории «стоя» применяется ступенчато-повышающий тест для выполнения предельной мышечной работы до «отказа» на беговом тредбане HP Cosmos, с длительностью ступени 3 мин., мощностью нагрузки для мужчин и женщин – 100 - 150 - 200 - 250 и более Ватт, (скорость движения полотна 9,0 - 10,2 - 12,8 - 14,4 и т.д. км/ч), соответственно каждой ступени, угол подъема полотна – 1С. Прямой газоанализ осуществляется газоанализатором – Oхусон Pro (ERICH JAEGER GmbH, Германия). **Результаты:** в раннем предсоревновательном, предолимпийском периоде 2013 года, наблюдается ожидаемый рост мощностных характеристик выполнения теста, при этом незначительное снижение показателей, характеризующих аэробные и резервные возможности спортсменов, указывает на верно выстроенный тренировочный режим (из анамнестических данных известно, что в команде активно применяется метод нормирования тренировочных нагрузок с использованием комбинированной системы расчета индивидуальных пульсовых тренировочных зон), с соблюдением основных принципов повышения тренировочных нагрузок. При этом, анализ значений ФР восстановительного постолимпийского периода 2014 года указывает на значительное снижение общей продолжительности выполнения теста, более глубокое снижение резервных возможностей спортсменов, в сравнении с предсоревновательным периодом, отсутствие динамики в показателях, характеризующих аэробные возможности. Данные изменения указывают на неэффективность восстановительного постолимпийского периода 2014 года, несмотря на рост значений МПК, указывающий на имеющийся кумулятивный тренировочный эффект. **Выводы:** выявлены показатели, указывающие на недовосстановление лыжников-гонщиков, выступающих

в категории «стоя». Регистрируемый выраженный кумулятивный тренировочный эффект указывает на имеющийся потенциал лыжников/биатлонистов с ПОДА к развитию основополагающих характеристик в циклических видах спорта.

Ключевые слова: спортсмены-инвалиды; паралимпийцы; физическая работоспособность; выносливость; адаптация; периоды подготовки годичного цикла; поражение опорно-двигательного аппарата.

Для цитирования: Пастухова И.В., Сафонов Л.В. Показатели работоспособности паралимпийцев-лыжников с поражением опорно-двигательного аппарата, выступающих в категории «стоя» // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 57-64. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.57.

Objective: to analyze changes of health indicators of athletes with physical impairments in Para cross-country skiing and Para biathlon, depending on the period of training, and to evaluate the effectiveness of the recovery period on the basis of the results obtained. **Materials and methods:** 11 Para cross-country skiers and Para biathletes, members of the Russian national team (mean age of 29,5±2,6 years) of «standing» category were examined. The step-up test was used to perform the ultimate muscular work to «failure» on the running treadmill HP Cosmos. Duration of each stage was 3 min, the load capacity of men and women – 100W - 150W - 200W - 250W or more (web speed of 9.0 - 10.2 - 12.8 - 14.4 km/h and etc) at each stage, lifting blade angle – 1С. VO₂max was carried out by a gas analyzer – Oxycon Pro (ERICH JAEGER GmbH, Germany). **Results:** in the early precompetitive period of 2013 the expected growth of performance was observed. A decrease in the indexes of aerobic capacity of athletes indicated a correctly designed training schedule in accordance with basic principles of training loads increasing. The analysis of the recovery in the post-Paralympic period of 2014 showed a significant decrease in the overall duration of the test, a deeper decline in the functional reserves of athletes in comparison with the pre-competition period, and lack of dynamics in indicators characterizing aerobic capacity. These changes revealed an inefficiency of the recovery post-Paralympic period despite the increase in the VO₂max values. **Conclusions:** the identified indicators pointed at incomplete recovery of cross-country skiers and biathletes in the «standing» category. Registered pronounced cumulative training effect indicates the existing potential of cross-country skiers and biathletes with physical impairments to develop the fundamental characteristics of endurance sports.

Key words: athletes with disabilities; Paralympics; physical performance; endurance; adaptation; training period; physical impairments.

For citation: Pastukhova IV, Saphonov LV. The performance of Para Nordic skiing athletes with physical impairments in the «standing» category. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):57-64. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.57.

Актуальность

Изучение физической работоспособности (ФР) высококвалифицированных спортсменов, регулярно обсуждаемое на различных научных конференциях, имеет огромное теоретическое и прикладное значение, позволяющее получить информацию как о функциональных возможностях организма спортсмена при выполнении околопредельных физических нагрузок, так и о индивидуальных границах структурно-функциональных резервов организма, обеспечивающих спортивную деятельность [1]. Динамика изменения ФР спортсменов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности определяется не только спортивной специализацией и квалификацией спортсменов, но и периодами годичного цикла подготовки [2, 3].

Наблюдение за характером изменения ФР одних и тех же высококвалифицированных спортсменов в один и тот же период подготовки, но разделенной интервалом, равным примерно году показало, что в видах спорта, развивающих выносливость, величины, определяющие работоспособность, практически не изменяются. Это позволяет сделать вывод об определенных закономерностях структурно-функциональных изменений организма атлета, что является основой для текущей оценки и прогноза эффективности тренировочных мероприятий [4-6].

В литературе приводятся многочисленные данные, касающиеся информативности исследования динамики различных показателей, определяющих характер струк-

турно-функциональных изменений различных систем организма спортсмена в процессе тренировки [6-8], однако большинство авторов полагают, что одними из наиболее информативных показателей у спортсменов с преимущественным развитием выносливости, наряду с данными кардиогемодинамики, являются показатели ФР [8, 9].

По результатам ступенчато-повышающего теста с прямым газоанализом установлено, что в процессе годичного тренировочного цикла ФР у лыжников-гонщиков повышается в среднем на 17% [5]. Изучение динамики показателей ФР у спортсменов, развивающих выносливость, позволили выявить закономерность – показатели работоспособности высококвалифицированных спортсменов лишь незначительно изменяются в одном и том же периоде подготовки, в то время как с ростом тренированности показатели, обеспечивающие развитие этой характеристики, увеличиваются [9].

Таким образом, индивидуальная оценка динамики показателей работоспособности у спортсменов, деятельность которых требует развития общей выносливости, облегчает определение их физической подготовленности [7, 9]. Исходя из вышесказанного и с учетом особенностей периодов обследования спортсменов (осень – ранний предсоревновательный период, весна – конец восстановительного периода или ранний подготовительный), была сформулирована цель проведенного исследования.

Цель исследования

Провести анализ закономерностей изменения физической подготовленности спортсменов паралимпийцев

зимних видов спорта – лыжные гонки с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА), в зависимости от периода пред- и постолимпийской подготовки и оценить эффективность восстановительного периода на основании полученных результатов.

Задачи исследования

Провести внутригрупповой анализ (средние величины) показателей работоспособности спортсменов, тренирующих выносливость (лыжные гонки и биатлон с ПОДА), выступающих в категории «стоя», с целью выявления зависимости изменений показателей ФР в период пред- и постолимпийской подготовки.

Методы исследования

В отделении спортивной медицины паралимпийских видов спорта ЦСМ ФМБА России, для спортсменов с ПОДА (по гандикапной классификации LW 2 – 5/7), выступающих «стоя», для циклических видов спорта применяется ступенчато-повышающий тест для выполнения предельной мышечной работы до «отказа» на беговом тредбане HP Cosmos, с длительностью ступени 3 мин. (для достижения стабилизации регулируемых показателей), мощностью нагрузки для мужчин и женщин – 100 - 150 - 200 - 250 и более Ватт, (скорость движения полотна 9,0 - 10,2 - 12,8 - 14,4 и более км/ч), соответственно каждой ступени, угол подъема полотна – 1С.

Показатели газообмена измеряются на протяжении всего теста газоанализатором – Охусон Pro (ERICH JAEGER GmbH, Германия), и заканчиваются после отказа спортсмена от выполнения работы. ЭКГ регистрируется при помощи диагностической рабочей станции CARDIOVIT CS-200 (Schiller, Швейцария) на протяжении всего теста, и в течение 10 мин после окончания работы с целью определения текущего состояния сердечно-сосудистой системы и функциональных изменений в сердечной мышце в условиях максимальной мышечной нагрузки и периода восстановления. Анаэробный порог (АнП) определяется по динамике легочной вентиляции и соотношения вентиляционных эквивалентов. Кроме того, рассчитываются показатели, характеризующие эффективность деятельности окислительной энергетической системы (мощность анаэробного порога и способность организма к усвоению кислорода).

В целом, оценку ФР и функциональных возможностей основных систем энергообеспечения паралимпийца осуществляли на основе анализа показателей: Тр – время работы в тесте, мин; NАнП – мощность анаэробного порога, Вт; ПК АнП – потребление кислорода на уровне анаэробного порога, мл/мин/кг; МПК/кг – максимальное потребление кислорода, приведенное к единице веса спортсмена, мл/мин/кг; Nmax – предельная мощность, достигнутая в тесте Вт; (показатель мощности максимальной аэробной производительности); %АнП от МПК – процентное соотношение потребления кислорода на уровне анаэробного порога от максимального потребления кислорода теста.

Так как распределение данных не подчинялось нормальному распределению ($p > 0,2$, тест Колмогорова-Смирнова), то использовались методы непараметрической статистики:

1) для описания данных использовались такие параметры, как: медиана, минимальное и максимальные значения, 25% и 75% процентиля;

2) для оценки двух повторных внутригрупповых различий использовался тест согласованных пар Уилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

В исследовании рассматривали показатели работоспособности паралимпийцев сборных команд России по лыжным гонкам и биатлону с ПОДА. Показатели значений работоспособности взяты за двухгодичный период наблюдений с 2012 по 2014 годы. Годичный цикл наблюдений включал в себя два периода исследований, соответствующим двум разным периодам подготовки: раннему предсоревновательному периоду, в нашем исследовании он имел условное обозначение «осень» с указанием года исследования (осень 2012), и концу восстановительного периода или началу раннего подготовительного периода, в нашем исследовании имел условное обозначение «весна», с указанием года исследования (весна 2013).

У паралимпийцев, как и у обычных спортсменов, с более низкой квалификацией, можно ожидать значительные сдвиги в показателях работоспособности (как в сторону роста, так и в сторону снижения) на разных этапах подготовки, что объясняется продолжающимся формированием адаптационных механизмов к нагрузкам высокой интенсивности. Это делает их более уязвимыми при резком снижении или форсировании тренировочных нагрузок.

С целью анализа подобных сдвигов, нами были рассмотрены показатели работоспособности паралимпийцев-лыжников на четырех этапах исследований, когда проводилось тестирование спортсменов с целью определения уровня работоспособности.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ средних величин данных работоспособности спортсменов лыжных гонок и биатлона, выступающих в категории «стоя». Используя гандикапную классификацию, эта категория спортсменов относится, к группе LW 2 – 5/7 и выполняет нагрузочный тест на беговой дорожке.

В исследовании показателей работоспособности Сборной России по лыжным гонкам и биатлону с ПОДА выступающих по гандикапной классификации в категории «стоя» или LW 2 – 5/7, принимало участие 11 (100%) спортсменов, из них 2 (18,1%) женщины, 9 (81,9%) мужчин. В связи с малочисленностью группы женщин, данные их работоспособности включены в общий анализ всей команды.

Возраст обследованных спортсменов колебался в диапазоне от 17 до 42 лет, продолжительность занятий лыжными гонками: от 10 до 15 лет, квалификация спортсменов – 8 (72,7%) заслуженных мастеров спорта (ЗМС) и 3 (27,3%) спортсменов – мастеров спорта международного класса (МСМК).

Тестирование спортсменов проводится ежегодно, в октябре и в мае, т.е. в летне-осенний и весенний этап годового цикла подготовки соответственно. В октябре, когда количество тренировочных занятий скоростной направленности возрастает, и повышается интенсивность тренировочных нагрузок, и в мае, когда тренировочные нагрузки имеют минимальную интенсивность и объем, и направлены на поддержание достигнутого ранее уровня тренированности.

Необходимо отметить малочисленность группы лыжников, выступающих в категории «стоя», что затрудняет проведение статистического анализа. Поэтому нами в данной работе рассматриваются медианные значения, т.к. даже незначительные изменения их в любую сторону указывают на наличие тенденции либо к росту, либо к снижению показателей в целом. В таблице 1 приведен анализ средних величин продолжитель-

ности выполнения теста лыжников-гонщиков (категория «стоя»).

Результат сравнения показателей выявили следующие особенности: Осень 2012 – Осень 2013 – статистически достоверных различий нет ($p=0,093$), Весна 2013 – Весна 2014 – статистически достоверных различий нет ($p=0,65$).

Продолжительность выполнения теста – опосредованный показатель роста работоспособности, при анализе абсолютных медианных значений, наблюдается рост этого показателя на 3,6% в ранний предсоревновательный период 2013 года, в сравнении с аналогичным периодом 2012 года. В восстановительный период 2014 года наблюдается значительное снижение медианных значений, которое составило в сравнении с осенним периодом 2013 года – 11,2%, а в сравнении с аналогичным периодом подготовки 2013 года (весенний период) – 3,4%. Таким образом, показатель продолжительности выполнения теста опосредованно демонстрирует снижение уровня работоспособности вследствие значительного снижения тренировочных нагрузок в восстановительный период 2014 года.

Исследование динамики изменения мощности при достижении анаэробного порога (НАнП) достоверных

Таблица 1

Анализ средних величин продолжительности выполнения теста лыжников-гонщиков, выступающих в категории «стоя»

Table 1

Analysis of average values of duration of test performance of the skiers-racers acting in category of «standing»

	Тр (мин), Осень 2012	Тр (мин), Весна 2013	Тр (мин), Осень 2013	Тр (мин), Весна 2014
N	10	11	11	10
Медиана	9:09	8:67	9:43	8:37
Минимум	4:00	6:10	6:62	6:34
Максимум	10:80	11:26	12:16	12:26
25% Перцентиль	7:20	7:20	7:87	7:20
75% Перцентиль	10:67	10:69	11:41	9:46

Таблица 2

Динамика показателей потребления кислорода в момент наступления анаэробного порога у лыжников-гонщиков, соревнующихся в категории «стоя»

Table 2

Dynamics of indexes of oxygen consumption at the time of an anaerobic threshold in the skiers-racers acting in category of «standing»

	ПК АнП мл/мин;/кг, Осень 2012	ПК АнП мл/мин;/кг, Весна 2013	ПК АнП мл/мин;/кг, Осень 2013	ПК АнП мл/мин;/кг, Весна 2014
N	10	11	11	10
Медиана	54,4	52,9	52,8	52,7
Минимум	37,5	41,9	39,0	40,6
Максимум	62,5	67,5	61,5	71,4
25% Перцентиль	43,8	52,1	48,2	50,0
75% Перцентиль	57,6	61,6	57,7	62,5

различий не выявило (Осень 2012 – Осень 2013 – статистически достоверных различий нет ($p=0,2$), Весна 2013 – Весна 2014: статистически достоверных различий нет ($p=0,14$)). Однако анализ медианных значений показал, что показатели мощности в ранний предсоревновательный период 2013 года снизились незначительно, всего на 1,2%, что соответствует целям и задачам этапа предолимпийской подготовки, а в восстановительном периоде 2014 года, который соответствует восстановительному периоду после Паралимпиады, снизились почти в пять раз, на 5,2%. Мы интерпретируем подобное снижение мощностных значений, как показатель значительной растренированности команды вследствие чрезмерно длительного восстановительного периода и невыполнения спортсменами индивидуальных заданий главного тренера на восстановительный период.

В таблице 2 представлена динамика одного из важнейших показателей для спортсменов циклических видов спорта – потребление кислорода в момент наступления анаэробного порога.

Результат сравнения показателей: Осень 2012 – Осень 2013 – статистически достоверных различий нет ($p=0,44$), Весна 2013 – Весна 2014 – статистически достоверных различий нет ($p=0,96$).

Как и в исследовании предыдущего параметра, статистически достоверных различий в показателях ПК АНП не выявлено, но при анализе абсолютных медианных значений видно, что после восстановительного периода 2013 года этот показатель незначительно снизился и остался во все остальные периоды на тех же значениях. Это чрезвычайно важная тенденция говорит о сформированных адаптационных механизмах к нагрузкам высокой интенсивности, адекватной реакции спортсменов на нее при изменении направленности тренировочного цикла и опосредованно указывает на формирование кумулятивного тренировочного эффекта.

Это предположение подтверждается сохранением медианного значения ПК АНП восстановительного периода 2014 года на значениях раннего предсоревновательного периода предолимпийской подготовки, когда,

согласно анализу мощностных характеристик АНП, произошло значительное снижение физических нагрузок.

В таблице 3 представлены динамики изменения самого важного показателя работоспособности – максимальное потребление кислорода (МПК).

Результат сравнения показателей: Осень 2012 – Осень 2013 – статистически достоверных различий нет ($p=0,96$), Весна 2013 – Весна 2014 – статистически достоверных различий нет ($p=0,2$).

Также, как и при анализе предыдущих абсолютных медианных значений, выявлена явная тенденция в развитии кумулятивного тренировочного эффекта к восстановительному периоду 2014 года, которая проявлялась в виде повышения значений МПК на 3,57% по сравнению с аналогичным периодом 2013 года, и сохранялась в практически тех же значениях в сравнении с показателями раннего предсоревновательного периода 2013 года.

В таблице 4 показаны медианные значения предельной мощности, достигнутые лыжниками-гонщиками, выступающими в категории «стоя».

Это единственный показатель в группе, при анализе которого выявлены статистически достоверные различия в ранний предсоревновательный период 2013 года, что объясняется задачами, поставленными перед спортсменами в этом тренировочном цикле подготовки.

Результат сравнения показателей: Осень 2012 – Осень 2013 – статистически достоверное увеличение на 14% ($p=0,008$), Весна 2013 – Весна 2014 – статистически достоверных различий нет ($p=0,44$). В первую очередь это было связано с наращиванием мощностных характеристик, что подтверждают данные спортивного анамнеза, когда 100% исследуемых спортсменов данной группы указали скоростно-силовую подготовку как 80% всего тренировочного времени и оставили по 10% на тренировки восстановительного и объемного характера соответственно.

В таблице 5 представлена динамика изменения показателей, имеющие наиболее важное значение для спортсменов, тренирующих выносливость и являющихся

Таблица 3

Динамика значений МПК у лыжников, выступающих в категории «стоя»

Table 3

Dynamics of values of the maximal oxygen consumption of the skiers-racers acting in category of «standing»

	МПК, мл/мин/кг (Осень 2012)	МПК, мл/мин/кг (Весна 2013)	МПК, мл/мин/кг (Осень 2013)	МПК, мл/мин/кг (Весна 2014)
N	10	11	11	10
Медиана	63,35	59,30	62,50	61,50
Минимум	47,00	44,20	49,10	42,50
Максимум	71,20	73,20	68,20	75,80
25% Перцентиль	58,90	53,00	59,10	56,40
75% Перцентиль	68,20	68,50	66,10	72,30

маркером потенциальных возможностей к развитию выносливости, а также демонстрирующих резервные возможности спортсменов для дальнейшей работы скоростной и силовой направленности. Рост этого показателя имеет важное прогностическое значение для оценки физической работоспособности спортсмена.

Результат сравнения показателей: Осень 2012 – Осень 2013 – статистически достоверных различий нет ($p=0,95$), Весна 2013 – Весна 2014 – статистически достоверных различий нет ($p=0,38$). Как видно из представленных данных, статистически достоверных различий, как и при исследовании динамики изменения МПК и ПК АнП, не выявлено, однако при анализе абсолютных значений отмечено, что наибольшие значения процентного соотношения потребления кислорода от МПК приходилось на восстановительный период 2013 года и 2014 года, что объясняется характером подготовки в раннем предсоревновательном периоде.

Необходимо отметить, что высокие значения %АнП от МПК в восстановительном периоде позволяют наращивать тренировочные нагрузки без ущерба для здоровья и общего уровня физической подготовленности спортсмена и все спортсмены из исследуемой группы в

подготовительном и раннем соревновательном периоде обладали значительным потенциалом к развитию специальных возможностей.

Тем не менее, анализируя значения %АнП от МПК в восстановительном периоде 2014 года, выявлено снижение этого показателя в сравнении с аналогичным периодом 2013 года. Причем, эффективность восстановительного периода 2013 года была выше, т.к. рост % соотношения ПК АнП от МПК на этом этапе подготовки составил 7,6%, в то время как в восстановительном периоде 2014 года этот показатель увеличился на 6,2%. Снижение этого показателя в восстановительный период является негативным фактором и указывает на недовосстановление спортсменов в специально отведенный для этого период подготовки. Анализ причин такого явления становится важным.

Поскольку величина %АнП от МПК складывается из двух ранее исследованных величин, МПК и ПК АнП, то необходимо оценить за счет какого показателя снизилось процентное соотношение. Как ранее было выявлено при оценке абсолютных медианных значений, показатели ПК АнП в восстановительном периоде 2014 года не претерпели значительных изменений, как в сравне-

Таблица 4

Значения предельной мощности (N_{max}), достигнутой лыжниками-гонщиками, выступающими в категории «стоя»

Table 4

Values of the ultimate output (N_{max}) reached by the skiers-racers acting in category of «standing»

	N_{max} , Вт (Осень 2012)	N_{max} , Вт (Весна 2013)	N_{max} , Вт (Осень 2013)	N_{max} , Вт (Весна 2014)
N	10	11	11	10
Медиана	226,0	232,0	258,0	236,5
Минимум	159,0	185,0	203,0	205,0
Максимум	266,0	278,0	288,0	310,0
25% Перцентиль	206,0	203,0	224,0	223,0
75% Перцентиль	258,0	263,0	267,0	240,0

Таблица 5

Динамика значений процентного соотношения ПК АнП от МПК у лыжников, выступающих в категории «стоя»

Table 5

Dynamics of values of a percentage ratio of oxygen consumption during anaerobic threshold from the maximal oxygen consumption in skiers acting in category of «standing»

	%АнП от МПК (Осень 2012)	%АнП от МПК (Весна 2013)	%АнП от МПК (Осень 2013)	%АнП от МПК (Весна 2014)
N	10	11	11	10
Медиана	86,35	93,42	85,33	91,03
Минимум	68,65	71,45	77,70	78,20
Максимум	93,81	98,87	97,80	95,50
25% Перцентиль	79,62	88,46	79,73	87,11
75% Перцентиль	91,49	95,34	90,18	94,20

нии с аналогичным периодом 2013 года, так и в сравнении с показателями раннего предсоревновательного, предолимпийского периода подготовки. В то же время значения МПК в восстановительном периоде 2014 года увеличились на 3,5% в сравнении с аналогичным периодом 2013 года и незначительно, всего на 1,6%, снизились по сравнению с ранним предсоревновательным предолимпийским периодом. Таким образом, очевидно, что снижение основного показателя потенциальных возможностей исследуемой группы паралимпийцев снижено за счет повышения уровня МПК – основного показателя общей работоспособности, что отрицательно сказалось на динамике значений, демонстрирующих аэробную производительность исследуемой группы спортсменов. Полученные результаты, скорее всего, являются следствием неэффективного восстановления сразу после Паралимпиады.

Обсуждение

Обобщенные результаты исследования представлены в таблице 6, где приведены процентные значения, описывающие изменения показателей в сравнении с предыдущим аналогичным периодом подготовки.

Как видно из таблицы 6, к раннему предсоревновательному, предолимпийскому периоду 2013 года, наблюдается ожидаемый рост мощностных характеристик выполнения теста, при этом несущественное снижение показателей, характеризующих аэробные и резервные возможности спортсменов, указывает на верно выстроенный тренировочный режим (из анамнестических данных известно, что в команде активно применяется метод нормирования тренировочных нагрузок с использованием комбинированной системой расчета индивидуальных пульсовых тренировочных зон), с соблюдением основных принципов повышения тренировочных нагрузок. При этом, анализ значений ФР восстановительного пост - олимпийского периода 2014 года указывает на значительное снижение общей продолжительности выполнения теста, более глубокое снижение резервных возможностей спортсменов, в сравнении с предсоревновательным периодом, отсутствие динамики в показателях, характеризующих аэробные возможности. Данные изменения указывают на неэффективность восстановительного постолимпийского периода 2014 года, несмотря на рост значений МПК, указывающий на имеющийся кумулятивный тренировочный эффект.

Выводы

Лыжники-паралимпийцы, соревнующиеся в категории «стоя», имеют сопоставимые с обычными лыжниками тенденции роста показателей работоспособности, что подтверждается увеличением максимальных мощностных характеристик паралимпийцев в среднем на 14% в предолимпийском периоде подготовки 2013 года. Отсутствие значительных изменений в восстановительном периоде и увеличение основных показателей работоспособности в подготовительном и ран-

нем предсоревновательном периоде у паралимпийцев также подтверждает эту закономерность.

Основные показатели работоспособности, не претерпевают значительных колебаний за короткий период наблюдения, что согласуется с литературными данными и объясняется высоким уровнем квалификации спортсменов и указывает на сформированные механизмы адаптации к нагрузкам высокой интенсивности.

Выявленная тенденция к снижению %АнП от МПК в восстановительном периоде 2014 года свидетельствует о неоправданном увеличении длительности и снижении объема тренировочных нагрузок в восстановительном периоде 2014 года, что является недопустимым для высококвалифицированных спортсменов. Результаты исследований свидетельствовали о недовосстановлении лыжников-гонщиков, выступающих в категории «стоя» вследствие чрезмерно длительного переходного периода и отсутствия нагрузок восстановительного характера в этот период (равно как и нагрузок другого характера).

Проведенный анализ медианных значений показателей работоспособности паралимпийцев, соревнующиеся в категории «стоя», показал имеющийся у них кумулятивный тренировочный эффект, что дает основание ожидать прироста показателей работоспособности на последующих этапах в многолетней подготовке спортсменов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Фудин Н.А., Классина С.Я. Системный анализ спортивной деятельности человека на беговой дорожке при возрастающей по интенсивности физических нагрузках // Спортивная медицина: наука и практика. 2016. Т.6, №1. С. 5-9. / Fudin NA, Klassina SYa. Systems analysis of human sports activity on a treadmill with increasing intensity of exercises. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2016;6(1):5-9. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2016.1.5.

2. Солодков А.С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы ее коррекции (часть 2) // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2014. №4. С. 151-158. / Solodkov AS. Fizicheskaya rabotosposobnost sportsmenov i obshchie principy eyo korrektsii (chast 2). Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. 2014;(4):151-158. (in Russian).

3. Ландырь А.П., Добровольский О.Б., Султанова О.А., Лазарева И.А., Дятчина Г.В. Анализ значений частоты сердечных сокращений у спортсменов при тренировочной нагрузке в микроцикле (лекция) // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. №1. С. 31-35. / Landyr AP, Dobrovolskiy OB, Sultanova OA, Lazareva IA, Dyanchina GV. Heart rate analysis in

athletes during micro cycle training session (lecture). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2015;(1):31-35. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2015.1.31.

4. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Марков А.Л., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Расторгуев И.А., Черных А.А. Сравнение физиологических показателей и их реакций на физические нагрузки у лыжников-гонщиков и тхэквондистов // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. №2. С.33-38. / Solonin YuG, Boyko ER, Markov AL, Varlamova NG, Garnov IO, Loginova TP, Martynov NA, Chernykh AA. Comparison of the physiological indices and physical load responses in cross-country skiers and taekwondo practitioners. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2015;(2):33-38. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2015.2.33.

5. Жукова Л.Н., Левичева В.И., Марков Л.Н., Павлов В.С., Ромм Н.В. Динамические изменения показателей физической работоспособности у лыжников-гонщиков в годичном тренировочном цикле // Вопросы спортивной кардиологии. М., 1972. С. 52-54. / Zhukova LN, Levicheva VI, Markov LN, Pavlov VS, Romm NV. Dinamicheskie izmeneniya pokazateley fizicheskoy rabotosposobnosti u lyzhnikov-gonshnikov v godichnom trenirovochnom tsikle. Voprosy sportivnoy kardiologii. Moscow, 1972. P. 52-54. (in Russian).

6. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Медведев И.Б. Тесты с дозируемой физической нагрузкой в практике спортивной медицины. М.: Триада-Х, 2014. 172 с. / Landyrg AP, Achkasov EE, Medvedev I.B. Testy s doziruемой fizicheskoy nagruzkoy v praktike sportivnoy meditsiny. Moscow, Triada-X, 2014. 172 p. (in Russian).

7. Разинкин С.М., Самойлов А.С., Фомкин П.А., Петрова В.В., Киш А.А., Артамонова И.А. Методологический подход к оценке функциональных резервов спортсменов циклических видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2016. Т.6, №1 С. 26-34. / Razinkin SM, Samoylov AS, Fomkin PA, Petrova VV, Kish AA, Artamonova IA. Functional reserves assessment in endurance athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2016;6(1):26-34. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2016.1.21.

8. Макарова Г.А., Ачкасов Е.Е., Локтев С.А. Межсистемный анализ факторов риска как основа профессионально – ориентированной спортивной медицины спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2016. Т.6, №1. С. 106-111. / Makarova GA, Achkasov EE, Loktev SA. Intersystem analysis of

risk factors as a basis for professionally oriented sports medicine. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2016;6(1):106-111. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2016.1.106.

9. Пастухова И.В., Сафонов Л.В. Использование индивидуальных тренировочных пульсовых зон для предупреждения развития перетренированности у слэдж-хоккеистов // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. №4. С. 96-102. / Pastukhova IV, Safonov LV. The use of individual training pulse zones to prevent overtraining in sled-hockey players. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2015;(4):96-102. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2015.4.96.

Ответственный за переписку:

Пастухова Инна Викторовна – заведующий отделением спортивной медицины паралимпийских видов спорта ФГБУЗ ФНКЦСМ ФМБА России, доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), к.м.н

Адрес: 121059, Россия, г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5

Тел. (раб): +7 (499) 795 68 88

Тел. (моб): +7 (916) 591 00 76

E-mail: inna_ugarova@rambler.ru

Responsible for correspondence:

Inna Pastukhova – M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Paralympic Sports Medicine Department of the Federal Sports Medicine Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Associate Professor of the Sports Medicine and Medical Rehabilitation Department of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Address: 5, Bolshaya Dorogomilovskaya St., Moscow, Russia

Phone: +7 (499) 795 68 88

Mobile: +7 (916) 591 00 76

E-mail: inna_ugarova@rambler.ru

Дата направления статьи в редакцию: 15.12.2016

Received: 15 December 2016

Статья принята к печати: 12.01.2017

Accepted: 12 January 2017

Порог анаэробного обмена и его представление в системных категориях спортивной деятельности человека

С. Я. КЛАССИНА

ФГБНУ Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина
ФАНО России, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Классина Светлана Яковлевна – ведущий научный сотрудник лаборатории системных механизмов спортивной деятельности ФГБНУ НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина ФАНО России, к.б.н.

Anaerobic threshold and its representation in systemic categories of human sports activity

S. YA. KLASSINA

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

Information about the authors:

Svetlana Klassina – M.D., Ph.D. (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of Systemic Mechanisms of Sports Activity of the P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology

Цель исследования: системный анализ спортивной деятельности человека и определение порога анаэробного обмена в системных категориях деятельности. **Материалы и методы:** в обследовании приняли участие 10 мужчин-добровольцев в возрасте от 21 до 38 лет (средний возраст $29,3 \pm 3,4$), которым была предложена возрастающая по интенсивности ступенчато-дозированная физическая нагрузка на велоэргометре до отказа. Мощность первой ступени нагрузки составляла 60 Вт, а мощности последующих ступеней нагрузки последовательно увеличивались с шагом 20 Вт до отказа испытуемого. Длительность физической работы на каждой из ступеней нагрузки составляла 2 мин, а само нагрузочное тестирование велось на фоне постоянной скорости вращения педалей. Перед обследованием экспериментатор давал словесную инструкцию испытуемому, оценивал его уровень мотивации. В фоне и на каждой ступени нагрузки у испытуемых регистрировали частоту сердечных сокращений, частоту дыхания, артериальное давление, скорость вращения педалей велоэргометра. Расчетным путем оценивали вегетативный индекс Кердо, ударный объем крови и минутный объем кровообращения. Для системного анализ спортивной деятельности использовали концепцию системного квантования поведения К.В. Судакова. **Результаты:** показано, что ступень нагрузки 160 Вт является пороговой мощностью, на которой происходит смена механизма энергетического обмена с аэробного на анаэробный. Эта мощность оказалась самой оптимальной в плане достижения результата, когда на фоне максимальной «физиологической цены» достигался заданный этапный результат деятельности. В пользу этого свидетельствует минимизация индекса эффективности регуляции на этой ступени нагрузки. Полагаем, что в основе этого лежит оптимизация системной организации функций. **Выводы:** признаком порога анаэробного энергетического обмена является достижение заданного результата деятельности на фоне высокой «физиологической цены».

Ключевые слова: спорт; концепция системного квантования поведения, результат спортивной деятельности; «физиологическая цена» результата; системная организация функций.

Для цитирования: Классина С.Я. Порог анаэробного обмена и его представление в системных категориях спортивной деятельности человека // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 65-71. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.65.

Objective: system analysis of human sports activity and anaerobic threshold definition in the system activity categories. **Materials and methods:** 10 male volunteers participated in the study; they were offered a step-by-step graduated exercise on the veloergometer up to failure. The power of the first stage was 60 W, and the power of the subsequent stages was sequentially increased by 20 W until the subject failed. The duration of exercise was 2 min at each stage, and the pedaling speed was constant. Before the examination an experimenter gave a verbal instruction to the subject, assessed his level of motivation. Subject's heart rate, breathing rate, blood pressure and pedaling speed was recorded at the each stage. The vegetative index of Kerdo, stroke volume and cardiac minute volume was estimated by calculation. The concept of systemic quantization of behavior by K.V. Sudakov was used for a system analysis of sports activity. **Results:** the energy metabolism changed from aerobic to anaerobic at the stage of 160 W defined as threshold power. This power was the most optimal power when result could be achieved, because expected interim result was achieved in presence of maximum «physiological price». Minimizing of the index of regulator efficiency at this stage confirmed that fact. We believe that the basis is the optimization of

systemic organization of functions. **Conclusions:** a sign of the anaerobic threshold is the achievement of a result of sport activity in presence of high «physiological price».

Key words: sport; concept of systemic quantization of behavior; result of sport activity; «physiological price» of result; systemic organization of functions.

For citation: Klassina SYa. Anaerobic threshold and its representation in systemic categories of human sports activity. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):65-71. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.65.

Введение

Порог анаэробного обмена (ПАНО) – одна из ключевых характеристик спортивной деятельности, поскольку позволяет судить не только о смене механизма энергетического обмена, но и об уровне спортивной подготовки спортсмена. На практике определение ПАНО весьма трудоемко, поскольку требует биохимических исследований. Полагаем, что системный подход к анализу спортивной деятельности позволит представить ПАНО в системных категориях деятельности. К таковым могут быть отнесены системные физиологические показатели, несущие в сжатом виде информацию о поведенческой системе в целом.

Целью данного исследования является системный анализ спортивной деятельности человека и определение порога анаэробного обмена в системных категориях деятельности.

Материалы и методы

В обследовании приняли участие 10 мужчин-добровольцев в возрасте от 21 до 38 лет (средний возраст $29,3 \pm 3,4$), регулярно занимающихся физической культурой на любительском уровне (циклические виды спорта, занятия 1-2 раза в неделю). Всем им была предложена возрастающая по интенсивности ступенчато-дозированная физическая нагрузка на велоэргометре до отказа. Мощность первой ступени нагрузки составляла 60 Вт, а мощности последующих ступеней нагрузки последовательно увеличивались с шагом 20 Вт до отказа испытуемого. Длительность физической работы на каждой из ступеней нагрузки составляла 2 мин, а само нагрузочное тестирование велось на фоне постоянной скорости вращения педалей – 7 км/час. Перед обследованием экспериментатор давал словесную инструкцию испытуемому, далее контролировал функциональное состояние испытуемого и поддержание заданной скорости вращения педалей – 7 км/час.

Для проведения исследований был выбран велоэргометр «SportsArt 5005», а само нагрузочное тестирование велось под контролем ЭКГ-графии (1 отведение) и пневмографии с использованием компьютерного комплекса «Поли-Спектр-8» («Нейрософт», Россия). Это позволило оценить частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и частоту дыхания (ЧД, 1/мин), а также на основе опроса испытуемого оценить субъективное самочувствие (sam, баллы) в пятибалльной шкале на каждой из ступеней нагрузки. Те же показатели регистрировались у испытуемых в исходном (фоновом) состоянии. Кроме

того, на каждой ступени нагрузки оценивали скорость вращения педалей велоэргометра (V, км/час, прибор «SIGMA – bc-509», Германия), датчик которого крепился к педали велоэргометра.

Артериальное давление (АД) измеряли в исходном состоянии, и на его основе расчетным путем оценивали вегетативный индекс Кердо (vik, %) [1], ударный объем крови (УОК, мл) и минутный объем кровообращения (МОК, л/мин) [2]. Оценку уровня мотивации проводили на основе психологической шкалы оценки потребности достижения [3].

Методологической основой системного анализа являлась концепция системного квантования поведения, в соответствии с которой любая деятельность может быть представлена как последовательность системных поведенческих единиц – системоквантов [4]. На рисунке 1 представлена схема спортивной деятельности испытуемого на основе системного квантования поведения.

Конечным результатом деятельности испытуемого являлось выполнение физической работы до отказа (Ротказа). Достижение испытуемым конечного результата происходило поэтапно – от ступени к ступени, причем на каждой ступени экспериментатор словесно инструктировал испытуемого.

Под этапным результатом понимали выполнение физической работы на каждой ступени нагрузки в течение 2-х минут на фоне поддержания постоянной скорости вращения педалей – 7 км/час. Параметром этапного результата являлось отклонение фактической скорости вращения педалей (V, км/час) от скорости заданной экспериментатором. Расчет количественной оценки параметра этапного результата (ΔV , км/час) производили по формуле: $\Delta V = V - 7$ (км/час).

«Физиологическая цена» этапного результата рассчитывалась как:

$$\rho, \% = \sqrt{\sigma_{\text{чсс}}^2 + \sigma_{\text{чд}}^2},$$

где $\sigma_{\text{чсс}} = 100\% * (\text{ЧСС}_i - \text{ЧСС}_{\text{фон}}) / \text{ЧСС}_{\text{фон}}$; $\sigma_{\text{чд}} = 100\% * (\text{ЧД}_i - \text{ЧД}_{\text{фон}}) / \text{ЧД}_{\text{фон}}$; Показатели $\sigma_{\text{чсс}}$, % и $\sigma_{\text{чд}}$, % – сдвиги ЧСС и ЧД относительно фонового уровня.

«Физиологическая цена» ($\rho, \%$) – это обобщенная мера перестроек вегетативных функций в процессе достижения этапного результата [5].

Статистическая обработка полученного материала проводилась с использованием непараметрических критериев. Достоверность различия одноименных показа-

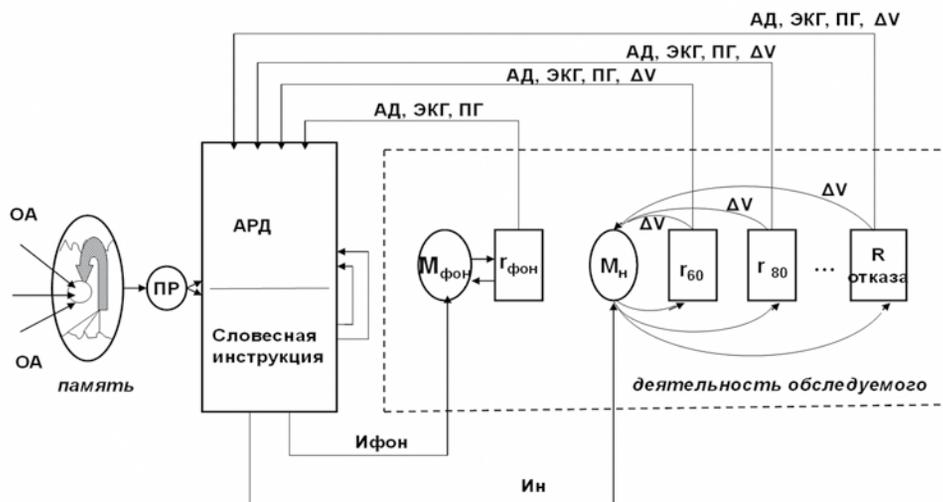


Рис. 1. Схема спортивной деятельности испытуемого на основе системного квантования поведения. Обозначения: АРД – акцептор результата действия, И – инструкция, М – мотивация, г- этапные результаты и их параметры ΔV , Rотказа – конечный результат
 Pic. 1. Scheme of the sports activities of a subject on the basis of system quantization of behavior. Legend: AAR – acceptor of action results, I - instruction, M – motivation, the r - stage results and their parameters ΔV , R failure – the end result

телей осуществлялась на основе критерия Вилкоксона. Все обследуемые были проинформированы о характере предлагаемого эксперимента и дали письменное согласие на участие в исследованиях. Программа эксперимента была одобрена Комиссией по биомедицинской этике НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина.

Результаты исследования и их обсуждение

Любая деятельность человека, и спортивная в частности, носит активный и целенаправленный характер. Тот факт, что результат деятельности находится вне организма человека, позволяет говорить о деятельности как о системе «организм-среда» и оценивать ее с системных позиций. Полагаем, что наилучшим инструментом изучения целостных биологических систем является теория функциональных систем П.К. Анохина [6]. В ее развитие К.В. Судаковым была выдвинута концепция о системном квантовании поведения. В соответствии с ней системокванты поведения (или деятельности) обладают всеми чертами функциональной системы и направлены на достижение полезного приспособительного результата. [4].

В работе с испытуемыми экспериментатор использовал словесное инструктирование. В результате такого рода инструктирования у испытуемого формировалась не только мотивация к деятельности, но и закладывалась в АРД информационная энграмма самой деятельности, с которой на основе обратной афферентации постоянно сравнивались реально достигаемые результаты. При этом в роли подкрепления здесь выступало «слово». С учетом сказанного попытаемся провести описание спортивной деятельности в системных категориях: мотивация, результат и его «физиологическая цена», системная организация функций в системокванте.

Мотивация определяет деятельность, поскольку

оказывает решающую роль на структуру деятельности и ее вегетативное обеспечение. В этом смысле системоквант деятельности испытуемого имеет внешний и внутренний контуры регуляции, которые объединены в одну саморегулирующуюся систему, направленную на достижение результата (рис. 2). Причем внешний контур включает в себя поведенческие регуляторные механизмы, в основе функционирования которых лежит двигательная и сенсорная деятельности спортсмена, а внутренний контур представлен механизмами вегетативного обеспечения деятельности, перестройки в которых позволяют количественно оценить «физиологическую цену» достигнутого результата. Отсюда следует, что именно оптимальное «сопряжение» механизмов регуляции внешнего и внутреннего контуров обеспечивает достижение результата деятельности.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что наши испытуемые исходно имели средний



Рис. 2. Схема сопряжения внешнего и внутреннего контуров системокванта
 Pic. 2. The scheme of interaction of external and internal contours of the systemic quantum

уровень мотивации, который составил $12,0 \pm 0,4$ балла, а средние значения параметров этапных результатов и их «физиологической цены» представлены в таблице 1.

Динамика системных показателей более наглядно представлена на рис. 3.

Видно, что по мере увеличения мощности нагрузки (до 160 Вт) точность выполнения инструкций экспериментатора по поддержанию скорости вращения педалей велоэргометра ($V=7$ км/час) повышается, что выражается в снижении параметров этапных результатов, однако «физиологическая цена» этой работы, наоборот, повышается. Заметим, что «физиологическая цена» результа-

та становится наибольшей на ступени нагрузки 160 Вт, т.е. в момент минимизации параметра результата. Далее по мере увеличения мощности нагрузки параметр результата повышается, а «физиологическая цена» проявляет тенденцию к снижению. Последнее может быть истолковано как снижение эффективности деятельности.

В свете сказанного, целесообразно дать количественную оценку эффективности работы механизмов регуляции, направленных на обеспечение деятельности испытуемого на каждой из ступеней нагрузки. Введем индекс эффективности регуляции (ЭР), который прямо пропорционален полученному этапному результату и обратно пропорционален его «физиологической цене»

Таблица 1

Средние значения этапных параметров результата (ΔV , км/час) и их «физиологической цены» (ρ ,%) при различной интенсивности физической нагрузки (N, Вт)

Table 1

The average values of the step parameters of the result (ΔV , km/h) and their «physiological rates» (ρ ,%) at different intensity of physical activity (N, W)

N,Вт	60	80	100	120	140	160	180	200
ΔV (км/час)	$3,0 \pm 0,8$	$2,0 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,4$	$1,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,5$	$2,5 \pm 0,6$	$3,1 \pm 0,2$
ρ ,%	$40,9 \pm 3,5$	$41,5 \pm 4,5$	$55,8 \pm 5,4^*$	$63,0 \pm 5,8$	$83,2 \pm 5,8^*$	$106,8 \pm 8,3^*$	$104,5 \pm 8,2$	$94,2 \pm 22,6$

Обозначения: * - $p < 0,05$ по отношению к мощности предыдущей ступени нагрузки.

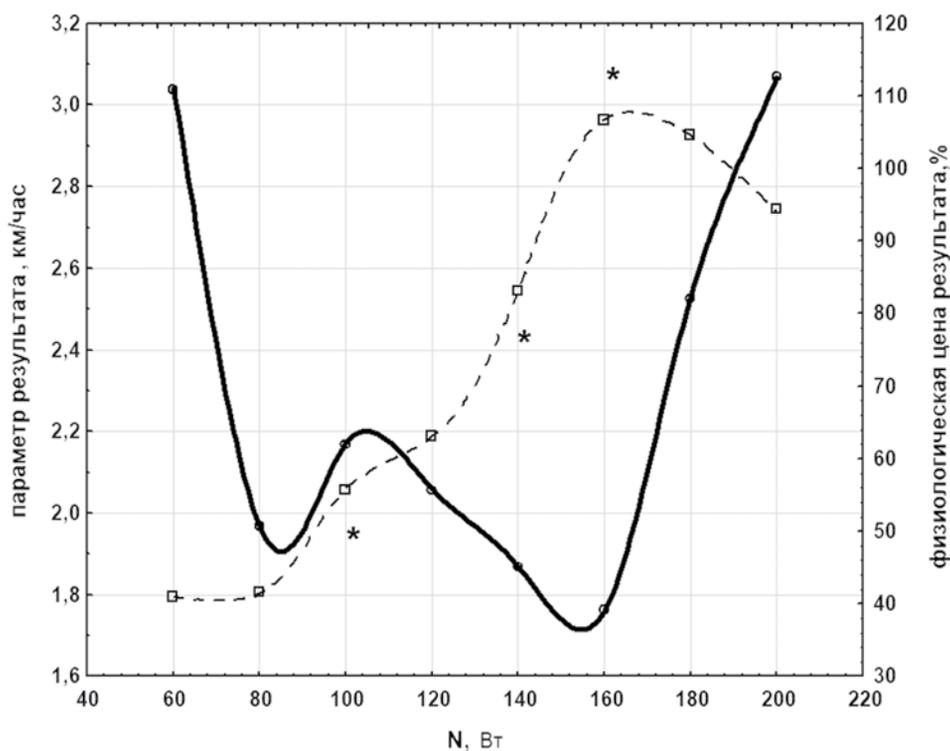


Рис. 3. Динамика параметра результата (ΔV , левая ось, сплошная линия) и его «физиологической цены» (ρ , правая ось, пунктирная линия) по мере ступенчатого увеличения интенсивности нагрузки (N, Вт). Обозначения: * - $p < 0,05$ –уровень значимости по отношению к предыдущей ступени

Fig. 3. The dynamics of the result parameter (ΔV , left axis, solid line) and its «physiological price» (ρ , right axis, dashed line) as a step increase in load intensity (N, W). Designations: * - $p < 0,05$ –level of significance in relation to the previous stage

$$\text{ЭР} = (\Delta V) / (\rho, \%)$$

Смысл индекса ЭР состоит в том, что он позволяет количественно оценить эффективность работы регуляторных механизмов, направленных сопряжение внешнего и внутреннего контуров системокванта (рис. 2). Заметим, что, чем меньше параметр результата, тем ближе этапный результат к заданному, а сформировавшаяся при этом системная организация функций в системокванте наиболее оптимальна его достижению. Следовательно, чем меньше ЭР, тем эффективнее спортивная деятельность, тем выше системная организация функций в процессе достижения заданного результата. Оценим эффективность работы регуляторных механизмов (ЭР) на каждой из ступеней нагрузки (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения эффективности работы регуляторных механизмов (ЭРМ) на различных ступенях физической нагрузки (N,Вт)

Table 2

The average values of the effectiveness of regulatory mechanisms (ERM) at various levels of physical activity (N,W)

N, Вт	M±m
60	0,076±0,018
80	0,077±0,034
100	0,040±0,005
120	0,035±0,007
140	0,024±0,003 p<0,05
160	0,019±0,005
180	0,024±0,005
200	0,039±0,014

Из данных таблицы 2 видно, что по мере роста интенсивности физической нагрузки индекс ЭР меняется: в диапазоне мощностей 60-160 Вт он снижался, а начиная с мощности нагрузки 180 Вт, наоборот, повышался. Заметим, что достоверное снижение ЭР отмечается уже при нагрузке 140 Вт, но при нагрузке 160 Вт – ЭР достигает минимума. Это факт позволяет говорить о мощности нагрузки 160 Вт как о ступени нагрузки с оптимальной в плане достижения заданного этапного результата системной организацией функций. При нагрузках 180 Вт и выше эта оптимальность нарушается, что, в конечном итоге, осложняет получение заданного результата деятельности.

Известно, что при мышечной деятельности организм человека требует непрерывной поставки кислорода, за что отвечают сердечнососудистая система и система дыхания. Именно эти системы вовлекаются в системную организацию и направлены на достижение результата.

Основными информативными показателями этих вегетативных систем являются ЧСС и ЧД [7].

Поскольку результат является системообразующим фактором системокванта, то сердечнососудистая система и система дыхания вовлекаются в системоквант лишь в той мере, в какой это необходимо для достижения результата. По мере повышения мощности физической нагрузки степень включения той или иной вегетативной функции в системную организацию меняется, что находит свое отражение в величине сдвига показателя этой функции по отношению к его фоновому уровню. На рисунке 4 представлены сдвиги показателей ЧСС и ЧД по мере повышения мощности физической нагрузки.

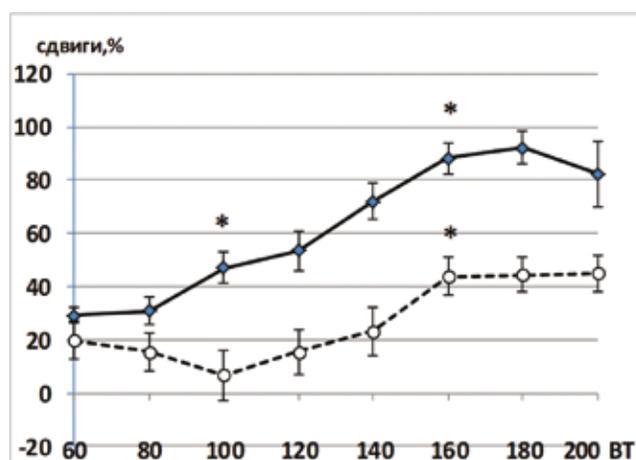


Рис. 4. Средние значения сдвигов ЧСС (сплошная линия) и ЧД (пунктирная линия) по отношению к фону на различных ступенях физической нагрузки. Обозначения: * - p<0,05 - достоверность различия по отношению к предыдущей ступени

Рис. 4. Average values of the changes in heart rate (solid line) and breathing rate (dashed line) against the background of various levels of physical activity. Designations: * - p<0,05 – reliability of differences relative to the previous stage

Из рисунка видно, что ЧСС растет прямо пропорционально увеличению мощности физической нагрузки, причем при мощностях нагрузок 100 и 160 Вт прирост ЧСС по отношению к предыдущей ступени носит достоверный характер (p<0,05). Показатель ЧД меняется не столь однозначно: на ступенях нагрузок 60-100 Вт он, наоборот, проявляет тенденцию к снижению, зато на ступенях 120-160 Вт он повышается синхронно с ростом ЧСС. Необходимо подчеркнуть, что на ступени нагрузки 160 Вт изменения ЧД по отношению к фону носят достоверный характер (p<0,05). Далее на ступенях нагрузок 180-200 Вт показатели ЧСС и ЧД практически останавливают свой прирост. Таким образом, на низких мощностях нагрузок поступление кислорода в организм испытуемого обеспечивается в большей степени за счет сердечнососудистой системы, однако при дальнейшем повышении мощности нагрузки в процесс поставки кислорода организму испытуемого активно подклю-

ется функция дыхания. На ступени 160 Вт этапный результат достигает минимума, а сдвиги ЧСС и ЧД значительно увеличиваются ($p < 0,05$), что позволяет говорить об эффективном взаимодействии сердечно-сосудистой системы и дыхания насыщению крови испытуемого кислородом, и, в конечном итоге, повышении его физической работоспособности. Однако при мощностях нагрузки 180 Вт и выше этот механизм «ломается».

Чтобы понять, что же происходит с системными механизмами деятельности на ступени мощности 160 Вт, обратимся кардиореспираторным показателям и показателям гемодинамики. В таблице 3 представлены кардиореспираторные показатели и показатели системы кровообращения на различных ступенях нагрузок.

Видно, что на ступени нагрузки 160 Вт значительно повышается ЧСС ($p < 0,05$), ЧД ($p < 0,05$), VIK ($p < 0,05$) и МОК ($p < 0,05$). Все это позволяет говорить об усилении симпатических влияний на сердце, повышении ритма сердца и дыхания, активации кровотока на ступени нагрузки 160 Вт. Такого рода нагрузку можно определить как предельную, поскольку далее за исключением ЧСС значимых повышений показателей не отмечается, хотя симпатические влияния продолжают незначимо усиливаться.

Известно, что при возрастающей по интенсивности ступенчатой нагрузке может измениться механизм энергетического обмена – с аэробного на анаэробный. Момент перехода от аэробного к анаэробному виду энергетического обмена был определен как порог анаэробного обмена (ПАНО) или лактатный порог [8]. Известно, что в анаэробной зоне физических нагрузок на фоне кислородного долга развивается метаболический ацидоз. Признакам ацидоза считают резкое изменение динамики физиологических показателей, а именно: рост

ЧСС, ЧД, минутного объема дыхания, МОК, изменение рН крови на фоне роста уровня молочной и фосфорной кислоты и др., которые коррелируют с концентрацией уровня лактата в крови. [9]. В результате спортсмен бывает вынужден снизить мощность физической работы или прекратить ее полностью, отказываясь от продолжения физической работы.

Показано, что при работе в аэробной зоне нагрузок предельную ЧСС для аэробной зоны можно прогнозировать в зависимости от возраста испытуемого по следующей формуле: $ЧСС_{пред.} = 180 - \text{возраст (год)}$ [10]. Поскольку средний возраст наших испытуемых составил $29,3 \pm 3,4$ года, то с учетом формулы предельная ЧСС у них должна быть равна 150,7 уд/мин., что близко к среднему уровню ЧСС на ступени нагрузки 160 Вт (табл. 3). Следовательно, мощность нагрузки 160 Вт – это пороговая мощность, после которой происходит изменение механизма энергообмена с аэробного на анаэробный. В пользу этого также свидетельствует выраженное и достоверное повышение ЧСС, ЧД, VIK, УОК и МО и тенденция к снижению субъективного самочувствия испытуемых на этой ступени нагрузки (табл. 3).

Мощность нагрузки 160 Вт является не только пороговой мощностью, но самой оптимальной в плане достижения результата, где на фоне максимальной «физиологической цены» достигается заданный этапный результат деятельности (рис. 3). В пользу этого свидетельствует минимизация индекса ЭР на этой ступени нагрузки. Полагаем, что в основе этого лежит оптимизация системной организации функций в системокванте. Дальнейшее повышение мощности физической нагрузки нарушает системную организацию функций в системокванте, что сопровождается снижением эффективности деятельности.

Таблица 3

Кардиореспираторные и гемодинамические показатели при различных мощностях физических нагрузок

Table 3

The cardiorespiratory and hemodynamic parameters at different power of physical activity

N, Вт	ЧСС, уд/мин	ЧД, л/мин	VIK, %	УОК, мл	МОК, л/мин	Sam, баллы
60	104,1±4,4	17,4±1,0	6,1±6,6	69,4±4,4	5,6±0,4	4,2±0,2
80	105,5±5,7	16,7±0,8	9,4±6,7	71,4±4,7	6,1±0,5	4,1±0,2
100	117,5±4,1	15,3±1,2	15,8±6,8	73,3±4,6	6,6±0,4	4,1±0,1
120	122,0±3,1	16,9±1,3	18,6±6,9	74,2±5,0	7,2±0,6	4,1±0,1
140	136,9±4,6 $p < 0,05$	17,9±1,3	23,6±4,4	86,6±5,1	9,3±0,6 $p < 0,05$	4,1±0,1
160	148,9±3,3 $p < 0,05$	20,8±1,5 $p < 0,05$	39,1±3,1 $p < 0,05$	91,5±4,4	12,2±0,8 $p < 0,05$	4,0±0,2
180	157,1±1,9 $p < 0,05$	19,7±0,8	42,0±3,9	87,7±5,6	12,8±1,0	4,0±0,4
200	157,0± 5,0	20,7±0,3	58,0±4,0	89,4±2,1	15,2±0,2	3,5±0,6

Обозначения: $p < 0,05$ – уровень значимости различия показателя по отношению к предыдущей ступени.

Заключение

На основе концепции системного квантования поведения проведено описание спортивной деятельности человека в системных категориях: мотивация, результат, «физиологическая цена» результата, системная организация функций. Показано, что в процессе возрастающей по интенсивности ступенчато-дозированной физической нагрузки до отказа можно выделить пороговую мощность, на которой происходит изменение механизма энергетического обмена с аэробного на анаэробный. Показано, что на пороговой ступени нагрузки происходит оптимизация системной организации функций, а признаком порога анаэробного энергетического обмена в системных категориях является достижение заданного результата деятельности на фоне высокой «физиологической цены».

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Kérdö I. Einausdaten der Blutzirkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage. *Acta neurovegetativa*. 1966;29(2):250-268.
2. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1982. 135 с. / Karpman VL, Lubina BG. Dinamika krovoobrashcheniya u sportsmenov. Moscow, Fizicheskaya kultura i sport, 1982. 135 p. (in Russian).
3. Энциклопедия психологических тестов. Личность, мотивация, потребность. М.: ООО «Из-во АСТ», 1997. 300 с. / Entsiklopediya psikhologicheskikh testov. Lichnost, motivatsiya, potrebnost. Moscow, Izdatelstvo AKT, 1997. 300 p. (in Russian).
4. Судаков К.В. Избранные труды. Т.1: Развитие теории функциональных систем. М.: ГУНИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, 2007. 343 с. / Sudakov KV. Izbrannye trudy. Vol.1: Razvitie teorii funktsionalnykh system. Moscow, Institut normalnoy fiziologii imeni P.K. Anokhina RAMN, 2007. 343 p. (in Russian).
5. Рыжиков Г.В., Классина С.Я. Пространственно-временная структура «кванта» производственной деятельности контролера и его физиологическое обеспечение // Физиология человека. 1984. Т.10, №1. С.144-152. / Ryzhikov GV, Klassina SYa. The spatial-temporal structure of the controller's production activity «quantum» and its physiological support. *Fiziologiya cheloveka* (Human physiology). 1984;10(1):144-152. (in Russian).

6. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968. 547с. / Anokhin PK. *Biologiya i neyrofiziologiya uslovnogo refleksa*. Moscow, Meditsina, 1968. 547 p. (in Russian)

7. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е. Регуляция и определяющие факторы частоты сердечных сокращений в покое в спортсменах // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2012. №6. С. 47-51. / Landyr AP, Achkasov EE. Regulation and determinants of heart rate at rest in athletes. *Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina* (Exercise Therapy and Sports Medicine). 2012;(6):47-51. (in Russian).

8. Wasserman K, Mellroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am. J. Cardiol*. 1964;(14):844-852.

9. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. М.: Олимпия Пресс, 2005. 528 с. / Solodkov AS, Sologub EB. *Fiziologia cheloveka. Obshchaya. Sportivnaya. Vozrastnaya*. Moscow, Olimpiya-Press, 2005. 528 p. (in Russian).

10. Яремчук Е. Бег для всех. Доступная программа тренировок. СПб: Издательский дом «Питер», 2015. 230 с. / Yaremchuk E. Beg dlya vseh. Dostupnaya programma trenirovki. Saint-Peterburg, Izdatelskiy dom «Piter», 2015. 230 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Классина Светлана Яковлевна – ведущий научный сотрудник лаборатории системных механизмов спортивной деятельности ФГНБУ НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина ФАНО России, к.б.н.

Адрес: 119311, Россия, г. Москва, ул. Крупской, д. 6
Тел. (раб): +7 (495) 601-22-45
Тел. (моб): +7 (905) 547-62-34
E-mail: klassina@mail.ru

Responsible for correspondence:

Svetlana Klassina – M.D., Ph.D. (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of Systemic Mechanisms of Sports Activity of the P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology

Address: 6, Krupskoy St., Moscow, Russia
Phone: +7 (495) 601-22-45
Mobile: +7 (905) 547-62-34
E-mail: klassina@mail.ru

Дата направления статьи в редакцию: 13.03.2017

Received: 13 March 2017

Статья принята к печати: 20.03.2017

Accepted: 20 March 2017

Факторы риска в современном фитнесе

¹Г. А. МАКАРОВА, ²Е. Е. АЧКАСОВ, ¹С. М. ЧЕРНУХА, ¹П. И. ЕВСТИГНЕЕВ, ²С. Ю. БЕЛОГУБОВА

¹ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма
Минспорта России, Краснодар, Россия

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Сведения об авторах:

Макарова Галина Александровна – главный специалист НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России, проф., д.м.н.

Ачкасов Евгений Евгеньевич – заведующий кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ведущий научный сотрудник лаборатории спортивной биомедицины и экстремальных состояний ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, д.м.н

Чернуха Светлана Михайловна – научный сотрудник НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России

Евстигнеев Петр Иванович – студент заочного факультета физической культуры, спорта и сервиса ФГБОУ ВО КГУФКСТ Минспорта России

Белогубова София Юрьевна – студентка 5 курса лечебного факультета ДОП Международной школы «Медицина будущего» ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

Risk factors in fitness physical activities

¹G. A. MAKAROVA, ²E. E. ACHKASOV, ¹S. M. CHERNUKHA, ¹P. I. EVSTIGNEEV, ²S. YU. BELOGUBOVA

¹Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism, Krasnodar, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Information about the authors:

Galina Makarova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Senior Specialist of the Research Institute of Physical Culture and Sports of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the Sechenov First Moscow State Medical University, Leading Researcher of the Laboratory of Sports Biomedicine and Extreme Conditions of the Scientific Center of Biomedical Technology FMBA of Russia

Svetlana Chernukha – Scientist of the Research Institute of Physical Culture and Sports of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Petr Evstigneev – Senior of the Department of Physical Education, Sports and Service of the Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism

Sofiya Belogubova – M.D., Senior of Medical Faculty of the International School «Medicine of the Future» of the Sechenov First Moscow State Medical University

Цель исследования: определение основных групп факторов риска при занятиях фитнесом. **Материалы и методы:** анализ Интернет-ресурсов 110 городских фитнес-центров, тренажерных залов, спортивных клубов, велнес-студий, школ танцев, бойцовских клубов, центров йоги и др. **Результаты:** проведенный анализ Интернет-ресурсов показал, что помимо традиционных причин возможных нарушений состояния здоровья в условиях повышенной двигательной активности, современная фитнес-индустрия привносит целый ряд дополнительных факторов риска, которые не всегда учитываются. Особого внимания заслуживают: отсутствие полноценного медицинского допуска к занятиям; специфическая мотивация подавляющего большинства лиц, занимающихся фитнесом; прогрессирующее сближение силовых фитнес-программ с конкретными силовыми видами спорта; высокая вероятность применения, прежде всего, в рамках силовых программ, ряда средств и методов, относящихся к допингу; одновременное использование физических нагрузок и дополнительных процедур оздоровительного характера, каждая из которых имеет свою физиологическую «стоимость»; нередкое сочетание физических нагрузок с патогенным питанием, нарушениями питьевого режима и ряд других. **Выводы:** только единичные направления из проанализированных фитнес-программ (при грамотном дозировании упражнений и правильной биомеханике их выполнения) могут быть отнесены к истинно оздоровительным. Реализация остальных программ может сопровождаться рядом негативных последствий, особенно, когда речь идет о лицах, имеющих пограничные состояния здоровья. Отдельные направления фитнеса по многим позициям максимально приблизились к профессиональному коммерческому спорту, где состояние здоровья его участников стоит на одном из последних мест в перечне превалирующих целей. Исходя

из установленных факторов риска, необходима реализация целого комплекса мер профилактики нарушений состояния здоровья и, прежде всего, неотложных состояний и случаев внезапной смерти лиц, занимающихся фитнесом.

Ключевые слова: фитнес; фитнес-программа; факторы риска; физические нагрузки; нарушения состояний здоровья.

Для цитирования: Макарова Г.А., Ачкасов Е.Е., Чернуха С.М., Естигнеев П.И., Белогубова С.Ю. Факторы риска в современном фитнесе // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 72-78. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.72.

Objective: to identify the dominant groups of risk factors when practicing fitness physical activities. **Materials and methods:** analysis of 110 websites of local fitness centres, workout facilities, sports clubs, wellness studios, dancing schools, fight clubs, Yoga centres etc. **Results:** the analysis revealed that modern fitness industry involves a wide range of additional risk factors (scarcely ever considered) in addition to conventional reasons for potential medical problems with enhanced physical activity. The focus points are as follows: lack of medical permission to participation in sports activities; specific motivation of fitness-goers in the vast majority of cases; progressive convergence of strength fitness programs with particular strength sports; wide use of a variety of means and methods (typically in strength programs) classified as doping; exercise loads along with health-promoting activities (each characterized by distinct physiological price); frequent combination of physical exercise with pathogenic nutrition and water consumption violation; etc. **Conclusions:** only a few trends of the analyzed fitness programs were considered to be actually health-improving ones (with correct biomechanics and competent dosing of exercises). Realization of other programs may have a number of negative consequences, especially for persons with border-line states of health. Some of trends in fitness are in greatest possible convergence with professional commercial sport where health of athletes occupies one of the last places in the list of priorities. Consideration of the identified risk factors dictates the need for a broad range of measures to prevent emergencies and sudden deaths in amateur athletes.

Key words: fitness; fitness program; risk factors; physical loads; health problems.

For citation: Makarova GA, Achkasov EE, Chernukha SM, Evstigneev PI, Belogubova SYu. Risk factors in fitness physical activities. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):72-78. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.72.

Введение

В настоящее время особой проблемой педагогического и медико-биологического обеспечения всех видов повышенной двигательной активности является анализ разноплановых групп факторов риска с целью разработки систем профилактических мероприятий, минимизирующих возможность нарушений состояния здоровья и, прежде всего, неотложных состояний и случаев внезапной смерти среди лиц, занимающихся фитнесом [1-4].

Не является исключением в этом плане и современный фитнес, перечень направлений которого неуклонно расширяется, а принципы допуска при этом, если и имеют место быть, то только в соответствующих публикациях, поскольку на практике действует в основном коммерческий интерес. В связи с этим все чаще появляются сообщения о случаях внезапной (и не внезапной) смерти лиц, фанатично преданных тому или иному виду фитнеса.

При этом следует отметить, что в последние годы отдельные направления фитнеса по многим позициям (включая наличие соревновательной деятельности, фармакологического обеспечения и т.д.) приближаются и даже сливаются со спортом. Отдельные виды фитнеса максимально приблизились к профессиональному коммерческому спорту, где состояние здоровья его участников стоит на одном из последних мест в перечне преобладающих целей.

Цель исследования

Исходя из сказанного, мы сочли целесообразным провести специальное исследование, основной целью которого являлось определение основных групп факторов риска при занятиях фитнесом.

В качестве конкретных задач работы были избраны следующие:

- проанализировать основные особенности современного фитнеса с позиции его основных направлений

и как следствие используемых тренировочных средств и методов;

- выделить сугубо специфические для фитнеса факторы риска нарушений состояния здоровья занимающихся.

Методы и организация исследований

С целью решения поставленных задач были проанализированы Интернет-ресурсы 110 городских фитнес-центров, тренажерных залов, спортивных клубов, велнес-студий, школ танцев, бойцовских клубов, центров йоги и др. [5-10].

Результаты исследования

Согласно данным литературы [11-12] предлагается выделять следующие направления фитнес-тренировки:

- групповые программы занятий;
- тренажерные оздоровительные технологии;
- водные программы;
- спортивные игры;
- детскую оздоровительную физкультуру;
- другие программы, в том числе и «экзотические».

Проведенный анализ спектра услуг, предлагаемых объектами фитнес-индустрии, показал, что не все из перечисленных в данной классификации направлений в равной мере реализуются поставщиками фитнес-услуг. Подавляющее большинство из них (76,4%) ориентировано, прежде всего, на различного рода занятия группового формата (аэробика, силовые занятия, пилатес, стретчинг, йога и др.).

На втором месте стоят тренировки в тренажерных залах (представлены в 60,0% случаев).

Далее следуют танцевальные направления (39,1%) и боевые искусства (35,5%), то есть, согласно терминологии М.Ю. Ростовцевой [11], «другие программы».

Водные виды физической активности (плавание, аква-аэробику) способны предлагать только крупные фитнес-центры, обладающие достаточным ресурсом для строительства и содержания бассейнов (10,9%).

Из спортивных игр наиболее часто встречается настольный теннис, не требующий обширных по площади игровых площадок. Таковыми для баскетбола, волейбола, футбола, гандбола, большого тенниса обладают далеко не все спортивные комплексы (3,6%).

Обращает на себя внимание слабая дифференциация фитнес-программ по критериям возраста и состояния здоровья клиентов.

По направленности воздействия основные фитнес-услуги, реализуемые на базе изучаемых объектов фитнес-индустрии, на наш взгляд, могут быть сгруппированы следующим образом.

1) Силовые программы (комплексы упражнений с постоянным увеличением нагрузки, направленные на укрепление структур опорно-двигательного аппарата): силовые занятия с весом собственного тела, без дополнительных отягощений; силовые занятия в зоне свободных весов; силовые занятия с использованием специальных тренажеров; занятия с фитболом; пилатес и др.

2) Программы, направленные на развитие общей выносливости (в основной части занятия обязательно наличие комплекса аэробных упражнений, при выполнении которых работа кардиореспираторной системы поддерживается на заданном уровне): тренировки с использованием кардиотренажеров; классическая аэробика; оздоровительная аэробика высокой и низкой интенсивности; степ-аэробика; танцевальная аэробика; плавание, аква-аэробика и др.

3) Программы развития специальной выносливости: сайкл, кроссфит, интервальная тренировка (классическая круговая тренировка, total body workout, тай-бо).

4) Программы, сочетающие растяжение и изотоническое напряжение мышц, на основе дыхательных техник, обладающие дополнительным психорегулирующим эффектом: йога, китайская гимнастика, стретчинг, бодифлекс, калланетика, пилатес и др.

5) Спорт-ориентированные программы: культуризм, бодибилдинг, пауэрлифтинг, боевые искусства, спортивные игры и др.

6) Танцевально-ориентированные программы: Oriental, Latina, Zumba, Dance Mix, Pole Dance, стрип-пластика и др.

7) Физические методы рекреации и реабилитации: банные процедуры, гидротерапия, физиотерапия (солярий), массаж.

Подобное многообразие направлений современного фитнеса объясняется стремлением поставщиков данных услуг удовлетворить широкое разнообразие физкультурно-спортивных и оздоровительных интересов разных слоев населения.

Согласно данным литературных источников [12-14] в основе идеологии и целеполагания фитнеса в целом

должен лежать принцип «нагрузка ради здоровья», а значит, и создаваемые фитнес-технологии должны носить, прежде всего, оздоровительный характер. Отсюда следует отказ от соревновательных мотивов и стремлений к достижению высоких спортивных результатов.

При этом для получения максимального оздоровительного эффекта в процессе занятий фитнесом их содержание должно соответствовать ряду условий, среди которых: участие в работе больших мышечных групп, возможность длительного выполнения упражнений, ритмический характер мышечной деятельности, энергообеспечение работы мышц в основном за счет аэробных процессов [15].

Необходимо учитывать и тот факт, что занятия физической культурой и спортом носят истинно оздоровительный характер только в том случае, когда тренировочный процесс предусматривает решение трех основных задач: повышения уровня общей выносливости организма, гармоничного развития мышечного корсета, а также улучшения проприорецепции в целом и координационных возможностей в частности [16].

Исходя из сказанного, из всех вышеперечисленных фитнес-направлений, реализуемых на базе объектов фитнес-индустрии, только отдельные могут быть отнесены (естественно, при грамотном дозировании упражнений и правильной биомеханике их выполнения) к истинно оздоровительным. Что же касается остальных программ, то реализация каждой из них может сопровождаться отдельными негативными последствиями, которые приобретают особую актуальность, когда речь идет о лицах, имеющих пограничные состояния здоровья [1].

К подобным негативным последствиям могут быть отнесены:

- повышенная травмоопасность (боевые искусства, спортивные игры, ряд танцевальных программ, например Pole Dance), занятия на силовых тренажерах [17]);

- возникновение мышечных дисбалансов и, как следствие, нарушений функционального состояния опорно-двигательного аппарата [15], включая появление так называемых «туннельных синдромов» (любые упражнения при неправильной технике их выполнения);

- появление и усугубление дегенеративно-дистрофических изменений в суставах (йога) [18];

- перенапряжение сердечно-сосудистой системы (передозировка нагрузок аэробной направленности, нерегистрируемый тренером выход в аэробно-анаэробную зону, передозировка сочетанных нагрузок разной направленности, неадекватное использование нагрузок и физических методов реабилитации, каждый из которых имеет собственную «физиологическую цену» и т.п.) [12,19].

Следует иметь в виду также отсутствие медицинского допуска к занятиям, специфическую мотивацию лиц, занимающихся фитнесом, сближение силовых фитнес-программ с конкретными силовыми видами спорта, ис-

пользование в рамках реализации силовых программ биологически активных добавок, энергетических напитков, а нередко и комплекса средств и методов, относящихся к допингу, одновременное использование физических нагрузок и дополнительных процедур оздоравливающего характера, сочетание физических нагрузок с патогенным питанием и экстремальным нарушением питьевого режима, приводящим к выраженному дефициту жидкости в организме.

Отсутствие медицинского допуска к занятиям фитнесом. Современные оздоровительные фитнес-центры, пришедшие на смену массовой физической культуре, которая многие годы достаточно успешно курировалась врачебно-физкультурной службой страны, сегодня работают, как правило, в отрыве от медицинских учреждений, без врачебного контроля и медицинского обеспечения занимающихся в них людей [20]. Для лиц, желающих заниматься фитнесом, в реальных условиях допуск в лучшем случае ограничивается справкой из поликлиники от терапевта/педиатра, без учета необходимости обследования целым рядом специалистов и проведения комплекса диагностических процедур клинического и параклинического характера. Причем при допуске к занятиям фитнесом необходим даже анализ принимаемых лекарственных средств с целью исключения, прежде всего препаратов, обладающих аритмогенным эффектом и способствующих повышению свертываемости крови.

Специфическая мотивация лиц, занимающихся фитнесом. Согласно данным литературы [2, 19] и результатам проведенного нами анкетирования у подавляющего большинства лиц молодого возраста, регулярно занимающихся сегодня фитнесом, в качестве основных мотивов выступают: мотив самоутверждения – желание человека заявить о себе в обществе («хочешь стать ценным и уважаемым – стань большим и сильным»); мотив идентификации с «другим человеком» – желание походить на человека, который считается авторитетом; мотив достижения – стремление к достижению новых вершин и повышению результативности.

При подобной мотивации оздоровительная направленность фитнеса уходит на второй план, занятия приобретают явную спорт-ориентированность, причем, с установкой на максимально быстрое достижение эффекта, которое реально только при дополнительном использовании соответствующих диетических программ и фармакологическом сопровождении, нередко запрещенного характера.

Сближение силовых фитнес-программ с конкретными силовыми видами спорта. На современном этапе развития общества, спорта и фитнеса мы являемся свидетелями прогрессирующего сближения силовых фитнес-программ с конкретными силовыми видами спорта, в частности, пауэрлифтингом и бодибилдингом.

В тренажерных залах, специализирующихся на подготовке по пауэрлифтингу, как правило, не фигурирует

слово «фитнес» (все они называют себя «спортивными клубами»), однако организационно эти объекты принадлежат фитнес-индустрии. То есть, в рамках фитнес-учреждений, без соответствующего медицинского сопровождения, являющегося обязательным в центрах спортивной подготовки, осуществляется сугубо спортивная деятельность. Причем, деятельность со специальными установками к анатомии тела, требующими, как уже было указано выше, использования целого ряда фармакологических и нефармакологических способов воздействия на организм.

Следует иметь в виду, что силовые тренировки на фоне дополнительных требований к анатомии тела (культуризм, бодибилдинг, пауэрлифтинг) должны сопровождаться высокоинформативным текущим врачебно-педагогическим контролем занимающихся, и даже малейшее незнание их анамнеза может явиться причиной внезапной смерти.

Использование в рамках силовых программ биологически активных добавок, энергетических напитков, а ряде случаев и комплекса средств и методов, относящихся к допингу. Почти в каждом фитнес-клубе сегодня имеются фито-бар и отделы спортивного питания, рекламирующие и предлагающие клиентам широкий спектр биологически активных добавок и энергетических напитков, без учета возможных побочных эффектов последних.

Американские ученые из Аризонской ассоциации сердца экспериментально доказали, что употребление энергетических напитков влечет за собой повышение давления и риск инсульта. В эксперименте участвовали 27 здоровых добровольцев 18-40 лет. Первая группа испытуемых употребляла в день две банки энергетического напитка, вторая группа тот же объем напитка выпивала с добавлением экстракта женьшеня, третья группа получала плацебо – нейтральный напиток с маркировкой энергетика. Как показало обследование, через три недели после начала эксперимента у испытуемых из группы, принимавших чистый энергетик, наблюдалось повышение артериального давления в течение двух часов после его употребления. Ученые из Тихоокеанского университета США и медицинского центра David Grant в Калифорнии подсчитали, что в 2014 году после употребления энергетических напитков было зафиксировано 34 смерти [21].

Следует также обратить особое внимание на абсолютно неприемлемое распространение среди лиц, занимающихся фитнесом, специализированных журналов, в которых приводятся подробные схемы использования запрещенных фармакологических средств и субстанций. И речь здесь идет не только о вреде при приеме данных препаратов лицами, занимающимися фитнесом, но и о доступности этих изданий для юных спортсменов и их тренеров, которые, пользуясь отсутствием допинг-контроля в детском и подростковом спорте, лишают страну полноценного спортивного резерва.

Одновременное использование физических нагрузок и дополнительных процедур оздоравливающего характера. В подавляющем большинстве фитнес-клубов есть дополнительные фитнес-услуги в виде различного рода банных и гидропроцедур. В то же время использование каждой из них имеет свои ограничения, особенно вкуче с физическими упражнениями различной направленности. Бесконтрольное и непрофессиональное использование тепловых воздействий непосредственно после мышечной деятельности создает особые условия повышенной опасности внезапной сердечной смерти [3]. К этим условиям относятся также большая влажность в сочетании с высокой температурой и неправильной экипировкой, очень холодный и чрезмерно горячий душ после тренировок, недостаточное количество потребляемой жидкости и др. Все эти факторы могут иметь место при сочетании фитнес-нагрузок, банных и гидропроцедур.

Отдельно следует остановиться на проблеме достаточно широкого использования в рамках фитнес-клубов соляриев. Существует целый ряд медицинских противопоказаний к посещению солярия, который, к сожалению, не всегда в достаточной мере осознается обычными посетителями фитнес-центров.

Сочетание физических нагрузок с патогенным питанием. Желание снизить массу тела и впоследствии длительно удерживать ее на этом уровне приводит к тому, что некоторые занимающиеся фитнесом, особенно женщины, регулярно ограничивают потребление энергии с пищей, придерживаются аномальных режимов питания (например, голодание), применяют анорексигенные, слабительные или мочегонные препараты. Все это может стать причиной возникновения расстройств пищевого поведения, пищевой недостаточности и электролитных нарушений, желудочно-кишечных проблем, а у женщин – состояния, известного как «триада женщин-спортсменок». Оно характеризуется сочетанием дефицита массы тела вследствие патогенного питания, аменореи и остеопении [5].

Расстройство пищевого поведения может проявляться по-разному, от относительно безобидного, на первый взгляд, ограничения калорийности рациона до нервной анорексии или булимии.

Нарушение питьевого режима, приводящее к дефициту жидкости в организме. Хорошо известно, что одним из кратчайших путей регулирования массы тела в сторону ее уменьшения является диета, основанная на приеме пищи с резким ограничением содержания соли и жидкости. Подобная диета в сочетании с приемом ряда фармакологических препаратов в силовых видах спорта используется, как известно, непосредственно за 1-2 дня до соревнований.

А. Кузьмин в статье «Спорт, который убивает» [22] приводит печальную статистику: в период с мая по октябрь 2016 года скончались 9 высококлассных российских бодибилдеров. Приводим о выдержку из упомянутой статьи:

«Ирина Фоменкова (20 лет, г. Тамбов). Остановка сердца. В соцсетях Ирина хвасталась, что к соревнованиям, после которых она умерла, сбросила 23 килограмма за 70 дней».

Таким образом, помимо традиционных причин возможных нарушений состояния здоровья в условиях повышенной двигательной активности [19], современная фитнес-индустрия привносит и целый ряд дополнительных факторов риска, которые, к сожалению, далеко не всегда учитываются. На наш взгляд, из их числа особого внимания заслуживают:

- как правило, отсутствие медицинского допуска к занятиям (особенно, с учетом выбираемого клиентом направления фитнеса);

- специфическая мотивация подавляющего большинства лиц, занимающихся фитнесом;

- прогрессирующее сближение силовых фитнес-программ с конкретными силовыми видами спорта;

- широкое (и нередко провоцируемое тренерами) использование, прежде всего в рамках силовых программ, биологически активных добавок, энергетических напитков и т.п.;

- одновременное использование физических нагрузок и дополнительных процедур оздоравливающего характера, каждая из которых имеет свою физиологическую «стоимость»;

- нередкое сочетание физических нагрузок с патогенным питанием и нарушениями питьевого режима.

Заключение

Из проанализированных в настоящих исследованиях направлений фитнес-программ только единичные (при грамотном дозировании упражнений и правильной биомеханике их выполнения) обоснованно отнести к истинно оздоровительным.

Реализация остальных программ может сопровождаться целым рядом негативных последствий, которые приобретают особую актуальность, когда речь идет о лицах, имеющих пограничные состояния здоровья.

Отдельные направления фитнеса по многим позициям (включая наличие соревновательной деятельности, фармакологического обеспечения и т.д.) максимально приблизились к профессиональному коммерческому спорту, где состояние здоровья его участников стоит на одном из последних мест в перечне превалирующих целей.

Исходя из установленных факторов риска, необходима реализация целого комплекса мер профилактики нарушений состояния здоровья и прежде всего неотложных состояний и случаев внезапной смерти лиц, занимающихся фитнесом.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. **Горбунов В.** Противопоказания к фитнесу и занятия фитнесом людей с отклонениями в здоровье. М.: Практика, 2014. 177 с. / Gorbunov V. Protivopokazaniya k fitnesu i zanyatiya fitnesom lyudey s otkloneniyami v zdorove. Moscow, Praktika, 2014. 177 p. (in Russian).

2. **Давиденко Ф.** Мотивация при занятиях фитнесом и бодибилдингом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fit-baza.com/motivatsiya-pri-zanyatiyah-fitnessom-i-bodibildingom/> / Davidenko F. Motivatsiya pri zanyatiyah fitnesom i bodibildingom (2017). Available at: <http://fit-baza.com/motivatsiya-pri-zanyatiyah-fitnessom-i-bodibildingom/> (accessed 8 February 2017).

3. **Макарова Г.А., Локтев С.А.** Медицинский справочник тренера. М.: Советский спорт, 2006. 588 с. / Makarova GA, Loktev SA. Medicinskiy spravochnik trenera. Moscow, Sovetskiy sport, 2006. 588 p. (in Russian).

4. **Земцова И.** Питание спортсменов. Киев: Олимпийская литература, 2006. 498 с. / Zemcova I. Pitaniye sportstmenov. Kiev, Olimpiyskaya literatura, 2006. 498 p. (in Russian).

5. **Фитнес-клубы в Краснодаре.** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sportgyms.ru/krasnodarfitnes.html> / Fitnes-kluby v Krasnodare (2017). Available at: <http://sportgyms.ru/krasnodarfitnes.html> (accessed 2 March 2017).

6. **Фитнес-клуб «X-Fit» (Меридиан).** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xfit.ru/> / Fitnes-klub «X-Fit» (2017). Available at: <http://www.xfit.ru/> (accessed 2 March 2017).

7. **Фитнес-клуб «ALEX Fitness» (Тургеневский).** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krasnodar.alexfitness.ru/> / Fitnes-klub «ALEX Fitness» (Turgenevskiy) (2017). Available at: <http://krasnodar.alexfitness.ru/> (accessed 2 March 2017).

8. **Фитнес-клуб «ALEX Fitness» (Рождественский).** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krasnodar.alexfitness.ru/> / Fitnes-klub «ALEX Fitness» (Rozhdestvenskiy) (2017). Available at: <http://krasnodar.alexfitness.ru/> (accessed 2 March 2017).

9. **Фитнес-клуб «ALEX Fitness» (Черемушки).** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krasnodar.alexfitness.ru/> / Fitnes-klub «ALEX Fitness» (Cheryomushki) (2017). Available at: <http://krasnodar.alexfitness.ru/> (accessed 2 March 2017).

10. **Фитнес-центр «Light Fit» (Красных партизан).** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lightfit-pro.ru/> / Fitnes-centr «Light Fit» (Krasnyh partizan) (2017). Available at: <http://lightfit-pro.ru/> (accessed 5 March 2017).

11. **Ростовцева М.Ю.** Концептуальные основания развития технологии групповых фитнес-программ // Фитнес-аэробика-2012: Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава кафедры теории и методики гимнастики РГУФКСМиТ (17-31 декабря 2012 года). М.: Изд-во РГУФКСМиТ, 2013. С. 30-33. / Rostovceva MYu. Kontseptualnye osnovaniya razvitiya tehnologii gruppovyh fitnes-programm. Fitnes-aerobika-2012 (Materialy nauchnoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava kafedry teorii i metodiki gimnastiki RGUFKSMiT), Moscow, Izd-vo RGUFKSMiT, 2013. P. 30-33. (in Russian).

12. **Сайкина Е.Г.** Роль фитнес-индустрии как «мультимедийной матрицы» в появлении инновационных оздоровительных технологий // Актуальные проблемы развития фитнеса в

России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. С. 16-23. / Saykina EG. Rol fitnes-industrii kak «multimediynoy matricy» v poyavlenii innovatsionnyh ozdorovitelnyh tehnologiy. Aktualnye problemy razvitiya fitnesa v Rossii (Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii), Saint-Peterburg, Izd-vo RGPU im. A.I. Gercena, 2009. P. 16-23. (in Russian).

13. **Хоули Э.Т., Френке Б.Д.** Оздоровительный фитнес. Киев: Олимпийская литература, 2000. 376 с. / Houli JeT, Frenke BD. Ozdorovitelny fitnes. Kiev: Olimpiyskaya literatura, 2000. 376 p. (in Russian).

14. **Кудра Т.А.** Фитнесс. Американская концепция достижения здоровья. Владивосток: Изд-во МГУ им. адмирала Г.И. Невельского, 2002. 222 с. / Kudra TA. Fitness. Amerikanskaya kontseptciya dostizheniya zdorovya. Vladivostok: Izd-vo MGU im. admirala G.I. Nevel'skogo, 2002. 222 p. (in Russian).

15. **Лукина Г.Г.** Требования к инновационным технологиям с позиции оздоровления детей // Актуальные проблемы развития фитнеса в России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. С. 163-168. / Lukina GG. Trebovaniya k innovatsionnym tehnologiyam s pozicii ozdorovleniya detey. Aktualnye problemy razvitiya fitnesa v Rossii (Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii), Saint-Peterburg, Izd-vo RGPU im. A.I. Gercena, 2009. P. 163-168. (in Russian).

16. **Селуянов В.Н.** Технология оздоровительной физической культуры. Библиотека журнала «Аэробика». М.: СпортАкадемПресс, 2001. 169 с. / Seluyanov V.N. Tehnologiya ozdorovitelnoy fizicheskoy kultury. Biblioteka zhurnala «Aerobika». Moscow, SportAkademPress, 2001. 169 p. (in Russian).

17. **Мальшева О.** Pole Dance. Травматика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mspliedance.ru/articles/ushiby_i_padeniya/ / Malysheva O. Pole Dance. Travmatika (2017). Available at: http://www.mspliedance.ru/articles/ushiby_i_padeniya/ (accessed 22 March 2017).

18. **Раев А.** Когда йога вредит. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yogadream.ru/mainpage/statyi/kogda-yoga-vredit-chast-one.html> / Raev A. Kogda yoga vredit (2017). Available at: <http://www.yogadream.ru/mainpage/statyi/kogda-yoga-vredit-chast-one.html> (accessed 22 March 2017).

19. **Макарова Г.А.** Спортивная медицина: Учебник. М.: Советский спорт, 2003. 480 с. / Makarova GA. Sportivnaya medicina: Uchebnik. Moscow, Sovetskiy sport, 2003. 480 p. (in Russian).

20. **Руненко С.Д.** Врачебный контроль в фитнесе. М.: Советский спорт, 2009. 192 с. / Runenko SD. Vrachebny kontrol v fitnese. Moscow, Sovetskiy sport, 2009. 192 p. (in Russian).

21. **Энергетические напитки провоцируют аритмию и инсульт. REGNUM.** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/innovatio/2091954.html> / Energeticheskie napitki provocyruyut aritmiyu i insult. REGNUM (2017). Available at: <https://regnum.ru/news/innovatio/2091954.html> (accessed 23 March 2017).

22. **Кузьмин А.** Спорт, который убивает. Фонтанка.ру. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fontanka.ru/2016/10/06/127/> / Kuzmin A. Sport, kotoriy ubivaet. Fontanka.ru (2017). Available at: <http://www.fontanka.ru/2016/10/06/127/> (accessed 06 December 2016).

Ответственный за переписку:

Макарова Галина Александровна – главный специалист
НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО
КГУФКСТ Минспорта России, проф., д.м.н.

Адрес: 350015, Россия, г. Краснодар, ул. Буденного, д. 161

Тел. (раб): +7 (861) 268-86-14

Тел. (моб): +7 (918) 374-24-15

E-mail: MakarovaGA@yandex.ru

Responsible for correspondence:

Galina Makarova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Senior
Specialist of the Research Institute of Physical Culture and Sports

of the Kuban State University of Physical Education, Sport and
Tourism

Address: 161, Budyonnogo St., Krasnodar, Russia

Phone: +7 (861) 268-86-14

Mobile: +7 (918) 374-24-15

E-mail: MakarovaGA@yandex.ru

Дата направления статьи в редакцию: 25.03.2017

Received: 25 March 2017

Статья принята к печати: 04.04.2017

Accepted: 4 April 2017

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»**Учебное пособие
Основы кинезиотейпирования**

**Касаткин М.С., Ачкасов Е.Е.,
Добровольский О.Б.**

Учебное пособие включает в себя основные принципы работы по методике кинезиотейпирования. Последовательно освещены вопросы анатомии и физиологии, а также механизмы воздействия кинезиотейпа на организм человека. Особое внимание уделено истории создания методики и использованию цветовой гаммы кинезиотейпов. Пособие содержит основные классические аппликации при использовании методики кинезиотейпирования.

Учебное пособие предназначено для ординаторов, обучающихся по специальности «Лечебная физкультура и спортивная медицина», врачей спортивной медицины, специалистов в области медицинской реабилитации, травматологов-ортопедов, неврологов.

Книгу можно заказать на сайте Издательского дома «Человек», «Олимпия», «Спорт»: <http://www.olimpress.ru>

Природные адаптогены на основе продуктов пчеловодства в коррекции переутомления в восстановительный период годичного цикла подготовки у спортсменов зимних сложнокоординационных видов спорта

¹А. О. НАУМОВ, ²И. Н. СМЕРНОВА, ²С. С. ШАХОВА, ²Л. В. БАРАБАШ, ²С. В. КРЕМЕНО

¹ФГБОУ ВО Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, Томск, Россия

²ФГБУ Сибирский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, Томск, Россия

Сведения об авторе:

Наумов Андрей Олегович – заместитель главного врача по общим вопросам ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, младший научный сотрудник неврологического отделения Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России

Смирнова Ирина Николаевна – руководитель терапевтического отделения Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, д.м.н.

Шахова Светлана Сергеевна – врач-лаборант клинико-диагностической лаборатории Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, к.м.н.

Барабаш Лидия Владимировна – ведущий научный сотрудник терапевтического отделения Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, к.м.н.

Кремено Светлана Владимировна – старший научный сотрудник терапевтического отделения Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России, к.м.н.

Natural adaptogenes on the basis of beekeeping products in the correction of fatigue during the recovery period of the annual training cycle for athletes of winter coordination sports

¹A. O. NAUMOV, ²I. N. SMIRNOVA, ²S. S. SHAKHOVA, ²L. V. BARABASH, ²S. V. KREMENO

¹Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

²Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the FMBA of Russia, Tomsk, Russia

Information about the author:

Andrey Naumov – M.D., Deputy Chief Physician for General Issues of the Siberian State Medical University, Junior Researcher of the Neurological Department of the Branch Tomsk Scientific Research Institute of Balneology and Physiotherapy of the Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Irina Smirnova – M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Therapeutic Department of the Branch Tomsk Scientific Research Institute of Balneology and Physiotherapy of the Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Svetlana Shakhova – M.D., Ph.D. (Medicine), Laboratory Doctor of the Clinical Diagnostic Laboratory of the Branch Tomsk Scientific Research Institute of Balneology and Physiotherapy of the Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Lidiya Barabash – M.D., Ph.D. (Medicine), Leading Researcher of the Therapeutic Department of the Branch Tomsk Scientific Research Institute of Balneology and Physiotherapy of the the Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Svetlana Kremeno – M.D., Ph.D. (Medicine), Senior Researcher of the Therapeutic Department of the Branch Tomsk Scientific Research Institute of Balneology and Physiotherapy of the the Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Цель исследования: оценка эффективности применения продуктов пчеловодства для коррекции признаков переутомления в восстановительном периоде у спортсменов сложнокоординационных видов спорта. **Материалы и методы:** проведено исследование у 40 спортсменов сложнокоординационных зимних видов спорта в возрасте от 15 до 21 года (средний возраст 19,05±3,42): основная группа (24 человека) в течение 25 дней восстановительного периода принимали 10% водно-спиртовой экстракт личинок восковой моли; контрольная группа (16 человек) – сухое адсорбированное пчелиное маточное молочко. Изучались показатели гемопоза, иммунного и гормонального статусов, физическая работоспособность. **Результаты:** после курсового приема продуктов пчеловодства в обеих группах спортсменов отмечалось снижение концентрации ФНО-α и ИЛ-4, повышение ИЛ-1β и ИЛ-6 в пределах референсных значений. На фоне применения экстракта личинок восковой моли, кроме этого, выявлено снижение ЦИК (p=0,010), увеличение содержания лимфоцитов CD 3+, CD 19- (p=0,028), лимфоцитов CD 3+, CD 4+ (p=0,016), признаки стимуляции эритропоза в виде увеличения эритроцитов (p=0,016) и ретикулоцитов p=0,027), а также повышение уровня тестостерона (p=0,038) и показателей физической работоспособности (p=0,041; p=0,034), более выраженные, чем при при-

менении адсорбированного маточного молочка. **Выводы:** применение экстракта личинок восковой моли в восстановительный период способствовало более выраженному по сравнению с пчелиным маточным молочком улучшению состояния кислород-обеспечивающей системы крови, коррекции иммунологического дисбаланса и гормональных параметров адаптации и сохранению достигнутого в соревновательный период уровня физической работоспособности.

Ключевые слова: сложнокоординационные зимние виды спорта; восстановительный период; иммунный статус; физическая работоспособность; экстракт личинок восковой моли; маточное молочко.

Для цитирования: Наумов А.О., Смирнова И.Н., Шахова С.С., Барабаш Л.В., Кремено С.В. Природные адаптогены на основе продуктов пчеловодства в коррекции переутомления в восстановительный период годового цикла подготовки у спортсменов зимних сложнокоординационных видов спорта. 2017. Т.7, №3. С. 79-85. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.79.

Objective: to evaluate the effectiveness of the application of bee products in correction of signs of fatigue during the recovery period in athletes of complex coordination sports. **Materials and methods:** 40 athletes of complex winter sports 15-21 years old (mean age – 19.05±3.42 years (M±m)) were examined: the main group (24 people) received 10% aqueous-alcoholic extract of bee moth larvae during 25 days of the recovery period; control group (16 persons) received dry adsorbed royal jelly. The parameters of hematopoiesis, immune and hormonal status, physical working capacity were studied. **Results:** a decrease in the concentration of TNF- α and IL-4, and increase in IL-1 β and IL-6 within the reference values was established after the course of beekeeping products intake in both groups of athletes. The administration of the bee moth larva extract resulted in a decrease in the CIC ($p = 0.010$), an increase in the CD3 +, CD 19- lymphocytes ($p = 0.028$), CD3 +, CD4 + lymphocytes ($p = 0.016$), and signs of stimulation of erythropoiesis in the form of an increase in erythrocytes ($p = 0.016$) and reticulocytes ($p = 0.027$), as well as an increase in testosterone ($p = 0.038$) and physical performance ($p = 0.041$; $p = 0.034$), that was more pronounced in comparison with the royal jelly intake. **Conclusions:** the use of bee moth larva extract in the recovery period resulted in more significant improvement in the state of the oxygen-providing blood system, correction of the immunological imbalance and hormonal parameters of adaptation, and preservation of the level of physical fitness achieved in the competitive period in comparison with royal jelly.

Key words: high-coordination winter sports; recovery period; immune status; physical capability; extract of bee moth larvae; royal jelly.

For citation: Naumov AO, Smirnova IN, Shakhova SS., Barabash LV, Kremeno SV. Natural adaptogenes on the basis of beekeeping products in the correction of fatigue during the recovery period of the annual training cycle for athletes of winter coordination sports. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):79-85. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.79.

Введение

Известно, что в восстановительный период годового цикла подготовки спортсменов возможны проявления срыва регуляторных механизмов и ухудшение уровня здоровья спортсмена в целом. Рядом исследователей было показано, что после значительных физических нагрузок может развиваться супрессия пролиферативного потенциала лимфоцитов, что ведет к снижению системного иммунитета [1-3] и повышению восприимчивости организма спортсменов к инфекциям – феномен «открытого окна» [4, 5]. Теория «открытого окна» связывает всплеск заболеваемости спортсменов с кратковременной супрессией иммунной системы под влиянием чрезмерных физических нагрузок [6, 7]. Причиной формирования так называемого «открытого окна» является нарушение нейрогуморальной регуляции вследствие высоких физических нагрузок. Данный феномен характерен для всех видов спорта без исключения [4, 5]. Доказано, что снижается доля форменных клеток крови, отвечающих за иммунный ответ, и уменьшается фагоцитарная активность [8, 9].

Следовательно, одной из задач медико-биологического сопровождения спортсмена в восстановительный период является повышение адаптационных возможностей организма за счет стимуляции системного иммунитета и восполнения витаминного и микроэлементного дефицита. При этом на фоне ужесточения требований антидопингового комитета особое место в спортивной медицине отводится препаратам природного происхождения. Одной из перспективных групп фармакологических препаратов и продуктов питания, содержащих высокоактивные биологические вещества, по мнению

многих авторов, являются продукты пчеловодства [10-12]. Их особенностью является высокая концентрация органических и минеральных веществ, биологически активных субстанций, являющихся по сути природными адаптогенами. В частности, маточное молочко активно используется в спортивной медицине с целью стимуляции пролиферации иммунокомпетентных клеток и как источник энергетических субстратов и незаменимых аминокислот [10, 13].

В последнее время при выборе средств коррекции иммунных нарушений возрастает интерес к экстракту из личинок восковой моли (Мелонелла галлерия) как высокоэффективному природному иммуномодулятору. Доказано, что экстракт личинок восковой моли является «банком» биологически активных веществ и содержит витамины, минеральные вещества, полный набор аминокислот, липиды и высшие жирные кислоты (в том числе, незаменимые линолевую и линоленовую), эндогенные стероидные гормоны насекомых (экдистерон, экдизон, 3-эпиэкдизон, 3-эпигидроксиэкдизон), которые оказывают анаболическое, адаптогенное, противовоспалительное, иммуномодулирующее и кардиопротекторное действие. Экстракт личинок восковой моли способствует улучшению дренажной функции бронхов, а также обладает бактерицидной активностью за счет наличия уникального фермента церразы, способного разрушать жировосковую субстанцию клеточной оболочки микробных возбудителей [14-18].

В состав некоторых препаратов и БАД на основе экстракта личинок восковой моли входит еще один важный фактор коррекции признаков переутомления – йод, особенно его органические соединения в виде, например,

йодказеина. В частности, показана высокая эффективность и безопасность йодсодержащих препаратов в целях повышения физической работоспособности спортсменов различных видов спорта [19].

Целью работы явилось изучить лабораторно-функциональное обоснование применения природных адаптогенов на основе продуктов пчеловодства для коррекции признаков переутомления в восстановительном периоде у спортсменов сложнокоординационных видов спорта.

Материалы и методы исследования

Проведено рандомизированное обследование 40 спортсменов зимних сложнокоординационных видов спорта (фристайл, прыжки с трамплина, сноуборд, горные лыжи) в возрасте от 15 до 21 года (средний возраст $19,05 \pm 3,42$), из них 11 (27,5%) женщин и 29 (72,5%) мужчин. Спортсмены были разделены на 2 группы, сопоставимые по полу, возрасту и исходным клинико-функциональным данным. Спортсмены основной группы (группа I, $n=24$) принимали 10% водно-спиртовой экстракт личинок восковой моли, содержащий йодказеин 448-672 мкг/100 г, в суточной дозе из расчета 1 капля на 1 кг веса, длительность курса 25 дней. Спортсмены группы сравнения (группа II, $n=16$) принимали в течение данного периода сухое адсорбированное пчелиное маточное молочко в дозе 30 мг/сутки, выбор которого обусловлен наиболее изученным механизмом его воздействия у спортсменов, а также наличием ГОСТ на его производство и включением его в Реестр лекарственных препаратов («Апилак»).

Гематологический анализ проводили на гематологическом анализаторе MEK 7222 (Nihon Kohden, Япония). Концентрации интерлейкинов (ИЛ-1 β , ИЛ-4, ИЛ-6, ФНО- α) определяли методом иммуноферментного анализа с помощью наборов «ВекторБест» (Россия), на фотометре Stat Fax 303 Plus («Awareness Technology», США). Абсолютное и процентное содержание субпопуляций лимфоцитов определяли на проточном цитометре Gallios Flow Cytometer (Beckman Coulter, США). Уровень кортизола и тестостерона определяли на иммунохимическом анализаторе Immulite 1000 (DPS, США). Функциональные методы диагностики проводились с использованием комплекса для проведения стресс-тестов Cardiovit AT-104 Esp., в комплекте с велоэргометром ERG-911 BP (Шиллер, Швейцария). Общую физическую работоспособность (тест PWC170) определяли по методике В.Л. Карпмана.

Обследование и лечение проводилось в соответствии со стандартами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (2003), все спортсмены, участвующие в исследовании, давали информированное добровольное согласие на проведение исследования.

Полученные результаты обработаны с помощью статистического пакета PASW Statistics 18, версия 18.0.0 (30.07.2009) (SPSS Inc., USA, обладатель лицензии – ФГБУН ТНИИКиФ ФМБА России).

Результаты и их обсуждение. Анализ показателей гуморального иммунитета выявил, что к началу восстановительного периода у 10 (42%) спортсменов в основной группе и у 7 (40%) в группе сравнения отмечался низкий уровень IgM и высокий уровень ЦИК, что свидетельствовало о признаках иммунной дисфункции, характерного для переутомления после окончания соревновательного периода [6, 7]. Со стороны клеточного иммунитета отмечали низкие относительные значения лимфоцитов с кластерами дифференцировки CD3+ CD8 у 2 (8%) спортсменов и CD 3+ CD 4+ у 2 (8%) человек. При этом средние значения показателей системного иммунитета, с которыми подошли спортсмены основной и контрольной группы к началу восстановительного периода находились в пределах референтных значений.

На фоне приема адаптогенов концентрация иммуноглобулинов не изменилась (табл. 1).

В то же время со стороны цитокинового профиля в обеих группах спортсменов было обнаружено существенное снижение концентрации ФНО- α и ИЛ-4, в то время как концентрация ИЛ-1 β и ИЛ-6 повысилась.

Возможно, такая динамика связана с тем, что ИЛ-6 и ИЛ 1 β относятся к категории ранних медиаторов воспаления. Подобное свойство имеет особое значение в быстром формировании реакции организма. Кроме того, эти цитокины стимулируют пролиферацию и дифференциацию клеток и реакции гемопоэза, вследствие потенцирования действия ИЛ-3, что имеет большое значение для быстрого восстановления нарушенных функций организма спортсменов [4, 5].

Также у спортсменов основной группы значительно снизился средний уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) (табл. 1), а также уменьшилось количество спортсменов с низким уровнем IgM (с 42% до 25% $\chi^2=6,48637$, $p=0,011$) и с высоким уровнем ЦИК (с 13% до 4% $\chi^2=5,20733$, $p=0,022$). В группе сравнения число спортсменов с измененными значениями указанных показателей не изменилось.

Со стороны клеточного иммунитета в основной группе отмечалось увеличение средних значений Т-хелперов (Лимфоциты CD3+, CD4+) и маркеров В-клеточной дифференциации (Лимфоциты CD3+, CD19-). При этом увеличение относительных значений лимфоцитов CD3+, CD4+ (с $40,63 \pm 6,77$ до $45,63 \pm 5,32$, $p=0,043$) и лимфоцитов CD3+, CD19- (с $72,05 \pm 4,85$ до $76,68 \pm 3,96$, $p=0,018$) прослеживалась в основном у юношей I группы. Среди других показателей клеточного иммунитета статистически значимых изменений как в основной, так и в контрольной группе не отмечалось (табл. 2).

Оценка состояния процессов гемопоэза, в частности, эритропоэза, показала, что прием экстракта личинок восковой моли с йодказеином способствовал увеличению количества эритроцитов и ретикулоцитов. В группе

Таблица 1

Показатели гуморального иммунитета спортсменов в восстановительный период на фоне приема адаптогенов (M±σ)

Table 1

Indicators of humoral immunity of sportsmen in the recovery period against the background of adaptogen intake (M±σ)

Показатели	Основная группа (n=24)			Контрольная группа(n=16)			P ₁₋₂
	До приема	После приема	p	До приема	После приема	p	
IgA, г/л (норма 1,25-2,9)	2,02±0,84	1,87±0,80	0,902	1,95±0,74	1,97±0,93	0,776	0,834
IgM, г/л (норма 1,03-2,2)	1,26±1,05	1,28±0,89	0,261	1,54±0,85	1,42±0,88	0,103	0,893
IgG, г/л (норма 8,4-17,0)	11,74±2,07	11,35±2,14	1,000	11,64±2,18	11,56±1,58	0,833	0,718
ФНО-α, пг/мл (норма 0-6)	2,00±0,45	1,55±0,99	0,014	2,22±0,61	1,18±0,24	0,008	0,050
ИЛ 1β, пг/мл (норма 0-11)	1,13±0,29	3,03±6,82	0,002	0,85±0,29	1,26±0,28	0,027	0,085
ИЛ 4, пг/мл (норма 0-13)	1,35±0,28	1,07±0,20	0,007	1,73±0,46	1,23±0,25	0,011	0,036
ИЛ 6, пг/мл (норма 0-10)	1,52±0,7	2,99±2,77	0,017	1,31±0,57	1,93±1,02	0,021	0,438
ЦИК, усл.ед. (норма 45-90)	58,46±27,04	46,67±27,21	0,010	68,08±28,54	47,38±35,69	0,110	1,000

Примечание: p – уровень значимости различий

Таблица 2

Динамика показателей клеточного звена иммунитета спортсменов в восстановительный период на фоне приема адаптогенов (M±σ)

Table 2

Dynamics of cellular immunity of sportsmen in the recovery period against the background of adaptogen intake (M±σ)

Показатели	Основная группа (n=24)			Контрольная группа(n=16)			P ₁₋₂
	До приема	После приема	p	До приема	После приема	p	
Лимфоциты CD 3+, CD 19-, 10 ⁹ /л (норма 1,0-1,9)	1,36±0,40	1,43±0,32	0,382	1,16±0,41	1,29±0,32	0,600	1,000
Лимфоциты CD 3+, CD 4+, 10 ⁹ /л (норма 0,6-1,1)	0,78±0,28	0,84±0,20	0,279	0,65±0,29	0,71±0,17	0,600	0,849
Лимфоциты CD 3+, CD 8+, 10 ⁹ /л (норма 0,3-0,7)	0,49±0,14	0,52±0,15	0,382	0,43±0,14	0,50±0,17	0,463	0,849
Лимфоциты CD 3-, CD 16+, 10 ⁹ /л (норма 0,06-0,3)	0,24±0,18	0,21±0,10	0,754	0,12±0,05	0,21±0,08	0,068	0,296
Лимфоциты CD 3-, CD 19+, 10 ⁹ /л (норма 0,09-0,6)	0,25±0,09	0,24±0,05	0,916	0,24±0,13	0,23±0,09	0,917	0,790
Индекс CD 4+ /CD 8+ (норма 1,5-2,5)	1,64±0,46	1,67±0,35	0,552	1,56±0,62	1,52±0,46	0,753	0,095
Лимфоциты CD 3+, CD 19-, % (норма 61-85)	73,75±5,38	76,06±3,91	0,028	74,62±7,47	76,12±6,19	0,173	0,739
Лимфоциты CD 3+, CD 4+, % (норма 52-76)	42,27±5,94	45,02±5,07	0,016	40,75±5,67	41,96±4,50	0,116	0,102
Лимфоциты CD 3+, CD 8+, % (норма 19-35)	26,98±5,62	27,52±3,48	0,422	28,50±8,41	29,16±6,92	0,345	0,190
Лимфоциты CD 3-, CD 16+, % (норма 8-18)	11,85±6,19	10,93±3,90	0,136	10,39±5,01	12,02±4,85	0,068	0,124

Примечание: p – уровень значимости различий

сравнения, напротив, отмечено снижение концентрации гемоглобина, и, несмотря на то, что количество ретикулоцитов увеличивалось, количество эритроцитов оставалось практически неизменным, что свидетельствовало о некотором торможении процессов созревания эритроцитов. Снижение среднего объема эритроцитов у спортсменов основной группы оставалось в пределах референтных значений и не являлось клинически значимым (табл. 3).

Состояние гормонального статуса в обеих группах демонстрировало повышение анаболических процессов,

о чем свидетельствовало увеличение уровня тестостерона, более выраженное на фоне приема экстракта личинок восковой моли (табл. 4). Отмечена высокая корреляция ($r=0,688$, $p=0,004$) между уровнем тестостерона и количеством эритроцитов у спортсменов основной группы.

Применение апиадаптогенов в восстановительный период годового цикла подготовки способствовало повышению уровня физической работоспособности. Проведенное обследование показало, что в основной группе на фоне приема экстракта личинок восковой моли с йод-

Таблица 3

Показатели кислород-обеспечивающей системы крови спортсменов в восстановительный период на фоне приема адаптогенов (M±σ)

Table 3

Indicators of oxygen-providing blood system of sportsmen in the recovery period against the background of adaptogen intake (M±σ)

Показатели	Основная группа (n=24)			Контрольная группа (n=16)			P ₁₋₂
	До приема	После приема	p	До приема	После приема	p	
Гемоглобин, г/л (норма м: 130-175, ж: 120-155)	149,2±11,8	144,9±12,8	0,065	147,3±12,4	145,0±15,7	0,031	0,555
Гематокрит, % (норма 36-56)	42,4±2,7	41,5±2,9	0,222	42,5±2,7	42,3±3,5	0,306	0,525
Эритроциты, 10 ¹² /л (норма м: 3,5-5,3)	4,9±0,4	4,9±0,3	0,016	4,9±0,46	5,0±0,4	0,248	0,311
MCV Средний объем эритроцитов, фл (норма: 80-100)	87,5±4,4	85,0±3,7	0,000	85,2±9,2	84,5±3,5	0,247	0,691
МСНС, Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, г/л (норма: 310-370)	350,3±8,6	347,1±8,0	0,258	348,8±7,9	348,5±8,2	0,608	0,746
Ретикулоциты, ‰ (норма: 2-12)	4,9±2,2	7,7±2,9	0,027	3,6±1,3	7,0±2,5	0,088	0,644
Железо, мкмоль, (норма 8,8-30,0)	17,8±7,5	16,13±8,1	0,931	16,7±6,3	14,0±11,0	0,314	0,819
Общая железосвязывающая способность сыворотки, мкмоль (норма 44,7-71,6)	62,7±7,1	63,5±6,7	0,901	68,2±11,5	65,4±10,4	0,424	0,790

Примечание: p – уровень значимости различий

Таблица 4

Показатели гормонального статуса спортсменов в восстановительный период на фоне приема адаптогенов (M±σ)

Table 4

Indicators of the hormonal status of sportsmen during the recovery period on the background of adaptogen intake (M±σ)

Показатели	Группа 1 (n= 24)			Группа 2 (n= 16)			P ₁₋₂
	До приема	После приема	p	До приема	После приема	p	
Кортизол, мг/дл (норма 11,3-25)	16,69±4,43	16,99±5,9	0,114	14,17±3,49	14,95±5,05	1,000	0,879
Тестостерон, нг/дл (норма, м: 105-545)	438,33±148,24	533,13±194,0	0,038	423,43±107,06	555,88±253,69	0,893	0,262
Тестостерон, нг/дл (норма, ж: 20-40)	27,48±10,0	32,08±11,9	0,500	23,98±5,45	28,47±7,60	0,180	0,455

Примечание: p – уровень значимости различий

казеином диагностировался статистически значимый рост относительных средних значений PWC₁₇₀ и PWC₁₅₀ преимущественно у спортсменов мужского пола. В условиях отсутствия значительных физических нагрузок не было отмечено статистически значимого роста уровня МПК спортсменов и соответственно METs. В группе контроля динамики изученных показателей выявлено не было ни в целом по группе, ни в зависимости от пола (табл. 5).

Таким образом, прием природных адаптогенов на основе продуктов пчеловодства способствует цитокин-продуцирующей функции иммунокомпетентных клеток как на фоне приема сухого адсорбированного пчелиного маточного молочка, так и экстракта личинок восковой моли. Выявленная динамика цитокинов может быть расценена как определенный этап стимулирующего эффекта биологически активных компонентов (нуклеотиды, нуклеозиды и их производные, свободные аминокисло-

ты, сахара и жирные кислоты, биологически важные микроэлементы, и высокомолекулярные соединения ароматических комплексов с аминокислотами и сахарами), входящих в состав используемых препаратов. Вероятно, динамика цитокинового статуса связана с тем, что ИЛ-6 относится к категории ранних медиаторов. Подобное свойство имеет особое значение в быстром формировании реакции организма. Кроме того, этот цитокин стимулирует пролиферацию клеток и реакции гемопоэза, что имеет большое значение для быстрого восстановления нарушенных функций организма спортсменов.

Прием экстракта личинок восковой моли в восстановительный период способствовал более выраженному улучшению состояния кислород-обеспечивающей системы крови, а именно повышению количества ретикулоцитов и эритроцитов, стимуляции клеточного и гуморального иммунитета. Возможно, компоненты экстракта являются необходимыми для запуска каскадных реакций

Таблица 5

Динамика показателей велоэргометрии спортсменов в восстановительный период на фоне приема адаптогенов ($M \pm \sigma$)

Table 5

Dynamics of indicators of veloergometry of sportsmen in the recovery period against the background of adaptogen intake ($M \pm \sigma$)

Показатели	Основная группа (n=24)			Контрольная группа (n=16)			P ₁₋₂
	До приема	После приема	p	До приема	После приема	p	
Макс. нагр, Вт	168,42±24,8	169,74±31,8	0,782	167,31±27,74	168,07±26,1	0,496	0,792
METs	10,73±1,84	10,83±1,99	0,952	9,97±1,52	10,11±2,06	0,503	0,291
PWC ₁₅₀ , Вт	134,21±26,02	141,26±28,31	0,089	128,54±24,18	126,07±23,6	0,305	0,318
PWC ₁₇₀ , Вт	168,84±30,26	173,47±36,06	0,191	166,76±30,17	154,54±32,99	0,138	0,388
PWC ₁₅₀ отн, Вт/кг	2,07±0,29	2,20±0,21	0,041	1,96±0,27	1,92±0,39	0,270	0,039
PWC ₁₇₀ отн, Вт/кг	2,61±0,36	2,79±0,31	0,034	2,56±0,38	2,51±0,31	0,345	0,022
ПМ, Вт/кг	2,67±0,30	2,78±0,35	0,647	2,57±0,29	2,60±0,33	0,715	0,239
VO ₂ -peak, л/мин	37,08±6,26	38,23±5,95	0,913	34,38±5,34	34,72±6,91	0,155	0,406
O ₂ -пульс, мл/уд	13,83±3,29	14,86±3,41	0,507	13,06±3,16	13,56±4,04	0,109	0,746

Примечание: p – уровень значимости различий

в стимуляции эритропоэза и клеточной пролиферации.

Состояние физической работоспособности на фоне приема адаптогенов в восстановительный период изменялось незначительно, однако при этом экстракт личинок восковой моли показал несколько большую эффективность, чем маточное молочко. Аналогичная динамика прослеживалась и при анализе показателей гормонального статуса.

Таким образом, на основании оценки состояния физической работоспособности, эритропоэза, гормонального и иммунологического статуса можно сделать вывод о целесообразности коррекции лабораторно-функциональных признаков нарушения гомеостаза и переутомления в восстановительный период путем внутреннего приема экстракта личинок восковой моли.

Выводы

1. Высокая биологическая активность природных адаптогенов на основе продуктов пчеловодства, а именно сухого адсорбированного пчелиного маточного молочка и водно-спиртового экстракта личинок восковой моли с йодказеином, позволяет уменьшать клинико-лабораторные проявления переутомления и дезадаптации у спортсменов в восстановительном периоде годичного цикла подготовки.

2. Курсовое применение водно-спиртового экстракта личинок восковой моли с йодказеином в восстановительный период способствовало более выраженному, по сравнению с пчелиным маточным молочком, улучшению состояния кислород-обеспечивающей системы крови, коррекции иммунологического дисбаланса и гормональных параметров адаптации, а также сохранению достигнутого в соревновательный период уровня физи-

ческой работоспособности.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Sharma R, Coats AJ, Anker SD. The role of inflammatory mediators in chronic heart failure: cytokines, nitric oxide, and endothelin-1. *Int. J. Cardiology*. 2000;72(2):175-186.
2. Lannergard A, Fohlman J, Wesslen L, Friman CC. Immune function in Swedish elite orienteers. *Scand. J. Med. Sci Sports*. 2001;11(5):259.
3. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. СПб.: Гиппократ, 1995. 448 с. / Zemcovskiy EV. Sportivnaya kardiologiya. Saint-Petersburg, Gippokrat, 1995. 448 p. (in Russian).
4. Хаитов Р.М. Физиология иммунной системы. М.: ВИНТИ РАН, 2005. 428 с. / Haitov RM. Fiziologiya immunnoy sistemy. Moscow, VINITI RAN, 2005. 428 p. (in Russian).
5. Гаврилова Е.А. Стрессорный иммунодефицит у спортсменов. М.: Советский спорт, 2009. 192 с. / Gavrilova EA. Stressorniy immunodefitsit u sportsmenov. Moscow, Sovetskiy sport, 2009. 192 p. (in Russian).
6. Афанасьева И.А. Иммунный гомеостаз у спортсменов высокой квалификации: Автореф. докт. дисс. Смоленск, 2012. 41 с. / Afanaseva IA. Immunnyi gomeostaz u sportsmenov vysokoy kvalifikatsii. Avtoref. dokt. diss. Smolensk, 2012. 41 p. (in Russian).
7. Афанасьева И.А., Левин М.Я. Функциональная характеристика иммунной защиты в зависимости от периода тренировочного цикла // Актуальные проблемы и перспективы развития физической культуры в высших учебных заведениях Минсельхоза России: материалы Всероссийской научно-прак-

тической конференции. Ижевск, 2007. С. 87-88. / Afanaseva IA, Levin MYa. Functional characteristics of the immune defense depending on the period of the training cycle. Actual problems and prospects for the development of physical culture in higher education institutions of the Ministry of Agriculture of Russia (Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference), Izhevsk, 2007. P. 87-88. (in Russian).

8. **Базарин К.П., Савченко А.А.** Изменение функциональной активности нейтрофилов крови под влиянием физических нагрузок // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 40-41. / Bazarin KP, Savchenko AA. Change in the functional activity of blood neutrophils under the influence of physical activity. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(1):40-41. (in Russian).

9. **Мокеева Е.Г., Сперанский В.В., Плечев Г.И., Мокеев Г.И.** Иммунотропные и адаптогенные возможности оксиметилурацила в спортивной медицине // Медицинская иммунология. 2001. Т.3, №2. С. 330-334. / Mokeeva EG, Speranskiy VV, Plechev GI, Mokeev GI. Immunotropic and adaptogenic capabilities of oxymethyluracil in sports medicine. Medicinskaya immunologiya. 2001;3(2):330-334. (in Russian).

10. **Кулиненко О.С.** Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат. М.: Советский спорт, 2006. 240 с. / Kulinenkov OS. Farmakologicheskaya pomoshch sportsmenu: korrekciya faktorov, limitiruyushchih sportivniy rezultat. Moscow, Sovetskiy sport, 2006. 240 p. (in Russian).

11. **Дубровский В.И.** Реабилитация в спорте. М.: Академия, 1991. 206 с. / Dubrovskiy VI. Reabilitatsiya v sporte. Moscow, Akademiya, 1991. 206 p. (in Russian).

12. **Сейфулла Р.Д.** Спортивная фармакология. Справочник. М.: ИПК «Московская правда», 1999. 120 с. / Seyfulla RD. Sportivnaya farmakologiya. Spravochnik. Moscow, IPK «Moskovskaya pravda», 1999. 120 p. (in Russian).

13. **Проект** Европейского общества по безопасности пищевых продуктов // Официальный сайт группы EFSA по диетическим продуктам, питанию и аллергии «Научное мнение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wellwaylife.com/efsa.pdf> / European Society for Food Safety Project (2011). Available at: <http://wellwaylife.com/efsa.pdf> (accessed 4 September 2011).

14. **Мухортов С.А., Субботин Е.А., Волощенко Л.Г., Епанчинцева Л.В., Симонова О.Г.** Иммуномодулирующий эффект экстракта «Мелонелла» из личинок восковой моли (*Galleria Melonella* L.) // Паллиативная медицина и реабилитация. 2004. №2. С. 114. / Muhortov SA, Subbotin EA, Voloshhenko LG, Epanchinceva LV, Simonova OG. Immunomodulating effect of «Melonella» extract from wax moth larvae (*Galleria Mellonella* L.). Palliativnaya meditsina i reabilitatsiya. 2004;(2):114. (in Russian).

15. **Мухортов С.А., Субботин Е.А.** Влияние экстракта из личинок большой восковой моли «Мелонелла» на функциональное состояние кардиореспираторной системы // Паллиативная медицина и реабилитация. 2004. №2. С. 116. / Muhortov SA, Subbotin EA. Effect of the extract from the larvae of the large wax moth «Melonella» on the functional state of the

cardiorespiratory system. Palliativnaya meditsina i reabilitatsiya. 2004;(2):116. (in Russian).

16. **Мухортов С.А., Сметанин А.Г., Семитко А.П., Субботин Е.А., Лукьянова Л.И.** Применение экстракта из восковой моли «Мелонелла» в лечении туберкулеза легких // Паллиативная медицина и реабилитация. 2004. №2. С. 97-98. / Muhortov SA, Smetanin AG, Semitko AP, Subbotin EA, Lukiyanova LI. Application of an extract from wax moth «Melonella» in the treatment of pulmonary tuberculosis. Palliativnaya meditsina i reabilitatsiya. 2004;(2):97-98. (in Russian).

17. **Hoffmann D, Hultmark D, Boman HG.** Insect immunity: *Galleria mellonella* and other lepidoptera have cecropia P9-like Factors active against Gram negative bacteria. Insect Biochem. 1981;11:537-548.

18. **Рачков А.К., Рачкова М.А.** Апитерапия (пособие для врачей). Рязань, 2003. 250 с. / Rachkov AK, Rachkova MA. Apiterapiya (posobie dlya vrachey). Ryazan, 2003. 250 p. (in Russian).

19. **Манукян Н.В., Оганесян А.С.** Йод и физическая работоспособность спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. №4. С. 102-107. / Manukyan NV, Oganesyuan AS. Iodine and physical performance athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2014;(4):102-107. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Наумов Андрей Олегович – заместитель главного врача по общим вопросам ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, младший научный сотрудник неврологического отделения Филиала ТНИИКиФ ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России

Адрес: 634026, Россия, г. Томск, ул. Розы Люксембург, д. 1
Тел. (раб): +7 (3822) 901-101
Тел. (моб): +7 (906) 956-76-44
E-mail: naumkz@yandex.ru

Responsible for correspondence:

Andrey Naumov – M.D., Deputy Chief Physician for General Issues of the Siberian State Medical University, Junior Researcher of the Neurological Department of the Branch Tomsk Scientific Research Institute of Balneology and Physiotherapy of the Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Address: 1, R. Luxemburg St., Tomsk, Russia
Phone: +7 (3822) 90-11-01
Mobile: +7 (906) 956-76-44
E-mail: naumkz@yandex.ru

Дата направления статьи в редакцию: 24.01.2017

Received: 24 January 2017

Статья принята к печати: 03.02.2017

Accepted: 3 February 2017

Занятость спортом и уровень двигательной активности учащихся

¹Р. Т. КАМИЛОВА, ²З. Ф. МАВЛЯНОВА, ¹Б. Э. АБДУСАМАТОВА, ¹Л. И. ИСАКОВА

¹Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профзаболеваний
Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

²Самаркандский Государственный медицинский институт
Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан,
Самарканд, Узбекистан

Сведения об авторах:

Камилова Роза Толановна – заместитель директора по научной работе, зав. лабораторией гигиены детей и подростков НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний МЗ РУз, проф., д.м.н.

Абдусаматова Барно Эркиновна – младший научный сотрудник лаборатории гигиены детей и подростков НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний МЗ РУз

Мавлянова Зилола Фархадовна – декан факультета усовершенствования врачей, зав. кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины Самаркандского государственного медицинского института Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, доцент, к.м.н.

Исакова Лола Исаковна – старший научный сотрудник-соискатель НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний МЗ РУз

Sport employment and the level of the physical activity of the students

¹R. T. KAMILOVA, ²Z. F. MAVLYANOVA, ¹B. E. ABDUSAMATOVA, ¹L. I. ISAKOVA

¹Research Institute of Sanitation, Hygiene and Occupational Diseases of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan

²Samarkand State Medical Institute of the Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan,
Samarkand, Uzbekistan

Information about the authors:

Roza Kamilova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Deputy Director for Science, Head of the Laboratory of Hygiene of Children and Adolescents of the Research Institute of Sanitation, Hygiene and Occupational Diseases of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan

Barno Abdusamatova – Junior Researcher of the Laboratory of Hygiene of Children and Adolescents of the Research Institute of Sanitation, Hygiene and Occupational Diseases of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan

Zilola Mavlyanova – M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Prof., Dean of the Faculty of Advanced Medical, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine of the Samarkand State Medical Institute of the Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan

Lola Isakova – Senior Fellow-Competitor of the Research Institute of Sanitation, Hygiene and Occupational Diseases of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan

Цель исследования: определить структуру и уровень двигательной активности детей, занимающихся и не занимающихся спортом. **Материалы и методы:** обследованию подлежали учащиеся от 7 до 18 лет (средний возраст $14 \pm 0,25$), обучающиеся в общеобразовательной школе, академическом лицее и профессионально-техническом лицее г. Ташкента. Для выявления видов спорта, которыми занимаются и хотели бы заниматься учащиеся, методом анкетного опроса проведены социологические исследования среди 514 детей, в т.ч. 237 девочек и 277 мальчиков. Для определения уровня двигательной активности проведен анализ хронометражных карт, заполненных учащимися (по 8-9 человек каждого возраста и пола). Все обследованные дети были разделены на 2-е группы: 1-ая группа – учащиеся, занимающиеся спортом; 2-ая группа – учащиеся, не занимающиеся спортом. **Результаты:** из общего количества обследованных 43,8% учащихся занимались в спортивных секциях (1-ая группа), причем мальчики в 2,4 раза чаще, чем девочки. Наибольшее количество мальчиков занимаются различными видами единоборств, сложнокоординационными и командными видами спорта; большинству девочкам присущи сложнокоординационные и ациклические виды спорта скоростно-силовой направленности. **Выводы:** более 1/2 части детей-спортсменов, помимо основного вида спорта, хотели бы дополнительно заниматься еще каким-либо видом, тренировочные занятия которого были бы направлены на развитие других групп мышц. 78,1% детей, не занимающихся спортом (2-ая группа) хотели бы посещать спортивные секции. Услугами объектов физкультурно-спортивного назначения достоверно чаще пользуются учащиеся-спортсмены, по сравнению с детьми 2-ой группы. Продолжительность времени двигательной активности соответствовала гигиеническим возрастным нормам только у мальчиков-спортсменов.

Ключевые слова: спорт; двигательная активность; ученики; образовательные учреждения; здоровый образ жизни; физическая культура; спортивная секция.

Для цитирования: Камилова Р.Т., Мавлянова З.Ф., Абдусаматова Б.Э., Исакова Л.И. Занятость спортом и уровень двигательной активности учащихся // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 86-91. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.86.

Objective: to determine the structure and the level of physical activity of sedentary children, and those, who practice sports. **Materials and methods:** the study included 514 children, including 237 girls and 277 boys 7-18 years old (mean age – 14 ± 0.25 years ($M \pm m$)) from regular school, academic lyceum and vocational lyceum in Tashkent. Participants were interviewed with a questionnaire to identify sports that they were engaged in and sports that they would like to be engaged in. To determine the level of physical activity we analyzed the participation time records (for 8-9 people in each age and gender group). All examined children were divided into 2 groups: 1st group – who regularly practice sports; 2nd group – sedentary children. **Results:** 43.8% of participants were engaged in sports, and the boys were involved in sport 2.4 times more often than girls. The majority of boys were engaged in different types of martial arts, coordination and team sports; the majority of girls was engaged in coordination and strength and power sports. **Conclusions:** more than half of children-athletes, in addition to the main type of sports, would like to have another kind of sport activity to train other muscle groups. 78.1% of children not involved in sports would like to visit the sports section. The duration of physical activity met the requirements only in male athletes.

Key words: sport; physical activity; physical education; healthy lifestyle; sports section.

For citation: Kamilova RT, Mavlyanova ZF, Abdusamatova BE, Isakova LI. Sport employment and the level of the physical activity of the students. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):86-91. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.86.

К сожалению, многие родители не понимают оздоровительного значения физической культуры и спорта, не уделяют должного внимания физическому воспитанию детей. Поэтому главная задача медицинских работников, педагогов и тренеров - воспитать в детях стремление заботиться о своем здоровье, основанное на их заинтересованности в занятиях физкультурой и спортом, которые способствуют физическому и духовному совершенствованию человека. Процесс формирования интереса к занятиям физической культурой и спортом – это длительный процесс и начинается он с элементарных гигиенических знаний, которые должны прививаться ребенку, начиная с раннего детства [1].

По данным некоторых социологических исследований, от 3,5% до 24,3% детей школьного возраста занимаются спортом [2, 3]. В то же время современные школьники достаточно объективно оценивают, как значение физической культуры и спорта в их жизни, так и состояние собственной физической подготовленности и совершенно определенно склоняются к увеличению числа уроков физкультуры до 3-4 в неделю, при этом они хотели бы заниматься на уроках одним из интересующих их видов спорта [2].

В последние годы среди населения Узбекистана проводится широкая пропаганда здорового образа жизни. Детский спорт обрел массовый характер, т.к. воспитание здорового поколения является одним из приоритетных направлений Государственной политики в Узбекистане. При этом у современных детей Узбекистана имеются большие возможности заниматься физкультурой и спортом в свободное время, что связано с повсеместным ростом сети спортивно-оздоровительных учреждений, особенно в сельской местности, и доступностью их использования. Кроме того, ведется усиленный контроль за организацией физического воспитания в образовательных учреждениях республики, что способствует увеличению уровня двигательной активности детей. В республике традиционно проводятся спортивные игры

«Умид нихоллари» – среди учащихся школ, «Баркамол авлод» – среди молодежи академических лицеев и профессиональных колледжей, а также «Универсиада» – среди студентов высших учебных заведений. Организованные спортивные игры охватывают всю молодежь и служат важным фактором оздоровления генофонда нации, формирования у детей крепкой воли, стойкости, веры в себя и многих других положительных качеств.

Если учесть тот факт, что гипокинезия, являющаяся фактором риска многих заболеваний и снижения функциональных возможностей организма, свойственна многим учащимся, то становится очевидной необходимость оптимизации двигательной активности, повышения эффективности уроков физической культуры в образовательных учреждениях и занятий в спортивных секциях [4-6]. Гигиеническая норма двигательной активности, обеспечивающая нормальный рост и развитие детей, не может быть достигнута без неорганизованных занятий (самостоятельные занятия утренней гимнастикой и физическими упражнениями, активное пребывание на свежем воздухе).

Целью работы являлось определение структуры и уровня двигательной активности детей, занимающихся и не занимающихся спортом.

Объекты, объем и методы исследования

Обследованию подлежали учащиеся от 7 до 18 лет (средний возраст $14 \pm 0,25$), обучающиеся в общеобразовательной школе, академическом лицее и профессионально-техническом г. Ташкента.

Для выявления видов спорта, которыми занимаются и хотели бы заниматься учащиеся, методом анкетного опроса проведены социологические исследования среди 514 детей, в т.ч. 237 девочек и 277 мальчиков. Для определения уровня двигательной активности проведен анализ хронометражных карт, заполненных учащимися (по 8-9 человек каждого возраста и пола). Все обследованные дети были разделены на 2-е группы: 1-ая группа –

учащиеся, занимающиеся спортом; 2-ая группа – учащиеся, не занимающиеся спортом.

Работа выполнена в рамках Государственного грантового проекта АДСС-15.17.1 «Разработка системы гигиенического нормирования условий и организации учебной деятельности, двигательной активности и питания с отслеживанием социального градиента и состояния здоровья детей Узбекистана, занимающихся физкультурой и спортом».

Полученные, в процессе исследования, материалы обработаны с использованием математического анализа, с вычислением основных статистических величин вариационных рядов. Математический анализ произведен по программе «Microsoft Excel».

Результаты исследования и их обсуждение

Выявлено, что 225 детей 1-ой группы (159 мальчиков и 66 девочек) посещали обязательные уроки физической культуры в учебном заведении и дополнительно занимались в спортивных секциях с частотой посещаемости 2-3 раза в неделю по 1,5-2 часа. Во 2-ю группу детей, с пониженной двигательной активностью, было включено 297 учащихся (123 мальчиков и 166 девочек), активность которых ограничивалась только участием в обязательных уроках физической культуры в учебном заведении. Из общего количества обследованных 43,8% учащихся занимались в спортивных секциях, причем мальчики – в 2,4 раза чаще, чем девочки (70,7% против 29,3%).

Из данных таблицы 1 видно, что 50,3% мальчиков занимаются различными видами единоборств; 24,5% – сложнокоординационными видами спорта (в основном – плавание); 15,7% – командными видами спорта (в основном – баскетбол, волейбол, футбол) и остальные мальчики (9,4%) занимаются видами спорта скоростно-силовой направленности (в основном – тяжелая атлетика и спортивная гимнастика) и индивидуально-спортивными играми (в основном, шахматы). В то же время, 48,5% девочкам присущи сложнокоординационные виды спорта (в основном – плавание и спортивные танцы); 39,4% девочек занимались ациклическими видами спорта скоростно-силовой направленности (в основном – художественная гимнастика); 6,1% – предпочитали различные виды единоборств, а остальные 6% девочек занимались командными видами спорта и индивидуальными спортивными играми.

Согласно рекомендациям гигиенистов и физиологов, для гармоничного развития физических качеств организма ребенка, в недельном цикле желателно сочетание двух видов спорта. Например, тренировки в бассейне, которые развивают общую выносливость и силу мышц плечевого пояса и занятия танцами – способствуют развитию координации движений. Определено, что 52% детей-спортсменов хотели бы дополнительно заниматься еще каким-либо видом спорта (табл. 2).

В подавляющем большинстве случаев дети-спортсмены к основному виду спорта выбирали дополнительный

вид, направленный на развитие других групп мышц и физических качеств. При опросе учащихся было выявлено, что 78,1% детей 2-ой группы (39,8% мальчиков и 60,2% девочек) хотели бы заниматься спортом (табл. 3).

Из представленных данных видно, что девочки 2-ой группы в 1,5 раза чаще хотели бы заниматься спортом, чем мальчики не спортсмены; желание девочек было направлено на такие виды спорта, как плавание, художественная гимнастика, большой теннис, каратэ, баскетбол, танцы (спортивные, бальные, национальные).

Определено, что услугами спортивных секций пользовались 52,2% детей, тренажерных залов – 54,6%, бассейнов – 68,9%, футбольных площадок – 54,3%, теннисных кортов – 35,1% и услугами танцевальных кружков пользовались половина опрошенных учащихся (50,8%). В результате сравнительного анализа количественного состава детей 1-ой и 2-ой групп выявлено, что дети-спортсмены, по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом, в 1,1-1,4 раза чаще пользовались услугами объектов физкультурно-спортивного назначения ($P < 0,05 - 0,001$).

Результаты хронометражных исследований, в отношении видов деятельности, характеризующих двигательную активность учащихся, свидетельствовали, что организованная двигательная активность детей в учебных заведениях снижалась в средних и старших классах, была низкой в колледже и лицее. Так, в течение учебного дня в 1-х классах физкультпаузы учителями проводились в 55% случаев, во 2-х классах – в 43,6%, в 3-4-х – только в 10-13% случаев, а начиная с 5-го по 7-е классы – физкультминутки проводились редко и лишь в некоторых классах. Тогда как среди детей более старшего возраста (8-9-е классы, академический лицей и профессиональный колледж) организованные физкультминутки не проводились. В учебных заведениях, во время перемен, девочки в отличие от мальчиков, предпочитали статический отдых. У учащихся 1-ой группы двигательная активность во время перемен в среднем была на 20% выше, чем у сверстников, не занимающихся спортом ($P < 0,01$).

Самостоятельная двигательная активность учащихся была недостаточной и во внеурочное время. Активное пребывание на открытом воздухе было характерно для 85% учащихся младшего и среднего школьного возрастов, тогда как подавляющее большинство учащихся 9-х классов общеобразовательной школы, лицея и колледжа, находясь на свежем воздухе, предпочитали пешие прогулки или статическое положение в кругу друзей. Достоверных различий по количественному составу детей 1-ой и 2-ой групп, в зависимости от частоты и продолжительности активного пребывания на открытом воздухе, не выявлено. Утренней гимнастикой систематически занимались в среднем 27% детей, причем дети 1-ой группы – в 1,7 раза чаще, по сравнению со сверстниками 2-ой группы ($34 \pm 3,31$ против $20 \pm 2,36\%$, $P < 0,001$). На занятия утренней гимнастикой, физической культурой

Таблица 1

Количественное распределение учащихся, в зависимости от вида спорта

Table 1

Quantitative distribution of pupils depending on the sport

Вид спорта	Мальчики			Девочки		
	абс.	%	Ранговое место	абс.	%	Ранговое место
Единоборства	80	50,3	1	4	6,1	3
Сложнокоординационные виды спорта	39	24,5	2	32	48,5	1
Командные виды спорта	25	15,7	3	3	4,5	4
Ациклические виды спорта скоростносиловой направленности	8	5,0	4	26	39,4	2
Индивидуальные спортивные игры	6	3,8	5	1	1,5	5
Управленческие виды спорта	1	0,6	6	-	-	-
Всего:	159	100,0		66	100,0	

Таблица 2

Количественное распределение учащихся-спортсменов, в зависимости от желания дополнительно заниматься каким-либо видом спорта

Table 2

Quantitative distribution of children-athletes depending on desire to be engaged in any additional sport

Вид спорта	Мальчики			Девочки		
	абс.	%	Ранговое место	абс.	%	Ранговое место
Единоборства	27	37,5	1	4	8,9	5
Командные виды спорта	18	25	2	6	13,3	4
Сложнокоординационные виды спорта	21	29,2	3	15	33,3	1
Ациклические виды спорта скоростно-силовой направленности	-	-	-	8	17,8	3
Индивидуальные спортивные игры	3	4,2	4	12	26,7	2
Управленческие виды спорта	3	4,2	5	-	-	-
Всего:	72	100,0		45	100,0	

Таблица 3

Количественное распределение учащихся 2-ой группы, в зависимости от желания заниматься каким-либо видом спорта

Table 3

The quantitative distribution of the pupils of the 2nd group, depending on desire to be engaged in any additional sport

Вид спорта	Мальчики			Девочки		
	абс.	%	Ранговое место	абс.	%	Ранговое место
Единоборства	30	33,3	1	10	7,4	4
Командные виды спорта	26	28,9	2	11	8,1	3
Сложнокоординационные виды спорта	25	27,8	3	72	52,9	1
Индивидуальные спортивные игры	6	6,7	4	1	0,7	5
Ациклические виды спорта скоростно-силовой направленности	3	3,3	5	42	30,9	2
Всего:	90	100,0		136	100,0	
Всего:	72	100,0		45	100,0	

и спортом, на подвижные игры во время прогулок, бег, ходьбу и т.д. учащиеся-спортсмены в среднем затрачивали около 17,4% недельного бюджета времени. Тогда как, у детей 2-ой группы на динамические виды деятельности приходилось не более 14% бюджета времени недели.

Недельная динамика изменений суточной физической деятельности у учащихся обоего пола носила неравномерный характер: самый низкий уровень двигательной активности был зарегистрирован в среду, тогда как в четверг наблюдался значительный подъем, в пятницу он был самым высоким, в субботу, воскресенье и в понедельник наблюдалось равномерное снижение двигательной активности, а во вторник был отмечен значительный спад.

Определено, что во 2-х и 3-х классах у мальчиков и девочек среднесуточная двигательная активность была максимальной, но с возрастом она снижалась. Результаты хронометражных наблюдений показали, что уровень двигательной активности среди учащихся, не занимающихся спортом, на 1,5-2 часа ниже рекомендуемых величин суточных норм продолжительности двигательного компонента. Среди учащихся 2-ой группы общее время суточной двигательной активности было на 30-35 минут ниже, чем у учащихся, занимающихся спортом. Выявлено, что продолжительность времени двигательной активности у мальчиков-спортсменов соответствовала гигиеническим возрастным нормам, а у девочек-спортсменок она была ниже, чем у сверстников мужского пола и несколько ниже возрастной гигиенической нормы.

Выводы

1. Из общего количества обследованных почти 44% учащихся занимались в спортивных секциях: мальчики в 2,4 раза чаще, чем девочки. Наибольшее количество мальчиков занимаются различными видами единоборств, сложнокоординационными и командными видами спорта; девочкам присущи сложнокоординационные виды спорта и ациклические виды спорта скоростно-силовой направленности.

2. Более 50% детей-спортсменов, помимо основного вида спорта, хотели бы дополнительно заниматься еще каким-либо видом, тренировочные занятия которого были бы направлены на развитие других групп мышц. Среди учащихся, не занимающихся спортом, 78,1% детей (39,8% мальчиков и 60,2% девочек) хотели бы посещать тренировочные занятия в спортивных секциях.

3. Результаты хронометражных наблюдений показали, что наибольшая среднесуточная двигательная активность отмечена среди учащихся 2-3-х классов; уровень двигательной активности соответствовал возрастным величинам гигиенических суточных норм продолжительности двигательного компонента лишь у мальчиков-спортсменов.

4. В результате исследований были разработаны методические рекомендации, в которых отражены правила проведения утренней физической зарядки и разработа-

ны примерные варианты 3-х комплексов упражнений для детей школьного возраста; представлены медицинские группы физического воспитания учащихся, возрастные нормы для начала систематических занятий конкретным видом спорта и рекомендуемые сроки возобновления занятий физической культурой и спортом после перенесенных заболеваний и травм [7].

Финансирование: работа выполнена в рамках Государственного грантового проекта АДСС-15.17.1

Funding: the study had sponsorship by the State Grant Project ADSS-15.17.1

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. **Лубышева Л.И.** Каким быть физическому воспитанию в школе // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2006. №4. С. 61-63. / Lubyshva LI. Kakim byt fizicheskomu vospitaniyu v shkole. Fizicheskaya kultura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. 2006;(4):61-63. (in Russian).

2. **Давыдов О.Ю., Дворкин Л.С., Дюшко О.И.** Отношение школьников 4-6-х классов к физической культуре и спорту // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2007. №2. С. 55-57. / Davydov OYu, Dvorkin LS, Dyushko OI. Otnoshenie shkolnikov 4-6-kh klassov k fizicheskoy kulture i sportu. Fizicheskaya kultura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka, 2007;(2):55-57. (in Russian).

3. **Шигапов Б.Г.** Гигиенические аспекты подготовки призывного контингента к военной службе (на примере Удмуртской Республики): Автореф. канд. дисс. Казань, 2008. 20 с. / Shigapov BG. Gigienicheskie aspekty podgotovki prizyvnoy kontin-genta k voennoy sluzhbe (na primere Udmurtskoy Respubliki). Avtoref. kand. diss. Kazan, 2008. 20 p. (in Russian).

4. **Бальсевич В.К.** Физическая культура в школе: пути модернизации преподавания // Педагогика. 2004. №1. С. 26-33. / Balsevich VK. Fizicheskaya kultura v shkole: puti modernizatsii prepodavaniya. Pedagogika. 2004;(1):26-33. (in Russian).

5. **Белоножкина О.В.** Спортивно-оздоровительные мероприятия в школе. М.: Медицина, 2007. 173 с. / Belonozhkina OV. Sportivno-ozdorovitelnye meropriyatiya v shkole. Moscow, Meditsina, 2007. 173 p. (in Russian).

6. **Зотова Ф.Р.** Эффективность дополнительных «тренировочных» уроков физической культуры в инновационных школах // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2004. №1. С. 2-5. / Zotova FR. Effektivnost dopolnitelnykh «trenirovochnykh» urokov fizicheskoy kulture v innovatsionnykh shkolakh. Fizicheskaya kultura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. 2004;(1):2-5. (in Russian).

7. **Камилова Р.Т., Абдусаматова Б.Э., Исакова Л.И., Башарова Л.М.** Физическое воспитание и гигиенические нормы двигательной активности учащихся: Метод. рекомендации. Ташкент, 2015. 29 с. / Kamilova RT, Abdusamatova BE, Isakova LI, Basharova LM. Fizicheskoe vospitanie i gigienicheskie normy dvigatelnoy aktivnosti uchashchikhsya. Metod. rekomendatsii. Tashkent, 2015. 29 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Мавлянова Зилола Фархадовна – декан факультета усовершенствования врачей, зав. кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины Самаркандского государственного медицинского института Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, доцент, к.м.н.

Адрес: 140130, Узбекистан, г. Самарканд, ул. Амира Темура, д. 18

Тел. (раб): +7 (366) 233-07-66

Тел. (моб): +9 (9891) 522-93-91

E-mail: reab.sammi@mail.ru

Responsible for correspondence:

Zilola Mavlyanova – M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Prof., Dean of the Faculty of Advanced Medical, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine of the Samarkand State Medical Institute of the Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan

Address: 18, Amira Temura St., Samarkand, Uzbekistan

Phone: +7 (366) 233-07-66

Mobile: +9 (9891) 522-93-91

E-mail: reab.sammi@mail.ru

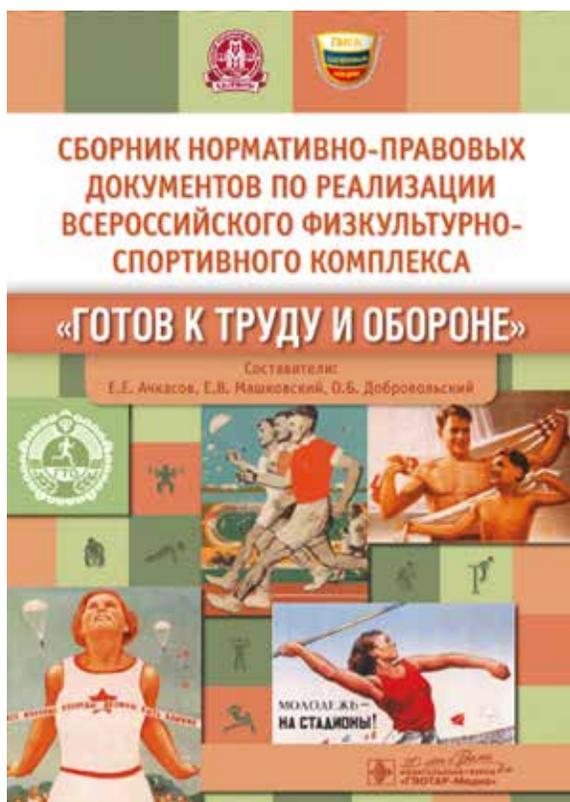
Дата направления статьи в редакцию: 22.01.2017

Received: 22 January 2017

Статья принята к печати: 29 January 2017

Accepted: 29 January 2017

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»



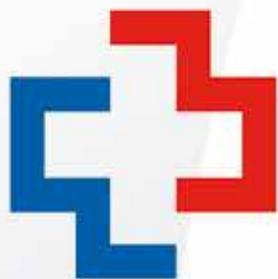
**Сборник нормативно-правовых документов
по реализации Всероссийского физкультурно-спортивного
комплекса «Готов к труду и обороне»**

Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Добровольский Е.В.

В сборнике представлены основные нормативно-правовые документы регламентирующие реализацию программы по внедрению Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО). В отдельной главе собраны документы регламентирующие внедрение и реализацию данной программы в г. Москве, как пример нормативно-правовой документации субъекта Российской Федерации. В сборник включены методические материалы для медицинских работников по организации медицинского сопровождения выполнения нормативов ВФСК «Готов к труду и обороне».

Книга предназначена для руководителей различного уровня, специалистов в области физкультуры и спорта, спортивной медицины, здорового образа жизни, медицинских работников, участвующих в медицинском обеспечении выполнения нормативов ВФСК «Готов к труду и обороне» (ГТО), а также для прошедших обучение по курсу «Инструктор здорового образа жизни и ГТО», всех любителей физкультуры и спорта.

Книгу можно заказать на сайте Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа»: <http://www.geotar.ru>



РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ RUSSIAN HEALTH CARE WEEK

4–8 декабря 2017



За здоровую жизнь

VIII Международный форум по профилактике
неинфекционных заболеваний и формированию
здорового образа жизни



Здравоохранение

27-я международная выставка
«Здравоохранение, медицинская техника
и лекарственные препараты»



Здоровый образ жизни

11-я международная выставка «Средства
реабилитации и профилактики, эстетическая
медицина, оздоровительные технологии
и товары для здорового образа жизни»



MedTravelExpo

САНАТОРИИ. КУРОРТЫ. МЕДИЦИНСКИЕ ЦЕНТРЫ
Международная выставка



www.rnz-expo.ru

www.zdravo-expo.ru

www.health-expo.ru

www.mte-expo.ru

12+
Реклама



Организаторы:

- Государственная Дума ФС РФ
- Министерство здравоохранения РФ
- АО «Экспоцентр»

При поддержке:

- Совета Федерации ФС РФ
- Министерства промышленности и торговли РФ
- Правительства Москвы
- Российской академии наук
- Торгово-промышленной палаты РФ
- Всемирной организации здравоохранения

 **ЭКСПОЦЕНТР**