



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), зам. председателя медицинского комитета Российского футбольного союза, член общественного совета Росздравнадзора (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)

Гончаров Н.Г. – проф., д.м.н., зав. каф. травматологии и ортопедии РМАНПО (Россия, Москва) (*Травматология и ортопедия*)*

Гуревич К.Г. – проф. РАН, проф., д.м.н., зав. каф. ЮНЕСКО «ЗОЖ – залог успешного развития» МГМСУ им. А.И. Евдокимова (Россия, Москва)

Дидур М.Д. – проф., д.м.н., директор Института мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН (Россия, Санкт-Петербург) (*Клиническая медицина*)*

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

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

(Россия, Москва) (*Фармакология, клиническая фармакология*)*

Касрадзе П.А. – проф., д.м.н., директор департамента спортивной медицины и медицинской реабилитации Центральной Университетской клиники и зав. каф. спортивной медицины и медицинской реабилитации Тбилисского государственного медицинского университета (Грузия, Тбилиси)

Касимова 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) (*Гигиена*)*

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) (*Медико-биологические науки*)*

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) (*Внутренние болезни*)*

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

Поляков С.Д. – проф., д.м.н., главный научный сотрудник Национального медицинского исследовательского Центра Здоровья Детей Минздрава России (Россия, Москва) (*Педиатрия*)*

Потапов В.Н. – проф., д.м.н., профессор каф. гериатрии и медико-социальной экспертизы РМАНПО (Россия, Москва)

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

Серета А.П. – д.м.н., профессор кафедры восстановительной медицины, лечебной физкультуры и спортивной медицины (курортологии и физиотерапии) Института повышения квалификации ФМБА России,

заместитель руководителя ФМБА России (Россия, Москва) (*Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия*)*

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

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 «Витторлио Эрспамер», 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)

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., главный научный консультант Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровьем (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)

* Член редакционной коллегии, ответственный за данную научную специальность или группу специальностей



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

EDITOR-IN-CHIEF:

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), Deputy Chairman of the Medical Committee of the Russian Football Union, Member of the Public Council of the Federal Service for Surveillance in Healthcare (Moscow, Russia)

ASSOCIATE EDITORS:

Boris Polyav – 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)

Nikolay Goncharov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (Moscow, Russia) (*Traumatology and Orthopedics*)*

Konstantin Gurevich – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the UNESCO Department «A healthy lifestyle is a guarantee of progress» of the A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia)

Mikhail Didur – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Director of the Bekhtereva Institute of Human Brain of the Russian Academy of Sciences (Saint-Petersburg, Russia) (*Clinical Medicine*)*

Aleksandr Epifanov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Medical Rehabilitation of the A.I. Yev-

dokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia) (*Diseases of Nervous System*)*

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

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) (*Hygiene*)*

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) (*Biomedical Science*)*

Areg Hovhannisyán – 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) (*Internal Diseases*)*

Sergey Parastayev – 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) (*Preventive Medicine*)*

Sergey Polyakov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Chief Researcher of the National Medical Research Center for Children's Health (Moscow, Russia) (*Pediatrics*)*

Vladimir Potapov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Geriatrics and Medical and Social Expertise of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (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) (*Medical and Social Expert Evaluation and Rehabilitation*)*

Andrey Sereda – M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Restorative Medicine, Physical Therapy and Sports Medicine (Balneology and Physiotherapy) of the Institute of Advanced Training of the Federal Medical and

Biological Agency of Russia, Deputy Head of the Federal Medical and Biological Agency of Russia (Moscow, Russia) (*Restorative Medicine, Sports Medicine, Exercise Therapy, Balneology and Physiotherapy*)

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 (Moscow, Russia) (*Cardiology*)*

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 Ersparner», 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)

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 Italico» 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, Chief Scientific Expert of the Center of Strategic Planning and Biomedical Health Risk Management (Moscow, Russia)

Aleksandr Shkrebo – 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)

* Member of the Editorial Board Responsible for Scientific Specialty or Group of Specialties

РУБРИКИ ЖУРНАЛА:

- Антидопинговое обеспечение
- Биомедицинские технологии
- Детский и юношеский спорт
- Заболевания спортсменов
- Неотложные состояния
- Организация медицины спорта
- Паралимпийский спорт
- Реабилитация
- Социология и педагогика в спорте
- Спортивная гигиена
- Спортивное питание
- Спортивная психология
- Спортивная травматология
- Фармакологическая поддержка
- Физиология и биохимия спорта
- Функциональная диагностика

Виды публикуемых материалов:

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

Издатель:

РООО 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

Заведующая 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:

smjournal.ru
rusvrach.ru

Подписано в печать 06.03.2018
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.

Журнал издается с 2011 года

Периодичность - 4 выпуска в год

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 90998

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология и биохимия спорта

- Е. А. Аббасова**
Влияние комбинированных методов реабилитации на уровень биохимических маркеров переутомления спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами 5
- Л. В. Бельская, А. В. Турманидзе, В. Г. Турманидзе**
Взаимосвязь процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты у спортсменов-кикбоксеров по исследованию слюны 10
- А. Ю. Людина, А. Л. Марков, Е. Р. Бойко**
Изучение связи эссенциальной альфа-линоленовой кислоты с вариабельностью сердечного ритма у лыжников-гонщиков 17
- А. Н. Овчинников, Е. В. Крылова, К. Н. Конторщикова, В. Н. Крылов**
Влияние композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» на вариабельность сердечного ритма и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов 23

Физиология спорта

- Н. А. Фудин, С. Я. Классина, С. Н. Пигарева, Ю. Е. Вагин**
Гиповентиляционные тренировки в сочетании с физическими упражнениями и их влияние на функциональное состояние человека при физической работе до отказа 32

Реабилитация

- О. В. Кубряк, В. И. Нечаев**
Селекция влияющих факторов при подборе ортопедических стелек с использованием стабилотрии 40

Спортивное питание

- Н. Д. Гольберг, В. А. Rogozkin**
Применение фосфатидной кислоты в спорте: реальность или миф? 47
- Д. Б. Никитюк, А. В. Погожева, А. К. Батулин**
Особенности питания спортсменов-единоборцев 55

Спортивная психология

- Хассан Варди, Е. А. Стаценко, И. А. Чарыкова, Д. Н. Цвирко, И. М. Лятина, А. А. Чумакова, А. С. Кулагин**
Сравнительный анализ методик оценки тревожности у спортсменов 63
- Д. Р. Миков, В. Г. Черкасова, С. В. Муравьев, П. Н. Чайников, А. М. Кулеи**
Волевая саморегуляция и эмоциональное выгорание у профессиональных спортсменов-самбистов, перенесших спортивные травмы 70

Памятные даты

- К 65-летию со дня рождения Александра Викторовича Караулова 77

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

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
eLIBRARY.RU

U **ULRICHSWEB™**
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

РУКОНТ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ РЕСУРС

INFOBASE INDEX

Crossref

Scientific Indexing Services

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

FEATURED TOPICS:

- Doping Studies
- Biomedical Technologies
- Children and Youth Sports
- Sports Diseases
- Prehospital Care and Emergency Medicine
- Sports Medicine Management
- Paralympic Sports
- Rehabilitation
- Sports Sociology and Pedagogics
- Sports Hygiene
- Sports Supplements
- Sports Psychology
- Sports Traumatology
- Sports Pharmacology
- Sports Physiology and Biochemistry
- Functional Testing

TYPES OF PUBLISHED MATERIALS:

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

Publisher:

R «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:

smjournal.ru
rusvrach.ru

Subscribed into printing 06.03.2018
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.

Published since 2011

4 issues per year

«Russian Press» catalog index 90998

CONTENTS

Sports Physiology and Biochemistry

- Egane A. Abbasova**
Influence of combined methods of rehabilitation on the level of biochemical markers of overtraining in combat sports athletes. 5
- Lyudmila V. Belskaya, Anton V. Turmanidze, Valeriy G. Turmanidze**
The relationship of endogenous intoxication processes, lipid peroxidation and antioxidant protection in the saliva of kickboxing athletes 10
- Aleksandra Yu. Lyudinina, Aleksandr L. Markov, Evgeny R. Boyko**
The relationship of the essential alpha-linolenic acid with heart rate variability in cross-country skiers. 17
- Aleksandr N. Ovchinnikov, Elena V. Krylova, Claudia N. Kontorshchikova, Vasily N. Krylov**
Effects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability and prooxidant/antioxidant homeostasis of elite athletes 23

Sports Physiology

- Nikolay A. Fudin, Svetlana Ya. Klassina, Svetlana N. Pigareva, Yuriy E. Vagin**
Hypoventilation trainings combined with physical exercises and their influences on person's functional state in physical work to failure 32

Rehabilitation

- Oleg V. Kubryak, Vladimir I. Nechyaev**
Factors influencing stabilometry parameters of the individual standing on the different orthopedic insoles 40

Sports Supplements

- Natalya D. Golberg, Victor A. Rogozkin**
Application of phosphatidic acid in sport: reality or myth? 47
- Dmitriy B. Nikityuk, Alla V. Pogozeva, Aleksandr K. Baturin**
Nutritional habits of combat athletes. 55

Sports Psychology

- H. Wardi, Yauhen A. Statsenko, Inna A. Charykova, Daria N. Tsvirko, Irina M. Lyatina, Anastasiya A. Chumakova, Alexey S. Kulagin**
Comparative analysis of anxiety assessment methods in athletes 63
- Dmitriy R. Mikov, Vera G. Cherkasova, Sergey V. Muravev, Pavel N. Chainikov, Anna M. Kulesh**
Volitional self-regulation and emotional burnout of professional sambo-athletes who suffered from sports injuries 70

Anniversaries and Memorable Days

- To the 65th anniversary of the birth of Alexander Viktorovich Karaulov 77

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



DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.5

УДК: 61.612.1/8

Влияние комбинированных методов реабилитации на уровень биохимических маркеров переутомления спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами

Е. А. Аббасова

Национальный институт спортивной медицины и реабилитации, г. Баку, Азербайджан

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: исследование маркеров анаэробного энергообеспечения у переутомленных спортсменов после комбинированной реабилитации. **Материалы и методы:** выделили 2 группы спортсменов. В I группу включили 35 активных (неутомленных) спортсменов. Для оценки эффективности предложенной комбинированной методики реабилитации переутомленных спортсменов II группы разделили на две подгруппы: IIА (23) – переутомленные спортсмены с комбинированной реабилитацией и использованием антигравитационного аппаратного комплекса «AlterG» и IIБ (24) – спортсмены традиционной реабилитацией (электростимуляция, вакуум-терапия, магнитотерапия, массаж и т.п.). **Результаты:** концентрация молочной кислоты, в крови спортсменов IIА подгруппы в покое имеет достоверно минимальные значения относительно IIБ подгруппы и I группы, $P < 0,05-0,01$. После нагрузки наблюдается повышение концентрации молочной кислоты во IIА подгруппе, $P < 0,01$. После нагрузки у спортсменов IIА подгруппы уровень лактатдегидрогеназы выше, чем у спортсменов IIБ подгруппы. **Выводы:** низкая концентрация молочной кислоты в покое у спортсменов IIА подгруппы свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма этих юношей, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении.

Ключевые слова: переутомленные спортсмены, физическая нагрузка, реабилитация, молочная кислота, лактатдегидрогеназа, креатинфосфокиназа

Для цитирования: Аббасова Е.А. Влияние комбинированных методов реабилитации на уровень биохимических маркеров переутомления спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 5-9. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.5.

Influence of combined methods of rehabilitation on the level of biochemical markers of overtraining in combat sports athlete

Egane A. Abbasova

National Institute of Sports Medicine and Rehabilitation, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

Objective: to investigate markers of anaerobic energy supply in overworked athletes after the combination rehabilitation. **Materials and methods:** all athletes were divided into two subgroups: 2nd A-subgroup (23 persons) – overworked athletes with combined rehabilitation and 2nd B-subgroup (24th) – athletes with traditional rehabilitation. **Results:** concentration of lactic acid in the blood of athletes of the 2nd A subgroup at rest is minimal in comparison with the 2nd B subgroup and 1-group athletes, $P < 0,05-0,01$. After the stress test there is an increase in the concentration of lactic acid in the 2nd A subgroup, $P < 0.01$. After the stress test athletes 2nd A subgroups, the level of lactate dehydrogenase is higher than that of athletes 2nd B subgroups. **Conclusions:** low concentration of lactic acid at rest in athletes of the 2nd A subgroup indicates the adaptation and energy saving of these young men, which is due to the prevalence of aerobic mechanisms in energy supply.

Key words: overworked athletes, rehabilitation, exercise, lactic acid, lactate dehydrogenase, creatine phosphokinase

For citation: Abbasova EA. Influence of combined methods of rehabilitation on the level of biochemical markers of overtraining in combat sports athlete. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):5-9. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.5.

1.1 Введение

Биохимический контроль за состоянием спортсменов имеет важное значение в обеспечении контроля здоровья и уровня тренированности спортсменов [1-5]. Биохимические изменения позволяют уже на ранних стадиях выявлять признаки перетренированности и утомления спортсменов и вносить коррективы в тренировочный процесс [6]. Исходя из вышеописанного актуальным становится изучение веществ, принимающих активное участие в анаэробном энергообразовании – молочной кислоты (лактата), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и креатинфосфокиназы (КФК).

ЛДГ является ферментом, катализирующим превращение пирувата в лактат и является важным показателем активности анаэробного энергообразования. Молочная кислота в спортивной медицине отражает способность спортсмена переносить физические нагрузки [7, 8].

Определение общей активности КФК в сыворотке крови после физических нагрузок позволяет оценить степень повреждения клеток мышечной системы, миокарда и других органов. Чем выше стрессорность (тяжесть) перенесённой нагрузки для организма, тем больше повреждения клеточных мембран, тем больше выброс фермента в периферическую кровь.

Активность фермента КФК в сыворотке крови является информативным маркером функционального состояния мышечной ткани и широко используется в мониторинге тренировочного процесса [9-12]. Определение активности КФК в сыворотке крови при высокоинтенсивных физических нагрузках имеет большое диагностическое значение для оценки появления мышечных микротравм или растяжений мышц [10, 13].

Цель исследования – изучение маркеров анаэробного энергообеспечения (молочной кислоты, ЛДГ и КФК) переутомленных спортсменов после комбинированной реабилитации (с применением антигравитационного аппаратного комплекса «Alter G»).

1.2 Материалы и методы

Было обследовано 82 спортсмена (классическая борьба и тейквандо) мужского пола от 18 до 28 лет (средний возраст $24 \pm 4,6$), среди которых были 47 переутомленных спортсменов и 35 – активных (не утомленных) спортсменов. По квалификации спортсмены являлись мастерами спорта (28 человек), кандидатами в мастера спорта (29 человек) (стаж тренировок 5-8 лет) и первоуровневыми – 25 человек (стаж тренировок – 3-5 лет).

Состояние переутомления определяли по таким симптомам как колющие боли в области сердца, тяжесть в грудной клетке, сердцебиение и перебои в работе сердца, апатия, снижение настроения, плохой сон, ощущение утомления. Объективными признаками болезни были: на ЭКГ – неполная блокада правой ножки пучка Гиса и А-В блокада 1-й степени, синдром ранней реполяризации, увеличение зубца R.

Разработана и научно обоснована методика интенсивного развития объема и силы мышц тела переутом-

ленных спортсменов посредством сочетанного применения традиционных физиотерапевтических процедур с упражнениями на тренажерах специального типа. Одним из таких тренажеров является антигравитационная беговая дорожка «Alter G».

«Alter G» использует революционный подход к тренировкам и реабилитации после травм и хирургических вмешательств. Используя технологию предсказуемо направленного давления воздуха, «Alter G» обеспечивает точную, безопасную и комфортную весонесущую терапию, при соблюдении правильного паттерна и биомеханики ходьбы и бега. Данное оборудование предлагает управляемое снижение нагрузки на костно-мышечную систему и суставную капсулу в пределах от 100% до 20% от веса пациента с минимальной погрешностью 1%.

Имеются клинические протоколы применения антигравитационной дорожки «Alter G» для реабилитации патологии тазобедренного, голеностопного суставов, при переломе бедра. В программе комбинированной реабилитации переутомленных спортсменов и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам, нами использованы его свойства по улучшению межмышечной координации разных частей тела, перераспределению нагрузок на функционально значимые для спортсменов мышцы и части тела, что позволяет увеличить эффективность работы сердечно-сосудистой системы, дыхательной и нервной систем по сравнению с обычными тренировками.

Выделили 2 группы спортсменов. В I группу (контрольную) включили 35 активных (неутомленных) спортсменов с традиционной подготовкой (массаж, физиотерапевтические и медикаментозные методы). Для оценки эффективности предложенной комбинированной методики реабилитации переутомленные спортсмены (II группа) были разделены на две подгруппы: ПА подгруппа – 23 спортсмена с комбинированной подготовкой (реабилитацией) – использование аппарата «Alter G» в комбинации с традиционной подготовкой и ПБ подгруппа (24 человек) – 24 спортсмена, которые готовились к соревновательному периоду только с помощью традиционных методов – физиотерапевтических (электростимуляция, вакуум-терапия, магнитотерапия, массаж и т.п.) и медикаментозных. Реабилитация спортсменов проходила в подготовительном периоде.

Важную роль в процессах адаптации организма к окружающей среде играют изменения концентрации ферментов и других биохимических веществ, участвующих в метаболизме мышечной ткани.

Ферменты, отражающие обмен мышечной ткани – ЛДГ, КФК определяли иммуноферментным методом на аппарате BS-200E (Mindray – Китай – США).

Молочную кислоту определяли в реакции с параоксидифенолом – по методу Баркера-Саммерсона в модификации JStrom.

Физическая нагрузка, являясь стрессовым агентом, может спровоцировать проявление скрытых нарушений, не выявляемых в обычном состоянии.

Для исследования динамики биохимических показателей после физической нагрузки выполнялась нагрузка на велоэргометре марки «Kettler». Работа заключалась в педалировании ногами со скоростью 60 вращений в минуту, в течение 5 минут, так как считается, что этого времени достаточно для наступления устойчивой работы кардио-респираторной системы, нагрузка при этом составляла 200 Вт.

Статистическая обработка результатов проводилась в системе статистического анализа STATISTICA 10 (программный пакет STATISTICA США, версия 10 для Windows 8). Характер распределения на нормальность определялся по критерию Шапиро-Уилки. Для сравнения исследуемых параметров использовали t – критерий студента для независимых выборок при сравнении двух независимых выборок и t – критерий студента для зависимых выборок внутри одной подгруппы (до и после реабилитации).

1.3 Результаты

Биохимические показатели позволяют уже на ранней стадии диагностировать признаки переутомления и вносить коррективы в тренировочный процесс, применять необходимые реабилитационные средства. С этих позиций особенно актуальным является исследование емкостных и мощностных характеристик креатинфосфатного и лактатного анаэробного механизма энергообразования, как одного из двух этапов процесса энергообразования. Исследование креатинфосфакиназного и анаэробно-гликолитического механизмов энергообра-

зования выявило следующие изменения. Концентрация молочной кислоты, конечного продукта ресинтеза АТФ гликолитическим путем, в крови спортсменов ПА подгруппы в покое имеет достоверно минимальные значения (1,26 (1,23-1,32) ммоль/л), как в сравнении с ПБ подгруппой (1,9 (1,8-1,92) ммоль/л), так и относительно I группы (1,32(1,31-1,35) ммоль/л), $P < 0,05-0,01$, соответственно (табл.). После нагрузки концентрация молочной кислоты увеличилась в крови юношей всех групп, но степень увеличения была различной (во ПА подгруппе – в 4,2 раза, во ПБ подгруппе – в 2,16 раза и в I группе – в 4,2 раза), приняв во ПА подгруппе значение 5,30 (4,8-5,6) ммоль/л, что достоверно выше по сравнению со ПБ подгруппой, 4,1 (1,0-4,25) ммоль/л, $P < 0,01$ (табл.).

Выявленное снижение концентрации молочной кислоты в покое у ПА подгруппы свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма этих юношей, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении жизнедеятельности. Однонаправленное изменение концентрации молочной кислоты у спортсменов всех трех подгрупп свидетельствует о схожести процессов энергообеспечения организма юношей при кратковременной нагрузке. Однако различная степень увеличения свидетельствует о разнице в энергетической емкости организма спортсменов.

Хорошо известно, что концентрация молочной кислоты в крови существенно возрастает при выполнении интенсивной физической работы, а значительные концентрации молочной кислоты в крови после выполнения дозированной нагрузки свидетельствуют о более

Таблица

Биохимические показатели плазмы крови до и после стандартной физической нагрузки (PWC/170) переутомленных спортсменов в соревновательном периоде при комбинированной и традиционной реабилитации

Table

Biochemical parameters of blood plasma before and after the standard physical exertion (PWC/170) of overworked athletes in the competitive period with combined and traditional rehabilitation

Период исследования/ Study period	Молочная кислота, ммоль/л/ Lactate, mmol/L	ЛДГ, Е/л/LDH, U/L	КФК, Е/л/СРК, U/L
I группа (активные спортсмены), n = 35/Group I (active athletes), n=35			
Состояние покоя/At rest	1,32(1,31-1,35)	396,8 (390,8-403,6)	123,4 (122,4-125,4)
После нагрузки/After exercise	5,6(5,4-5,7)	614,6 (610,2-616,5)	133,6 (132,8-134,9)
Подгруппа ПА (комбинированная реабилитация), n = 23/Subgroup ПА (combined rehabilitation), n=23			
Состояние покоя/At rest	1,26 (1,23-1,32)**^	405,5 (400,9-407,8)**^	119,4 (116,9-121,7)**^
После нагрузки/After exercise	5,30 (4,8-5,6)**^	636,8 (629,6-640,5)**^	133,9 (131,8-135,7)**
Подгруппа ПБ (традиционная реабилитация), n=24/Subgroup ПБ (tradational rehabilitation), n=24			
Состояние покоя/At rest	1,9 (1,8 -1,92)^	448,7 (446,8-454,8)^	72,1 (70,3-72,7)^
После нагрузки/After exercise	4,1 (4,0-4,25)^	540,7 (538,5-550,4)^	77,3 (77,1-77,6)^

* - $p < 0,05$

** - $p < 0,001$ (сравнение с подгруппой ПБ)/(comparison with Subgroup ПБ)

^ - $p < 0,05$

^^ - $p < 0,001$ (сравнение с I группой)/(comparison with Group I)

высоком уровне подготовленности и/или о большей метаболической емкости гликолиза и большей устойчивости его ферментов к смещению Ph в кислую сторону. Из этого вытекает утверждение о том, что максимальные значения лактата после нагрузки у спортсменов ПА подгруппы характеризуют большую емкость и мощность анаэробного гликолиза. Минимальные показатели лактата после выполнения нагрузки в группе спортсменов ПБ подгруппы свидетельствуют о том, что организм, исчерпав запасы анаэробного энергообразования и максимально сместив Ph в кислую сторону, снижает мощность нагрузки и переходит на аэробное энергообразование.

Анализ активности ЛДГ фермента углеводного обмена, катализирующего одну из важнейших реакций анаэробного гликолиза – взаимопревращение пирувиноградной и молочной кислот, являющегося важным биохимическим диагностическим тестом для оценки работы мышечной ткани в условиях анаэробного гликолиза, установил в покое достоверное снижение активности у спортсменов ПА подгруппы и I группы, соответственно, 405,5 (400,9-407,8) Е/л и 396,8(390,8-403,6) Е/л, в сравнении со спортсменами ПБ подгруппы, 448,7 (446,8-454,8) Е/л, $P < 0,05-0,01$, (табл.).

После проведенной нагрузки достоверное увеличение активности ЛДГ наблюдалось во всех трех группах спортсменов. Однако степень увеличения активности была различной: в I группе в 1,54 раза, а во ПА подгруппе в 1,57 раза и во ПБ подгруппе в 1,2 раза. Следовательно после нагрузки уровень ЛДГ наибольшим выявлен у спортсменов ПА подгруппы 636,8 (629,6-640,5) Е/л, как по отношению к спортсменам ПБ подгруппы, 540,7 (538,5-550,4) Е/л, $P < 0,01$, так и к участникам I-й группы, 614,6(610,2-616,5) Е/л $P < 0,05$, (табл.).

Низкая активность ЛДГ в сыворотке крови спортсменов ПА подгруппы в условиях покоя может быть объяснима энергетически более экономным режимом работы мышечной ткани спортсменов, обусловленным режимом тренировок и предложенной комбинированной реабилитацией, результатом которого является накопление меньшего количества пирувата, а, следовательно, и фермента, его расщепляющего.

Поскольку при адаптации содержание ЛДГ в скелетных мышцах может увеличиться в 2 раза, постольку отмеченные нами различные степени увеличения активности ЛДГ в сыворотке крови представляются укладывающимися в рамки физиологической и биохимической адаптации.

Анализ активности КФК, ключевого фермента биосинтеза креатинфосфата, в покое выявил достоверно высокие значения у спортсменов ПА подгруппы относительно показателя у юношей ПБ подгруппы, соответственно 119,4 (116,9-121,7) Е/л и 72,1 (70,3-72,7) Е/л, $P < 0,01$. Выявленное повышение активности креатинфосфокиназы в состоянии покоя в организме спортсменов ПА подгруппы, в сравнении со спортсменами ПБ подгруппы свидетельствует о том, что у спортсменов ПА подгруппы наряду с активацией гликолиза задействован и креатинфосфокиназный механизм энергообразования.

После нагрузки наблюдается повышение уровня данного фермента у всех спортсменов, но в большей степени у спортсменов ПА подгруппы. Достоверно высокие значения активности фермента КФК на нагрузку у спортсменов ПА подгруппы по сравнению с показателями спортсменов ПБ подгруппы, (133,9 (131,8-135,7) Е/л и 77,3 (77,1-77,6) Е/л, $P < 0,01$), по-видимому, связаны с необходимостью задействовать в больших объемах данный энзимный механизм энергообеспечения в дополнение к уже существующим, что указывает на высокие адаптивные возможности, поскольку известно, что чем выше уровень КФК, тем выше спортивная тренированность. Кроме того, являясь стабильным ферментом и обладая стабильными энергопродуктивными свойствами, высокий показатель КФК является благоприятным признаком. После нагрузки не наблюдается разницы в уровне фермента КФК между спортсменами ПА подгруппы и спортсменами I-й подгруппы. Низкие значения уровня фермента КФК у спортсменов ПБ подгруппы, видимо, связаны со снижением мышечной массы в результате неэффективности тренировочного процесса в ходе реабилитационного периода.

1.4 Выводы

1. У спортсменов ПА подгруппы изменения параметров биоэнергетического обмена в покое характеризуются понижением концентрации молочной кислоты и ЛДГ, повышением активности КФК относительно спортсменов ПБ подгруппы.

После физической нагрузки у спортсменов ПА подгруппы все показатели, указанные выше становятся достоверно высокими в сравнении с спортсменами ПБ подгруппы.

2. Низкая концентрация молочной кислоты в покое у спортсменов ПА подгруппы свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма этих юношей, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении. Максимальные значения лактата после нагрузки у спортсменов ПА подгруппы характеризуют большую емкость и мощность анаэробного гликолиза.

3. Минимальные показатели лактата после выполнения нагрузки в группе спортсменов ПБ подгруппы свидетельствуют о том, что организм, исчерпав запасы анаэробного энергообразования и максимально сместив Ph в кислую сторону, снижает мощность нагрузки и переходит на аэробное энергообразование.

4. Низкая активность ЛДГ в сыворотке крови спортсменов ПА подгруппы в условиях покоя объясняется энергетически более экономным режимом работы мышечной ткани спортсменов, обусловленный предложенной комбинированной реабилитацией. Повышение концентрации лактата после нагрузки способствуют повышению активности ЛДГ – фермента катализатора.

5. Повышение активности фермента КФК после нагрузки у спортсменов ПА подгруппы по сравнению с показателями спортсменов ПБ подгруппы связан с включением энзимного механизма энергообеспечения в дополнение к уже существующим.

Список литературы

1. Gleeson M. Biochemistry of exercise. The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 2013. P.36-58. DOI: 10.1002/9781118692318.ch3.
2. Meeusen R., Duclos M., Foster C., Fry A., Gleeson M., Nieman D. et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine // Med Sci Sports Exerc. 2013. №45. P.186-205. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a.
3. Djaoui L., Haddad M., Chamari K., Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers // Physiol Behav. 2017. №181. P.86-94. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004.
4. Fragala M.S., Bi C., Chaump M., Kaufman H.W., Kroll M.H. Associations of aerobic and strength exercise with clinical laboratory test values. PLoS One. 2017;12:e0180840. DOI: 10.1371/journal.pone.0180840.
5. Papatirou I., Nifli A.P. Nutritional assessment and analysis of biochemical parameters in athletes // Clin Nutr ESPEN. 2016;13:e67-e8. DOI: 10.1016/j.clnesp.2016.03.053.
6. Бутова О.А., Масалов С.В. Адаптация к физическим нагрузкам: Анаэробный метаболизм мышечной ткани // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. №1. С.123-128.
7. Ганеева Л. А., Касатова Л.В., Скрипова В.С. Оценка изменения концентрации L-лактата в крови студентов при выполнении теста Купера // Ученые записки Казанского Университета. Сер. Естественные науки. 2011. Т.153, №3. С.119-127.
8. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. Мурманск: Тулома, 2006. 160 с.
9. Brancaccio P., Maffulli N., Limongelli F.M. Creatine kinase monitoring in sports medicine // Br. Med. Bull. 2007. №81-82. P.209-230.
10. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining // Journal of Sport Science and Medicine. 2002. №1. P.31-41.
11. Koch A.J., Pereira R., Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise // J. Musculoskelet Neuronal Interact. 2014. №14. P.68-77.
12. Lippi G., Schena F., Salvagno G.L., Montagnana M., Gelati M., Tarperi C. et al. Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run // Scand. J. Clin. Lab. Invest. 2008. №68. P.667-672.
13. Brancaccio P., Lippi G., Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage // Clin. Chem. Lab. Med. 2010. №48. P.757-767.

Сведения об авторе:

Егяна Айдын кызы Аббасова, главный врач Национального института спортивной медицины и реабилитации, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-0094-2140 (+99451 845-06-55, nigarbabayeva1985@gmail.com)

Information about the author:

Egane A. Abbasova, M.D., Ph.D. (Medicine), Head Physician of the National Institute of Sports Medicine and Rehabilitation. ORCID ID: 0000-0002-0094-2140 (+99451 845-06-55, nigarbabayeva1985@gmail.com)

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the author declares no conflict of interest

Поступила в редакцию: 6.12.2017

Принята к публикации: 10.01.2018

Received: 6 December 2017

Accepted: 10 January 2018

References

1. Gleeson M. Biochemistry of exercise. The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication. Chichester: John Wiley & Sons Ltd; 2013. DOI: 10.1002/9781118692318.ch3.
2. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. Med Sci Sports Exerc. 2013;(45):186-205. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a.
3. Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. Physiol Behav 2017;(181):86-94. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004.
4. Fragala MS, Bi C, Chaump M, Kaufman HW, Kroll MH. Associations of aerobic and strength exercise with clinical laboratory test values. PLoS One 2017;12:e0180840. DOI: 10.1371/journal.pone.0180840.
5. Papatirou I, Nifli AP. Nutritional assessment and analysis of biochemical parameters in athletes. Clin Nutr ESPEN 2016;13:e67-e8. DOI: 10.1016/j.clnesp.2016.03.053.
6. Butova OA, Masalov SV. Adaptaciya k fizicheskim nagruzkam: Anaerobny metabolizm myshechnoy tkani. Vest-nik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. 2011;(1): 123-8. Russian.
7. Ganeeva LA, Kasatova LV, Skripova VS. Ocenka izmeneniya koncentracii L-laktata v krovi studentov pri vypolnenii testa Kupera. Uchenye zapiski Kazanskogo Universiteta. Estestvennye nauki. 2011;153(3):119-27. Russian.
8. Yansen P. CHSS, laktat i trenirovki na vyносливость. Murmansk: Tuloma; 2006. Russian.
9. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sports medicine. Br. Med. Bull. 2007;(81-82):209-30.
10. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining. Journal of Sport Science and Medicine. 2002;(1):31-41.
11. Koch AJ, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. J. Musculoskelet Neuronal Interact. 2014;(14):68-77.
12. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Montagnana M, Gelati M, Tarperi C. et al. Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 2008;(68):667-72.
13. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. Clin. Chem. Lab. Med. 2010;(48):757-67.

Взаимосвязь процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты у спортсменов-кикбоксеров по исследованию слюны

Л. В. Бельская^{1,2}, А. В. Турманидзе³, В. Г. Турманидзе³

¹ФГБОУ ВО Омский государственный технический университет,
Министерство образования и науки РФ, г. Омск, Россия
²ООО «ХимСервис», г. Москва, Россия

³ФГБОУ ВО Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского,
Министерство образования и науки РФ, г. Омск, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить состояние процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты в слюне спортсменов при выполнении физической нагрузки и в восстановительный период после нее. **Материалы и методы:** в исследование включены 20 профессиональных спортсменов и 40 добровольцев, не имеющих регулярных высоких физических нагрузок. Образцы слюны у спортсменов забирались трижды: в состоянии покоя, через 10-15 минут после тренировки и снова в состоянии покоя; у контрольной группы – однократно. В образцах определяли содержание продуктов липопероксидации, эндогенной интоксикации, активность антиоксидантных ферментов. **Результаты:** показано, что тренировочный процесс сопровождается интенсификацией процессов липопероксидации и эндогенной интоксикации. В восстановительном периоде уровень продуктов липопероксидации остается повышенным, а содержание белковых токсинов достаточно быстро приходит в норму. Активность антиоксидантных ферментов после нагрузки снижается, однако в восстановительном периоде растет. Это обусловлено компенсаторными механизмами в системе антиоксидантной защиты. **Выводы:** необходим мониторинг исследуемых параметров для своевременной коррекции последствий окислительного стресса.

Ключевые слова: слюна, липопероксидация, эндогенная интоксикация, физическая нагрузка, восстановительный период

Для цитирования: Бельская Л.В., Турманидзе А.В., Турманидзе В.Г. Взаимосвязь процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты у спортсменов-кикбоксеров по исследованию слюны // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 10-16. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.10.

The relationship of endogenous intoxication processes, lipid peroxidation and antioxidant protection in the saliva of kickboxing athletes

Lyudmila V. Belskaya^{1,2}, Anton V. Turmanidze³, Valeriy G. Turmanidze³

¹Omsk State Technical University, Omsk, Russia

²«ChemService» LLC, Moscow, Russia

³Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the state of the processes of endogenous intoxication, lipoperoxidation and antioxidant protection in the saliva of athletes during exercise and during the recovery period after it. **Materials and methods:** the study includes 20 professional athletes and 40 volunteers who do not have regular high physical exertion. Samples of saliva in athletes were taken three times: at rest, 10-15 minutes after training and again at rest; in the control group – once. In the samples, the content of products of lipoperoxidation, endogenous intoxication, activity of antioxidant enzymes was determined. **Results:** it is shown that the training process is accompanied by an intensification of the processes of lipoperoxidation and endogenous intoxication. In the recovery period, the level of lipid peroxidation products remains elevated, and the content of protein toxins quickly returns to normal. The activity of antioxidant enzymes after exercise is reduced, but increases in the recovery period. This is due to compensatory mechanisms in the antioxidant defense system. **Conclusions:** it is necessary to monitor the parameters of the subjects for timely correction of the effects of oxidative stress.

Key words: saliva, lipid peroxidation, endogenous intoxication, exercise stress, recovery period

For citation: Belskaya LV, Turmanidze AV, Turmanidze VG. The relationship of endogenous intoxication processes, lipid peroxidation and antioxidant protection in the saliva of kickboxing athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):10-16. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.10.

1.1 Введение

Особое внимание исследователей в последнее время привлекают активные формы кислорода (АФК). Считается, что АФК составляют отдельную систему в организме, которая участвует в ряде физиологических и патологических процессов [1]. Высокий уровень физических нагрузок, характерный для профессионального спорта, оказывает существенное влияние на систему АФК, вызывая комплекс изменений в ферментных системах [2, 3]. Эти изменения могут носить компенсаторный характер, однако в ряде случаев могут приводить к декомпенсации и угнетению активности антиоксидантных механизмов. Это в свою очередь ведет к накоплению в тканях АФК, вызывающих различные повреждения клеточных мембран [4]. Повреждения белковых и липидных структур клеток характеризуют через показатели системы перекисного окисления липидов (диеновые и триеновые конъюгаты, основания Шиффа, малоновый диальдегид) и параметры эндогенной интоксикации – молекулы средней массы (МСМ) [5]. Защита организма от АФК осуществляется антиоксидантной системой, которая включает систему ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные превращения и элиминирующих пероксиды, в частности супероксиддисмутазу (СОД) и каталазу [6, 7].

Показатели эндогенной интоксикации, продукты перекисного окисления липидов, а также активность антиоксидантных ферментов традиционно определяют в сыворотке и плазме крови, однако существует возможность использования смешанной слюны в качестве субстрата [8]. Исследование слюны имеет преимущества по сравнению с использованием венозной или капиллярной крови [9, 10]. Это прежде всего обуславливается неинвазивностью сбора и отсутствием риска инфицирования при получении биоматериала. При этом слюна адекватно отражает биохимический статус и физиологическое состояние человека, что позволяет использовать ее как в клинической лабораторной диагностике, так и в специальных научных целях [11, 12].

Цель исследования – изучить состояние процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты в слюне спортсменов при выполнении физической нагрузки и в восстановительный период после нее.

1.2 Материалы и методы

В исследовании принимали участие 20 профессиональных спортсменов мужского пола (средний возраст – $20,3 \pm 0,8$ лет) (вид спорта – кикбоксинг, стаж занятия спортом – 3-5 лет, уровень спортивного мастерства – 1 разряд, КМС), которые составили основную (I) группу. В качестве контрольной (II) группы обследовано 40 условно здоровых лиц мужского пола, (средний возраст – $21,4 \pm 1,2$ года) не имеющих регулярных высоких физических нагрузок.

У всех участников проводили забор слюны в количестве 2 мл путем сплевывания в стерильные пробирки, центрифугировали при 7 000 об/мин. Образцы слюны у каждого из спортсменов забирались трижды: в состоянии покоя как минимум через 12 часов после окончания физической нагрузки, через 10-15 минут после окончания тренировки и снова в состоянии покоя; у лиц из контрольной группы – однократно.

Содержание субстратов для процессов липопероксидации – диеновых конъюгатов, триеновых конъюгатов и оснований Шиффа определяли спектрофотометрически по методу И.А. Волчегорского [13]. Содержание конечного продукта перекисного окисления липидов – малонового диальдегида (МДА) в мкмоль/л определяли в реакции с тиобарбитуровой кислотой методом В.Б. Гаврилова [14]. Уровень МСМ определяли методом ультрафиолетовой спектрофотометрии при длинах волн 254 и 280 нм [15]. Результаты выражали в единицах, количественно равных показателям экстинкции. Дополнительно оценивали значение коэффициента распределения (МСМ 280/254 нм) как отношение экстинкций при длинах волн 280 и 254 нм соответственно.

Дополнительно оценивали активность ферментов, устраняющих активные формы кислорода: супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы. Активность СОД определялась по степени ингибирования аутоокисления адреналина в щелочной среде при длине волны 347 нм, активность каталазы – по скорости разложения перекиси водорода, концентрацию которой определяли по образованию окрашенных в желтый цвет комплексов с молибденово-кислым аммонием [16]. Антиоксидантную активность (АОА) определяли по регистрации скорости окисления восстановленной формы 2,6-дихлорфенолиндофенола кислородом, растворенным в реакционной среде [17].

Статистический анализ выполнен при помощи программ Statistica 10.0 (StatSoft, США) и пакета R (версия 3.2.3) непараметрическим методом с использованием U-критерия Манна-Уитни. Описание выборки производили с помощью подсчета медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 25-го и 75-го процентилей [LQ; UQ]. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

1.3 Результаты

На первом этапе проведена проверка характера распределения и гомогенности дисперсий в группах. Согласно тесту Шапиро-Уилка содержание всех определяемых параметров не соответствует нормальному распределению ($p < 0,05$). Проведенный тест на гомогенность дисперсий в группах (тест Бартлетта) позволил отклонить гипотезу, что дисперсии гомогенны по группам ($p = 0,00021$). Поэтому для обработки полученных данных были применены непараметрические методы статистики.

Установлено, что показатели эндогенной интоксикации и липопероксидации существенно отличаются в состоянии покоя в группах профессиональных спортсменов и контрольной группе (табл. 1).

Отмечено, что содержание как отдельных фракций МСМ, так и коэффициент распределения МСМ 280/254 нм ниже в основной группе. Также наблюдается тенденция снижения первичных продуктов липопероксидации и увеличения содержания триеновых конъюгатов и оснований Шиффа. Снижение концентрации МДА в основной группе статистически достоверно ($p_1 < 0,001$).

Выявленные особенности обусловлены соответствующими изменениями системы антиоксидантной защиты, а именно: более высоким уровнем антиоксидантной активности, а также достоверно более низкой активностью каталазы в слюне спортсменов основной группы (табл. 2).

На следующем этапе определены показатели липопероксидации и антиоксидантной активности после нагрузки и восстановления (табл. 3, 4). Показано, что характер изменения исследуемых параметров неоднозначный. Так, уровень белковых токсинов растет после нагрузки, но снижается после восстановления до показателей ниже первоначальных значений. Тоже характерно и для коэффициента распределения МСМ 280/254 нм (табл. 3). Соотношение продуктов липопероксидации после нагрузки меняется: растет доля первичных продуктов, падает содержание триеновых конъюгатов и оснований Шиффа. Однако после отдыха не наблюдается возврата к первоначальным значениям, напротив, содержание всех продуктов остается высоким. Дополнительно отмечается рост концентрации МДА.

Динамика показателей антиоксидантной защиты в ходе тренировочного процесса характеризуется умень-

шением общей антиоксидантной активности после нагрузки (табл. 4). Также наблюдается снижение активности СОД, которая резко растет в период восстановления.

1.4 Обсуждение результатов

При интенсивных физических нагрузках усиливаются процессы перекисного окисления липидов и происходит накопление продуктов липопероксидации, что является одним из факторов, лимитирующих физическую работоспособность [18]. Однако исходный уровень данных продуктов существенно различается в зависимости от первоначальной физической подготовки спортсмена. Так, в слюне студентов, не имеющих регулярных высоких физических нагрузок, уровень первичных продуктов липопероксидации выше, чем триеновых конъюгатов и оснований Шиффа, тогда как в слюне спортсменов профессионалов наоборот. Можно предположить, что во втором случае выше скорость обмена веществ, за счет чего равновесие сдвигается в сторону образования вторичных продуктов. Однако накопление конечного продукта МДА в большей степени происходит в слюне добровольцев контрольной группы (+28,6%), что доказывает более низкую эффективность процессов детоксикации организма. Аналогичная ситуация наблюдается и с белковыми токсинами: содержание как фракции МСМ 254 нм, так 280 нм уменьшается в слюне профессиональных спортсменов (на 9,8 и 16,7% соответственно). Фракция МСМ 254 нм является интегральным показателем содержания УФ-поглощающих веществ, к которым, помимо продуктов протеолиза, относят не-

Таблица 1

Показатели эндогенной интоксикации и перекисного окисления липидов в слюне спортсменов и контрольной группы

Table 1

Indicators of endogenous intoxication and lipid peroxidation in the saliva of athletes and control group

Параметр/Index	I группа (основная) до нагрузки (n=20)/ Group I (main) before exercise (n=20)	II группа (контрольная) (n=40)/ Group II (control) (n=40)
МСМ 254 нм, у.е./AWM 254 нм??? SU	0,225 [0,155; 0,371]	0,247 [0,167; 0,355]
	МСМ 280 нм, у.е./AWM 280 нм??? SU	0,251 [0,146; 0,345]
МСМ 280/254/AWM	0,840 [0,792; 0,901]	0,945 [0,832; 1,043]
	$p_1^* = 0,014$	-
Диеновые конъюгаты, у.е./DC, SU	4,04 [3,72; 4,22]	4,21 [3,99; 4,33]
	$p_1 = 0,002$	-
Триеновые конъюгаты, у.е./TC, SU	0,859 [0,792; 0,935]	0,736 [0,701; 0,800]
	$p_1 < 0,001$	-
Основания Шиффа, у.е./SB, SU	0,547 [0,530; 0,601]	0,516 [0,493; 0,556]
	$p_1 = 0,009$	-
МДА, мкмоль/л/MDA, umol/L	6,15 [5,47; 7,35]	7,91 [6,67; 10,37]
	$p_1 < 0,001$	-

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями II группы (контрольной)

* p_1 – statistically significant differences with the indicators of group II (control)

Таблица 2

Показатели системы антиоксидантной защиты в слюне спортсменов и контрольной группы

Table 2

Indicators of the antioxidant defense system in the saliva of the athletes and control groups

Параметр/Index	I группа (основная) до нагрузки (n=20)/ Group I (main) before exercise (n=20)	II группа (контрольная) (n=40)/ Group II (control) (n=40)
АОА, ммоль/л/AA,mmol/L	2,48 [2,06; 4,28]	1,91 [1,64; 2,27]
	$p_1 < 0,001$	-
СОД, у.е./SOD, SU	59,2 [28,9; 97,4]	55,3 [31,6; 87,3]
Каталаза, мкат/л·10 ⁵ /Catalase, μ kat/L·10 ⁵	2,09 [2,00; 2,65]	2,73 [2,16; 3,38]
	$p_1 < 0,001$	-

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями II (контрольной) группы

* p_1 – statistically significant differences with indicators of II (control) group

Таблица 3

Динамика показателей эндогенной интоксикации и перекисного окисления липидов в ходе тренировочного процесса

Table 3

Dynamics of indicators of endogenous intoxication and lipid peroxidation during the training process

Параметр/Index	До нагрузки/ Before exercise	После нагрузки/ After exercise	После восстановления/ After recovery
МСМ 254 нм, у.е./ AWM 254 нм??? SU	0,225 [0,155; 0,371]	0,292 [0,118; 0,569]	0,201 [0,146; 0,361]
		$p_1^* = 0,008$	
МСМ 280 нм, у.е./ AWM 280 нм??? SU	0,215 [0,129; 0,300]	0,243 [0,095; 0,484]	0,161 [0,105; 0,332]
			$p_2^{**} = 0,037$
МСМ 280/254/ AWM 280/254	0,840 [0,792; 0,901]	0,851 [0,792; 0,935]	0,801 [0,725; 0,879]
Диеновые конъюгаты, у.е./ DC, SU	4,04 [3,72; 4,22]	4,10 [3,77; 4,22]	4,21 [4,02; 4,27]
	-	-	$p_1 = 0,045$
Триеновые конъюгаты, у.е./ TC, SU	0,859 [0,792; 0,935]	0,826 [0,785; 0,864]	0,875 [0,839; 0,970]
	-	-	$p_2 = 0,015$
Основания Шиффа, у.е./ SB, SU	0,547 [0,530; 0,601]	0,541 [0,537; 0,576]	0,579 [0,523; 0,625]
МДА, мкмоль/л/ MDA, μ mol/L	6,15 [5,47; 7,35]	6,15 [5,56; 6,32]	6,67 [5,47; 7,61]

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями до нагрузки

* p_1 – statistically significant pre-load differences

** p_2 – статистически достоверные различия с показателями после нагрузки

** p_2 – statistically significant differences with post-load indicators

Таблица 4

Динамика показателей системы антиоксидантной защиты

Table 4

Dynamics of indicators of antioxidant protection system

Параметр/Index	До нагрузки/ Before exercise	После нагрузки/ After exercise	После восстановления/ After recovery
АОА, ммоль/л/AA,mmol/L	2,48 [2,06; 4,28]	1,93 [1,55; 4,19]	2,32 [1,76; 3,82]
СОД, у.е./SOD, SU	59,2 [28,9; 97,4]	50,0 [21,1; 94,7]	102,6 [76,3; 176,3]
	-	-	$p_1^* = 0,015, p_2^{**} = 0,013$
Каталаза, мкат/л·10 ⁵ / Catalase, μ kat/L·10 ⁵	2,09 [2,00; 2,65]	2,13 [2,06; 2,42]	2,29 [1,97; 3,21]

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями до нагрузки

* p_1 – statistically significant pre-load differences

** p_2 – статистически достоверные различия с показателями после нагрузки

** p_2 – statistically significant differences with post-load indicators

белковые вещества нормального и аномального метаболизма. Интенсивность УФ-поглощения слюны при 280 нм определяется главным образом наличием ароматических хромофоров и ее увеличение происходит вследствие накопления тирозин- и триптофан содержащих пептидов. Коэффициент распределения МСМ 280/254 нм в состоянии покоя ниже в группе профессиональных спортсменов (-12,5%), что свидетельствует об усилении катаболических процессов, стимуляции процессов перекисного окисления липидов и иммуногенеза у добровольцев контрольной группы [19, 20].

Физическая нагрузка вызывает усиление перекисных процессов при снижении активности основного фермента антиоксидантной защиты – СОД, что приводит к повреждению целостности мембран миоцитов. Результатом повреждения клеточной мембраны является изменение ее проницаемости и выход в кровь как цитоплазматических, так и структурных белков. Повреждение тканей при гипоксии и вследствие развития процесса липопероксидации стимулирует выделение большого количества АФК. В результате непосредственно после физической нагрузки возрастает содержание белковых токсинов, растет коэффициент распределения МСМ 280/254 нм и уровень диеновых конъюгатов. Однако физическая нагрузка запускает более глубокие биодеструктивные процессы, приводящие к постепенному нарастанию повреждений липидной оболочки мембран клеток в результате каскада окислительно-восстановительных реакций. В частности, наблюдается рост уровня как первичных, так и вторичных продуктов липопероксидации, а также накопление МДА. Отмечено, что в течение восстановительного периода не происходит возврата биохимического состава слюны к первоначальным значениям, что свидетельствует о недостаточной активности антиоксидантного звена и необходимости его коррекции при планировании тренировочного режима спортсменов [21, 22].

В состоянии покоя АОА профессиональных спортсменов выше, чем студентов, не имеющих регулярных

высоких физических нагрузок, на 29,8%. Однако активность отдельных компонентов меняется разнонаправленно: активность СОД на 7,1% выше, каталазы на 23,4% ниже, чем в контрольной группе. В ходе тренировочного процесса наблюдается падение АОА (-22,2%), активности СОД (-15,5%) и незначительный рост активности каталазы (+2,0%). В восстановительном периоде АОА стремится к первоначальному значению, тогда как активность СОД и каталазы превышают исходные значения на 73,3 и 9,6% соответственно. Выраженный рост активности СОД может являться компенсаторным ответом на повышение уровня образования АФК при физической нагрузке. Статистически достоверных изменений активности каталазы после нагрузки и восстановления не выявлено, наблюдается тенденция незначительного увеличения. Однако даже после восстановительного периода активность каталазы остается на 19,2% ниже, чем в случае контрольной группы, что свидетельствует об истощении данного вида антиоксидантной защиты.

1.5 Выводы

Тренировочный процесс сопровождается интенсификацией процессов липопероксидации и эндогенной интоксикации. При этом в восстановительном периоде уровень продуктов перекисного окисления липидов остается повышенным, тогда как содержание белковых токсинов достаточно быстро приходит в норму. Активность антиоксидантных ферментов, в том числе СОД и каталазы после нагрузки снижается, однако в восстановительном периоде растет. Это обусловлено компенсаторными механизмами в системе антиоксидантной защиты. В целом, необходим мониторинг параметров липопероксидации и активности антиоксидантных ферментов для своевременного снижения последствий окислительного стресса, эндогенной интоксикации и выведения из организма токсичных продуктов перекисного окисления липидов. При недостаточной активности звена антиоксидантной защиты необходима коррекция для улучшения функционального состояния спортсменов и поддержания высокого уровня адаптации к регулярным и интенсивным физическим нагрузкам.

Список литературы

1. Базарин К.П., Титова Н.М. Динамические изменения активности ферментов антиоксидантной защиты в плазме крови у профессиональных регбистов // Бюллетень ВСИЦ СО РАМН. 2014. Т.97, №3. С.9-13.
2. Alessio H.M., Hagerman A.E., Fulkerson B.K., Ambrose J., Rice R.E., Wiley R.L. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000. V.32, №9. P.1576-1581.
3. Tanskanen M., Atalay M., Uusitalo A. Altered oxidative stress in overtrained athletes // *J. Sports Sci.* 2010. V.28, №3. P.309-317. DOI: 10.1080/02640410903473844.
4. Корнякова В.В., Конвай В.Д. Изменение антиоксидантного статуса крови у спортсменов циклических видов спорта в

References

1. Bazarin KP, Titova NM. Dynamic changes in the activity of antioxidant defense enzymes in the blood plasma of professional rugby players. *Byulleten VSNTs SO RAMN*. 2014;97(3):9-13. Russian.
2. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000. V.32, №9. P.1576-81.
3. Tanskanen M, Atalay M, Uusitalo A. Altered oxidative stress in overtrained athletes. *J. Sports Sci.* 2010;28(3):309-17. DOI: 10.1080/02640410903473844.
4. Kornyakova VV, Konvay VD. The change of blood antioxidant status in athlete's cyclic sports in different periods

разные периоды тренировочного процесса // Успехи современного естествознания. 2015. №1. С.398-400.

5. **Niki E.** Lipid peroxidation products as oxidative stress biomarkers // *Bio Factors*. 2008. V.34. P.171-180. DOI: 10.1002/biof.5520340208.

6. **Чанчаева Е.А., Айзман Р.И., Герасев А.Д.** Современное представление об антиоксидантной системе организма человека // *Экология человека*. 2013. №7. С.50-58.

7. **Савлуков А.И., Камиллов Р.Ф., Самсонов В.М., Шакиров Д.Ф.** Оценка системы свободнорадикальное окисление – антиоксидантная защита при воздействии производственных факторов химической природы // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2010. №6. С.22-27.

8. **Wong D.T.** *Salivary Diagnostics*. Wiley-Blackwell, 2008. 320 p.

9. **Malathi N., Mythili S., Vasanthi H.R.** Salivary Diagnostics: A Brief Review // *ISRN Dentistry*. 2014. Article ID: 158786, DOI: 10.1155/2014/158786.

10. **Miller C.S., Foley J.D., Bailey A.L., Campell C.L., Humphries R.L., Christodoulides N., Floriano P.N., Simmons G., Bhagwandin B., Jacobson J.W., Redding S.W., Ebersole J.L., McDevitt J.T.** Current developments in salivary diagnostics. *Biomark Med*. 2010. Vol.4, №1. P.171-189.

11. **Arunkumar S., Arunkumar J. S., Krishna N.B., Shakunthala G.K.** Developments in diagnostic applications of saliva in oral and systemic diseases – A comprehensive review // *Journal of Scientific and Innovative Research*. 2014. V.3, №3. P.372-387.

12. **Nunes L.A., Mussavira S., Bindhu O.S.** Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: a systematic review // *Biochemia Medica*. 2015. V.25, №2. P.177-192. DOI: 10.11613/BM.2015.018.

13. **Волчегорский И.А., Налимов А.Г., Яровинский Б.Г.** Сопоставление различных подходов к определению продуктов в гептан-изопропанольных экстрактах крови // *Вопросы медицинской химии*. 1989. №1. С.127-131.

14. **Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М.** Анализ методов определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой // *Вопросы медицинской химии*. 1987. №1. С.118-122.

15. **Гаврилов В.Б., Бидула М.М., Фурманчук Д.А., Конева С.В., Алейникова О.В.** Оценка интоксикации организма по нарушению баланса между накоплением и связыванием токсинов в плазме // *Клиническая лабораторная диагностика*. 1999. №2. С.13-17.

16. **Бельская Л.В., Сарф Е.А., Косенок В.К., Массард Ж.** Антиоксидантная активность смешанной слюны человека в норме // *Экология человека*. 2017. №6. С.36-40.

17. **Кривова Н.А., Гвай Е.Г., Заева О.Б., Лаптева Т.А.** Развитие защитных функций пищеварительного тракта у свиней в онтогенезе // *Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова*. 2007. Т.93, №1. С.68-75.

18. **Еликов А.В., Цапок П.И.** Взаимосвязь показателей липопероксидации, липидного обмена и осмотической устойчивости эритроцитов у спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта // *Гигиена и санитария*. 2012. №1. С.84-87.

19. **Чеснокова Н.П., Барсуков В.Ю., Понукалина Е.В., Агабеков А.И.** Закономерности изменений процессов свободнорадикальной дестабилизации биологических мембран при аденокарциноме восходящего отдела ободочной кишки, их роль в развитии опухолевой прогрессии // *Фундаментальные исследования*. 2015. №1. С.164-168.

20. **Панкова О.В., Перельмутер В.М., Савенкова О.В.** Характеристика экспрессии маркеров пролиферации и регуляции

of the training process. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2015;1:398-400. Russian.

5. **Niki E.** Lipid peroxidation products as oxidative stress biomarkers. *Bio Factors*. 2008;34:171-80. DOI: 10.1002/biof.5520340208.

6. **Chanchaeva EA, Ayzman RI, Gerasev AD.** The modern idea of the antioxidant system of the human body. *Human Ecology*. 2013;7:50-8. Russian.

7. **Savlukov AI, Kamilov RF, Samsonov VM, Shakirov DF.** Evaluation system free radical oxidation – antioxidant protection under the influence of factors of production of the chemical nature. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2010;6:22-7. Russian.

8. **Wong DT.** *Salivary Diagnostics*. Wiley-Blackwell; 2008.

9. **Malathi N., Mythili S., Vasanthi H.R.** Salivary Diagnostics: A Brief Review // *ISRN Dentistry*. 2014. Article ID: 158786, DOI: 10.1155/2014/158786.

10. **Miller CS, Foley JD, Bailey AL, Campell CL, Humphries RL, Christodoulides N, Floriano PN, Simmons G, Bhagwandin B, Jacobson JW, Redding SW, Ebersole JL, McDevitt JT.** Current developments in salivary diagnostics. *Biomark Med*. 2010;4(1):171-89.

11. **Arunkumar S, Arunkumar JS, Krishna NB, Shakunthala GK.** Developments in diagnostic applications of saliva in oral and systemic diseases – A comprehensive review. *Journal of Scientific and Innovative Research*. 2014;3(3):372-87.

12. **Nunes LA, Mussavira S, Bindhu OS.** Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: a systematic review. *Biochemia Medica*. 2015;25(2):177-92. DOI: 10.11613/BM.2015.018.

13. **Volchegorskiy IA, Nalimov AG, Yarovinskiy BG.** A comparison of different approaches to defining the products in heptane-isopropanol extracts blood. *Voprosy meditsinskoj khimii*. 1989;1:127-31. Russian.

14. **Gavrilov VB, Gavrilova AR, Mazhul LM.** Analysis methods for the determination of lipid peroxidation products in blood serum test with thiobarbituric acid. *Voprosy meditsinskoj khimii*. 1987;1:118-2. Russian.

15. **Gavrilov VB, Bidula MM, Furmanchuk DA., Konev SV, Aleynikova OV.** Evaluation of intoxication on the imbalance between accumulation and binding toxins in the plasma. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 1999;2:13-7. Russian.

16. **Belskaya LV, Sarf YeA, Kosenok VK., Massard ZH.** Antioxidant activity of mixed human saliva in the norm. *Human Ecology*. 2017;6:36-40. Russian.

17. **Krivova NA, Gvay EG, Zaeva OB, Lapteva TA.** Development of protective functions of the digestive tract in pigs in ontogeny. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I. M. Sechenova*. 2007;93(1):68-75. Russian.

18. **Elikov AV, Tsapok PI.** The relationship of lipid peroxidation indices of lipid metabolism and osmotic stability of erythrocytes in athletes involved in cyclic and acyclic sports. *Gigiena i sanitariya*. 2012;1:84-97. Russian.

19. **Chesnokova NP, Barsukov VYu, Ponukalina EV, Agabekov AI.** Patterns of change processes free radical destabilization of biological membranes with adenocarcinoma of the ascending portion of the colon, and their role in promoting tumor progression. *Fundamental Research*. 2015;1:164-8. Russian.

20. **Pankova OV, Perelmutter VM, Savenkova OV.** Characteristic of expression of proliferation markers and apoptosis regulation

апоптоза в зависимости от характера дисрегенераторных изменений в эпителии бронхов при плоскоклеточном раке легкого // Сибирский онкологический журнал. 2010. Т.41, №5. С.36-41.

21. **Radak Z., Chung H.Y., Goto S.** Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise // Free Radic. Biol. Med. 2008. V.44, №2. P.153-159. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029.

22. **Xu X., Arriaga E.A.** Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydroethidine // Free Radic. Biol. Med. 2009. V.46, №7. P.905-913. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2008.12.019.

Сведения об авторах:

Бельская Людмила Владимировна, директор по науке ООО «ХимСервис», доцент кафедры химической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Омского государственного технического университета Минобрнауки России, к.х.н. ORCID ID: 0000-0002-6147-4854 (+7 (913) 641-35-77, ludab2005@mail.ru)

Турманидзе Антон Валерьевич, доцент факультета физической культуры, реабилитации и спорта ФГБОУ ВО Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского Минобрнауки России, к.б.н. ORCID ID: 0000-0001-5117-0104

Турманидзе Валерий Григорьевич, декан факультета физической культуры, реабилитации и спорта ФГБОУ ВО Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского Минобрнауки России, доцент, к.пед.н. ORCID ID: 0000-0002-8537-0478

Information about the authors:

Lyudmila V. Belskaya, Ph.D. (Chemistry), Director of Science of the «ChemService» LLC, Associate Professor of the Department of Chemical Engineering and Biotechnology of the Omsk State Technical University. ORCID ID: 0000-0002-6147-4854 (+7 (913) 641-35-77, ludab2005@mail.ru)

Anton V. Turmanidze, Ph.D. (Biology), Associate Professor of the Faculty of Physical Education, Rehabilitation and Sports of the Dostoevsky Omsk State University. ORCID ID: 0000-0001-5117-0104

Valeriy V. Turmanidze, Ph.D. (Pedagogics), Dean of the Faculty of Physical Education, Rehabilitation and Sports of the Dostoevsky Omsk State University. ORCID ID: 0000-0002-8537-0478

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 03.02.2018

Принята к публикации: 20.02.2018

Received: 3 February 2018

Accepted: 20 February 2018

according to the nature disregeneratornyh changes in the bronchial epithelium with squamous cell carcinoma of the lung. Sibirskiy onkologicheskij zhurnal. 2010;41(5):36-41. Russian.

21. **Radak Z, Chung HY, Goto S.** Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. Free Radic. Biol. Med. 2008;44(2):153-9. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029.

22. **Xu X, Arriaga EA.** Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydroethidine. Free Radic. Biol. Med. 2009;46(7):905-13. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2008.12.019.

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.17

УДК: 577.115.3:612.1:796.92

Изучение связи эссенциальной альфа-линоленовой кислоты с вариабельностью сердечного ритма у лыжников-гонщиков

А. Ю. Людинина, А. Л. Марков, Е. Р. Бойко

ФГБУН Институт физиологии Коми, Научный центр Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить связь между параметрами вариабельности сердечного ритма (ВСР) и уровнем альфа-линоленовой кислоты (ЛНК) в плазме крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков. **Материалы и методы:** в общеподготовительный период тренировок обследовано 19 лыжников-гонщиков – членов сборной команды Республики Коми. С помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007» проведен анализ вариабельности сердечного ритма. Уровень ЛНК плазмы крови определен методом газовой хроматографии. **Результаты:** корреляционный анализ показал значимую отрицательную связь ЛНК с индексами централизации и вагосимпатического взаимодействия, абсолютными и относительными значениями мощности низкочастотных волн, а также положительную связь – с относительным значением мощности высокочастотных волн ВСР. **Выводы:** более низкий уровень ЛНК в плазме крови спортсменов сопряжен с появлением медленных волн более высоких порядков, свидетельствуя о неоптимальном уровне регуляции ритма сердца.

Ключевые слова: альфа-линоленовая кислота, вариабельность сердечного ритма, выносливость, лыжники-гонщики

Для цитирования: Людинина А.Ю., Марков А.Л., Бойко Е.Р. Изучение связи эссенциальной альфа-линоленовой кислоты с вариабельностью сердечного ритма у лыжников-гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 17-22. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.17.

The relationship of the essential alpha-linolenic acid with heart rate variability in cross-country skiers

Aleksandra Yu. Lyudinina, Aleksandr L. Markov, Evgeny R. Boyko

Institute of Physiology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

ABSTRACT

Objective: to examine the correlation between heart rate variability and plasma level of alpha-linolenic acid (ALA) in cross-country skiers. **Materials and methods:** the short-term heart rate variability (HRV) was examined in 19 high-trained male cross-country skiers from national team of the Komi Republic. The ECG recordings were analyzed using with the Ecosan-2007 complex. ALA analysis was performed on a gas chromatograph (Chromatek, Russia). **Results:** the plasma levels of ALA were positively associated with the relative value of high-frequency power and negatively correlated with the indices of centralization and vagosympathetic interaction and with absolute and relative values of low-frequency power. **Conclusions:** a lower plasma level of ALA in athletes was associated with the appearance of slow waves of higher orders, indicating a non-optimal level of regulation of heart rhythm.

Key words: alpha-linolenic acid, heart rate variability, endurance, cross-country skiers

For citation: Lyudinina AYu, Markov AL, Boyko ER. The relationship of the essential alpha-linolenic acid with heart rate variability in cross-country skiers. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):17-22. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.17

1.1 Введение

Функциональное состояние высокотренированного спортсмена обеспечивается сложным механизмом нейроэндокринной регуляции, особую роль в которой играют липиды. Так, установлена важная роль некоторых фосфолипидов и n-3 полиненасыщенных жирных кислот (n-3 ПНЖК) в реализации сердечно-сосудистой и нервной деятельности [1], оптимизации физической работоспособности [2], улучшении нервно-мышечной функции спортсменов [3].

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является методом оценки состояния механизмов регуля-

ции физиологических функций в организме человека [4] и широко используется в спортивной медицине. Ряд экспериментальных [5] и клинических исследований показывают связь длинноцепочечных n-3 ПНЖК с низкой частотой сердечных сокращений (ЧСС) и увеличением ВСР [2, 6]. Результаты мета-анализа 15 исследований показали, что высокочастотные волны спектра ВСР (HF) существенно возрастают при потреблении рыбьего жира, а индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) имеет тренд на понижение, что указывает на усиление вагусного тонуса [7]. Однако следует отметить, что не все исследования сообщают о положительном

действии n-3 ПНЖК на ЧСС и ВСР [8, 9]. La Rovere M.T. et al. (2013) показали, что при употреблении 1 г/день n-3 ПНЖК в течение 3 месяцев у обследуемых лиц увеличивались длина кардионтервалов, стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN), очень низкочастотный спектр ВСР (VLF), однако при употреблении n-3 ПНЖК в течение года значимых изменений ВСР не выявлено.

В литературе отмечают кардиопротекторные эффекты альфа-линоленовой кислоты (ЛНК, n-3 С18:3): предупреждение желудочковой экстрасистолии [10], реализация антитромботических, антиаритмических и противовоспалительных свойств организма [11, 12]. Однако практически отсутствуют данные о влиянии ЛНК на ВСР. Все эти факторы обуславливают перспективы активного применения ЛНК в лечебных и профилактических целях, в том числе, и в спорте высших достижений. В связи с этим, цель исследования состояла в том, чтобы изучить связь между параметрами ВСР и уровнем ЛНК в плазме крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков.

1.2 Материалы и методы

В общеподготовительный период тренировок обследовано 19 мужчин из основного состава сборной команды Республики Коми по лыжным гонкам (кандидаты в мастера спорта и мастера спорта). Медиана возраста лыжников составила 18,0 лет, длины тела – 180,0 см, массы тела – 70,3 кг. Индекс массы тела у всех спортсменов соответствовал норме при среднем значении – 22,5 кг/м². В исследовании использовали аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007» (Медицинские компьютерные системы, г. Зеленоград). Анализ ВСР проводили в соответствии с рекомендациями группы Российских экспертов. Электрокардиограмму регистрировали в положении лежа, в одном из стандартных отведений в течение 5 минут. Вычисляли такие параметры ВСР, как: ЧСС, SDNN, доля числа пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс (pNN50), квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), стресс-индекс (SI), суммарная мощность спектра (TP), абсолютные и относительные значения мощности спектра высокочастотного (HF, мс² и HF,%), низкочастотного (LF, мс² и LF,%), очень низкочастотного (VLF, мс² и VLF,%) компонентов ВСР, LF/HF, IC, показатель активности регуляторных систем (ПАРС). В качестве нормативов параметров ВСР взяты значения для практически здоровых лиц [4].

Взятие венозной крови осуществляли натощак в покое. Уровень жирных кислот (ЖК) в общих липидах плазмы крови определяли методом газовой хроматографии («Кристалл 2000М», ПИД, колонка «SupelcoWAX») с предварительным экстрагированием липидов и получением метиловых эфиров ЖК. Содержание ЛНК представлено в % от общего пула ЖК. В качестве нормы взяты референтные значения [13].

Исследование было одобрено локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН.

Данные обработаны в программе Statistica 6.0. Результаты представлены в виде медианы и 25-го и 75-го перцентилей. Для выявления взаимосвязей между изучаемыми показателями вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Статистическую значимость различий между группами оценивали с помощью критерия Манна-Уитни. Различия и коэффициенты корреляции считали значимыми при $p < 0,05$.

1.3 Результаты и их обсуждение

При анализе полученных данных параметров ВСР у обследованных лиц отмечено смещение вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического звена вегетативной нервной системы. Более чем у половины спортсменов выявлены высокие значения pNN50, RMSSD, HF,% (табл.). Значения ПАРС свидетельствуют о выраженном напряжении регуляторных систем.

Доля ЛНК от общего пула ЖК в крови спортсменов составила 0,17% (0,15-0,27%) (норма 0,6%). Низкий уровень ЛНК отмечен у всех обследованных лиц, что, вероятно, связано, как с недостаточным потреблением эссенциальной кислоты с пищей, так и ее высокой востребованностью в метаболизме. Как известно, ЛНК является важной эссенциальной ЖК, основным источником которой, кроме масла периллы (58%), является льняное масло (57%), а также соевое и рапсовое масла (около 10 %) [12, 14]. Очевидно, что данные продукты, в особенности в условиях северных широт, употребляют обычно в крайне малых количествах.

Корреляционный анализ показал статистически значимую отрицательную связь ЛНК с абсолютными ($rs = -0,461$, $p = 0,047$) и относительными значениями LF ($rs = -0,478$, $p = 0,038$), а также LF/HF ($rs = -0,493$, $p = 0,032$), IC ($rs = -0,465$, $p = 0,045$). Кроме того, выявлена положительная связь данной кислоты с относительными значениями HF,% ($rs = 0,465$, $p = 0,045$). Не обнаружено корреляции между ЛНК и ЧСС ($rs = 0,111$, $p = 0,652$), pNN50 ($rs = 0,207$, $p = 0,395$), pNN50 ($rs = 0,207$, $p = 0,395$), SDNN ($rs = -0,279$, $p = 0,247$), SI ($rs = 0,004$, $p = 0,986$), TP ($rs = -0,367$, $p = 0,123$), абсолютными значениями HF ($rs = 0,161$, $p = 0,509$), абсолютными и относительными значениями VLF ($rs = -0,226$, $p = 0,351$ и $rs = -0,046$, $p = 0,853$). В связи с этим, вероятно у спортсменов с большим дефицитом ЛНК в плазме крови повышена симпатическая и снижена парасимпатическая активность.

Для изучения влияния уровней ЛНК на показатели ВСР мы разделили спортсменов на две группы: ЛНК < 0,3% (n = 13) и ЛНК > 0,3% (n = 6). Результаты исследования представлены на рисунке.

Индекс LF/HF был существенно выше у лиц с уровнем ЛНК < 0,3%, чем у лыжников с уровнем ЛНК > 0,3% ($p = 0,036$). Похожая тенденция наблюдалась и для абсолютного значения LF ($p = 0,06$). Таким образом, в со-

Таблица

Показатели вариабельности сердечного ритма у обследованных лыжников-гонщиков

Table

Indicators of heart rate variability in cross-country skiers

Показатели/Indices	Норматив/ Standard	Медиана (25-75 перцентили)/ Mediana (25-75 per)	<*	Норма/Norm	>**
ЧСС, уд/мин/HR, BPM	55-75	57,00 (51,50-64,00)	42	47	11
RMSSD, мс/msec	20-50	65,00 (52,00-79,50)	5	16	79
pNN50, %	15-40	45,40 (28,60-54,50)	16	21	63
SDNN, мс/msec	40-80	65,44 (60,11-87,37)	5	63	32
SI, усл. ед./SU	50-150	41,00 (26,00-50,50)	69	26	5
TP, мс ² /msec ²	-	3978,56 (3057,90-5972,84)	-	-	-
HF, мс ² /msec ²	-	1562,33 (988,92-1742,63)	-	-	-
LF, мс ² /msec ²	-	1177,46 (899,86-2166,45)	-	-	-
VLF, мс ² /msec ²	-	408,08 (270,81-626,47)	-	-	-
HF, %	15-25	49,00 (25,75-57,55)	11	15	74
LF, %	15-40	38,10 (31,15-53,40)	0	53	47
VLF, %	15-30	12,60 (9,45-15,90)	74	21	5
LF/HF, усл. ед./SU	-	0,79 (0,55-1,86)	-	-	-
IC, усл. ед./SU	2-8	1,04 (0,74-2,89)	63	37	0
ПАРС, баллы/IARS, points	1-3	4,00 (3,00-6,00)	-	32	68

ответствии с нашими результатами, более низкие значения ЛНК в плазме крови сопряжены с появлением медленных волн более высоких порядков, указывая на неоптимальную регуляцию сердечного ритма. При более высоком уровне С18:3 в крови обследуемых лиц отмечено усиление роли парасимпатической (положительная связь с HF,%) и снижение симпатической нервной системы (отрицательная связь с абсолютными и относительными значениями LF, а также LF/HF, IC). Таким образом, при выраженном дефиците ЛНК в организме спортсменов, вероятно, усиливается напряжение регуляторных систем и снижаются функциональные резервы.

Между тем, существенная роль ЛНК в реализации целого спектра различных функций обуславливает необходимость в компенсации дефицита ее содержания в организме. Так, показано активное участие ЛНК в метаболизме эссенциальных ЖК путем повышения активности десатураз ЖК в микросомах печени, что, в свою очередь, ведет к возможному образованию эйкозапентаеновой кислоты (ЭПК) – одного из основных биорегуляторов организма [14]. Таким образом, ЛНК может частично компенсировать и дефицит потребления рыбы (основной источник ЭПК и докозагексаеновой кислоты), оказывая влияние на содержание в плазме длинноцепочечных n-3 ПНЖК. Кроме того, установлено, что ЛНК, поступая с пищей, понижает уровень холестерина в крови и ткани печени [15], что обуславливает ее антиатеросклеротическое воздействие. Рядом исследователей

отмечаются возможные кардиопротекторные эффекты ЛНК, механизм которых, однако, требует дальнейшего изучения: показано значительное снижение диастолического артериального давления и общего периферического сопротивления сосудов в ходе специальных диет с постепенным увеличением дозы ЛНК [11], предупреждение желудочковой экстрасистолии [10], как в покое, так и в состоянии стресса [1]. Billman G.E. [16] отмечает, что основной причиной снижения ЧСС при потреблении n-3 ПНЖК являются сдвиги в ритме синусового узла, а в меньшей мере в изменении вегетативной регуляции сердца. Также есть мнения, что прием n-3 ПНЖК может иметь не прямое воздействие на снижение ЧСС за счет, например, улучшения диастолического наполнения левого желудочка путей [17] или увеличения тонуса блуждающего нерва [18]. Показано также, что при увеличении доли ЛНК в различных соотношениях омега-3/омега-6 повышается активность и продукция целого ряда эйкозаноидов (в тромбоцитах и легких) и цитокинов [14], реализация антитромботических, антиаритмических и противовоспалительных свойств организма [12]. Выявлена потенциальная роль ЛНК в формировании и поддержании психофизиологического статуса лыжников-гонщиков: более низкий уровень содержания ЛНК в плазме крови сопряжен с низкими показателями общего функционального состояния нервной системы обследуемых: функционального уровня системы, устойчивости системы и уровня функциональных возможностей [19].

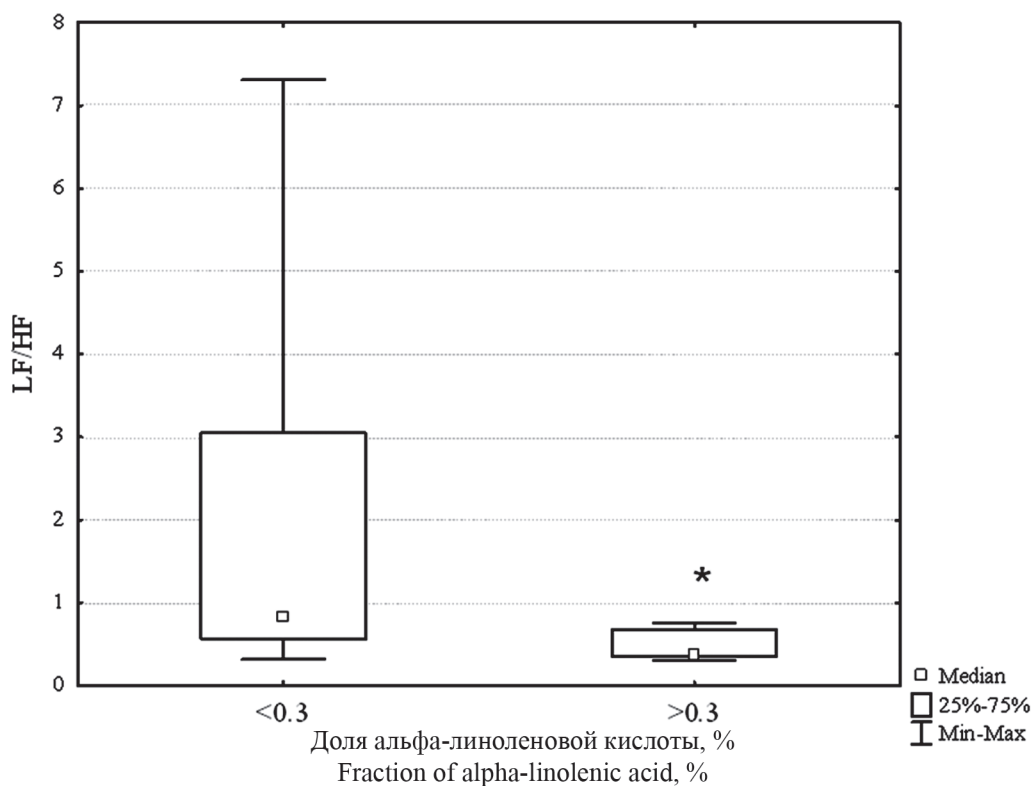


Рис. Индекс вагосимпатического взаимодействия в зависимости от уровня альфа-линоленовой кислоты в плазме крови. * - $p < 0,05$
Pic. Vagusympathetic interaction index depending on the level of alpha-linolenic acid in blood plasma. * $p < 0.05$

1.4 Практическая значимость работы состоит в возможности ЛНК изменять симпатический и парасимпатический баланс, что может быть профилактической мерой укрепления функционального состояния в подготовке спортсменов, поскольку при выраженном дефиците ЛНК в организме спортсменов усиливается напряжение регуляторных систем и снижаются функциональные резервы.

1.5 Выводы

В ходе исследования выявлена значимая связь между эссенциальной альфа-линоленовой кислотой и параметрами variability сердечного ритма (отрицательная корреляция с индексами централизации и вагосимпатического взаимодействия, абсолютными и относительными

значениями низкочастотных волн, а также положительная – с относительным значением высокочастотных волн спектра ВСП). При дефиците альфа-линоленовой кислоты в плазме крови отмечен неоптимальный уровень регуляции ритма сердца.

Благодарности: Работа выполнена в рамках темы по Программе ФНИ на 2017-2020 гг. (№ ГР АААА-А17-117012310157-7) и в рамках темы по Программе Президиума РАН на 2018-2020 гг. (№ ГР АААА-А18-118012290367-6).

Acknowledgments: The study was supported by the Program for Fundamental Research of RAS (2017-2020), Project № АААА-А17-117012310157-7 and by the Program for Presidium of RAS (2018-2020), Project № АААА-А18-118012290367-6.

Список литературы

1. West S.G., Krick A.L., Klein L.C., Zhao G., Wojtowicz T.F., McGuinness M., Bagshaw D.M., Wagner P., Ceballos R.M., Holub B.J., Kris-Etherton P.M. Effects of diets high in walnuts and flax oil on hemodynamic responses to stress and vascular endothelial function // Journal of the American College of Nutrition. 2010. V.29, №6. P.595-603. DOI: 10.1080/07315724.2010.10719898.

2. Zebrowska A., Mizia-Stec K., Mizia M., Gąsior Z., Poprzęcki S. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes

References

1. West SG, Krick AL, Klein LC, Zhao G, Wojtowicz TF, McGuinness M, Bagshaw DM, Wagner P, Ceballos RM, Holub BJ, Kris-Etherton PM. Effects of diets high in walnuts and flax oil on hemodynamic responses to stress and vascular endothelial function. Journal of the American College of Nutrition. 2010;29(6):595-03. DOI: 10.1080/07315724.2010.10719898.

2. Zebrowska A, Mizia-Stec K, Mizia M, Gąsior Z, Poprzęcki S. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained

// European Journal of Sport Science. 2015. V.15, №4. P.305-314. DOI: 10.1080/17461391.2014.949310.

3. **Lewis E.J., Radonic P.W., Wolever T.M., Wells G.D.** 21 days of mammalian omega-3 fatty acid supplementation improves aspects of neuromuscular function and performance in male athletes compared to olive oil placebo // Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2015. №12. P.28. DOI: 10.1186/s12970-015-0089-4.

4. **Баевский Р.М., Берсенева А.П.** Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220 с.

5. **Billman G.E., Harris W.S.** Effect of dietary omega-3 fatty acids on heart rate and the heart rate variability responses to myocardial ischemia or exercise // American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology. 2011. V.300, №6. P.2288-2299. DOI: 10.1152/ajpheart.00140.2011.

6. **Christensen J.H.** Omega-3 polyunsaturated fatty acids and heart rate variability // Frontiers in Physiology. 2011. №2. P.84. DOI: 10.3389/fphys.2011.00084.

7. **Xin W., Wei W., Li X.Y.** Short-term effects of fish-oil supplementation on heart rate variability in humans: a meta-analysis of randomized controlled trials // The American Journal of Clinical Nutrition. 2013. V.97, №5. P.926-935. DOI: 10.3945/ajcn.112.049833.

8. **Kim S.H., Kim M.K., Lee H.Y., Kang H.J., Kim Y.J., Kim H.S.** Prospective randomized comparison between omega-3 fatty acids supplements plus simvastatin versus simvastatin alone in Korean patients with mixed dyslipidemia: lipoprotein profiles and heart rate variability // European Journal of Clinical Nutrition. 2011. V.65, №1. P.110-116. DOI: 10.1038/ejcn.2010.195.

9. **La Rovere M.T., Staszewsky L., Barlera S., Maestri R., Mezzani A., Midi P., Marchioli R., Maggioni A.P., Tognoni G., Tavazzi L., Latini R.** n-3PUFA and Holter-derived autonomic variables in patients with heart failure: data from the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Insufficienza Cardiaca (GISSI-HF) Holter substudy // Heart Rhythm. 2013. V.10, №2. P.226-232. DOI: 10.1016/j.hrthm.2012.10.035.

10. **Isensee H., Jacob R.** Differential effects of various oil diets on the risk of cardiac arrhythmias in rats // Journal of Cardiovascular Risk. 1994. V.4, №1. P.353-359.

11. **Mozaffarian D.** Does alpha-linolenic acid intake reduce the risk of coronary heart disease? A review of the evidence // Alternative Therapies in Health and Medicine. 2005. V.11, №3. P.24-30.

12. **Simopoulos A.P.** Omega-3 fatty acids, exercise, physical activity and athletics // World Review of Nutrition and Dietetics. 2008. №98. P.23-50.

13. **Hodson L., Skeaff C.M., Fielding B.A.** Fatty acid composition of adipose tissue and blood in humans and its use as a biomarker of dietary intake // Progress in Lipid Research. 2008. V.47, №5. P.348-380. DOI: 10.1016/j.plipres.2008.03.003.

14. **Ипатова О.М., Прозоровская Н.Н., Баранова В.С., Гусева Д.А.** Биологическая активность льняного масла как источника омега-3 альфа-линоленовой кислоты // Биомедицинская химия. 2004. Т.50, №1. С.25-43.

15. **Bassett C.M., Rodriguez-Leyva D., Pierce G.N.** Experimental and clinical research findings on the cardiovascular benefits of consuming flaxseed // Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2009. V.34, №5. P.965-974. DOI: 10.1139/H09-087.

16. **Billman G.E.** The effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on cardiac rhythm: A critical reassessment // Pharmacology & Therapeutics. 2013. V.140, №1. P.53-80. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2013.05.011.

17. **Mozaffarian D., Wu J.H.** Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways,

athletes. European Journal of Sport Science. 2015;15(4):305-14. DOI: 10.1080/17461391.2014.949310.

3. **Lewis EJ, Radonic PW, Wolever TM, Wells GD.** 21 days of mammalian omega-3 fatty acid supplementation improves aspects of neuromuscular function and performance in male athletes compared to olive oil placebo. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2015;12:28. DOI: 10.1186/s12970-015-0089-4.

4. **Baevsky RM, Berseneva AP.** Introduction in prenosological diagnostics. Moscow: Slovo; 2008. Russian.

5. **Billman GE, Harris WS.** Effect of dietary omega-3 fatty acids on heart rate and the heart rate variability responses to myocardial ischemia or exercise. American Journal of Physiology. Heart and circulatory physiology. 2011;300(6):2288-99. DOI: 10.1152/ajpheart.00140.2011.

6. **Christensen JH.** Omega-3 polyunsaturated fatty acids and heart rate variability. Frontiers in physiology. 2011;2:84. DOI: 10.3389/fphys.2011.00084.

7. **Xin W, Wei W, Li XY.** Short-term effects of fish-oil supplementation on heart rate variability in humans: a meta-analysis of randomized controlled trials. The American Journal of Clinical Nutrition. 2013;97(5):926-35. DOI: 10.3945/ajcn.112.049833.

8. **Kim SH, Kim MK, Lee HY, Kang HJ, Kim YJ, Kim HS.** Prospective randomized comparison between omega-3 fatty acids supplements plus simvastatin versus simvastatin alone in Korean patients with mixed dyslipidemia: lipoprotein profiles and heart rate variability. European Journal of Clinical Nutrition. 2011;65(1):110-6. DOI: 10.1038/ejcn.2010.195.

9. **La Rovere MT, Staszewsky L, Barlera S, Maestri R, Mezzani A, Midi P, Marchioli R, Maggioni AP, Tognoni G, Tavazzi L, Latini R.** n-3PUFA and Holter-derived autonomic variables in patients with heart failure: data from the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Insufficienza Cardiaca (GISSI-HF) Holter substudy. Heart Rhythm. 2013;10(2):226-32. DOI: 10.1016/j.hrthm.2012.10.035.

10. **Isensee H, Jacob R.** Differential effects of various oil diets on the risk of cardiac arrhythmias in rats. Journal of Cardiovascular Risk. 1994;4(1):353-9.

11. **Mozaffarian D.** Does alpha-linolenic acid intake reduce the risk of coronary heart disease? A review of the evidence. Alternative Therapies in Health and Medicine. 2005;11(3):24-30.

12. **Simopoulos AP.** Omega-3 fatty acids, exercise, physical activity and athletics. World Review of Nutrition and Dietetics. 2008;98:23-50.

13. **Hodson L, Skeaff CM, Fielding BA.** Fatty acid composition of adipose tissue and blood in humans and its use as a biomarker of dietary intake. Progress in Lipid Research. 2008;47(5):348-80. DOI: 10.1016/j.plipres.2008.03.003.

14. **Ipatova OM, Prozorovskaya NN, Baranova VS, Guseva DA.** Biological effects of flaxseed oil as the source of alpha-linolenic acid omega-3. Biomeditsinskaya Khimiya. 2004;50(1):25-43. Russian.

15. **Bassett CM, Rodriguez-Leyva D, Pierce GN.** Experimental and clinical research findings on the cardiovascular benefits of consuming flaxseed. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2009;34(5):965-74. DOI: 10.1139/H09-087.

16. **Billman GE.** The effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on cardiac rhythm: A critical reassessment. Pharmacology & Therapeutics. 2013;140(1):53-80. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2013.05.011.

17. **Mozaffarian D, Wu JH.** Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways,

and clinical events // Journal of the American College of Cardiology. 2011. V.58, №20. P.2047-2067. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.06.063.

18. O'Keefe J.H.Jr, Abuissa H., Sastre A., Steinhilber D.M., Harris W.S. Effects of omega-3 fatty acids on resting heart rate, heart rate recovery after exercise, and heart rate variability in men with healed myocardial infarctions and depressed ejection fractions // The American Journal of Cardiology. 2006. V.97, №8. P.1127-1130. DOI: 10.1016/j.amjcard.2005.11.025.

19. Людина А.Ю., Чалышева А.А., Кеткина О.А., Бойко Е.Р. Роль альфа-линоленовой кислоты в формировании психофизиологического статуса лыжников-гонщиков // Экстремальная деятельность человека. 2017. №1. С.18-23.

and clinical events. Journal of the American College of Cardiology. 2011;58(20):2047-67. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.06.063.

18. O'Keefe JHJr, Abuissa H, Sastre A, Steinhilber DM, Harris WS. Effects of omega-3 fatty acids on resting heart rate, heart rate recovery after exercise, and heart rate variability in men with healed myocardial infarctions and depressed ejection fractions. The American Journal of Cardiology. 2006;97(8):1127-30. DOI: 10.1016/j.amjcard.2005.11.025.

19. Lyudinina AYu, Chalysheva AA, Ketkina OA, Boyko ER. The role of alpha-linolenic acid in formation of psycho-physiological status of skiers-racers. Ekstremalnaya deyatelnost cheloveka. 2017;(1):18-23. Russian.

Сведения об авторах:

Людина Александра Юрьевна, старший научный сотрудник группы метаболизма человека Отдела экологической и медицинской физиологии ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН, к.б.н. ORCID ID: 0000-0003-4849-4735 (+7 (904) 234-81-51, salu_06@inbox.ru)

Марков Александр Леонидович, научный сотрудник группы социальной физиологии Отдела экологической и медицинской физиологии ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН, к.б.н. ORCID ID: 0000-0003-0152-6250

Бойко Евгений Рафаилович, директор института ФГБУН Института физиологии Коми научного центра УрО РАН, д.м.н., профессор. ORCID ID: 0000-0002-8027-898X

Information about the authors:

Aleksandra Yu. Lyudinina, Ph.D. (Biology), Senior Researcher of the Human Metabolism Group of the Department of Ecological and Medical Physiology of the Institute of Physiology of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0003-4849-4735 (+7 (904) 234-81-51, salu_06@inbox.ru)

Aleksandr L. Markov, Ph.D. (Biology), Researcher of the Social Physiology Group of the Department of Ecological and Medical Physiology of the Institute of Physiology of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0003-0152-6250

Evgeny R. Boyko, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Director of the Institute of Physiology of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. ORCID ID: 0000-0002-8027-898X

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 04.04.2017

Принята к публикации: 24.04.2017

Received: 4 April 2017

Accepted: 24 April 2017

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



Фитнес

Руненко С.Д.

Вниманию читателя предлагаются ответы на самые частые вопросы, касающиеся ведения здорового образа жизни (ЗОЖ). Автор объясняет причины неудач и отсутствия прогресса при занятиях физкультурой, спортом и фитнесом. Поводом для написания этой книги послужили типичные ошибки, заблуждения и мифы, с которыми нередко сталкиваются приверженцы ЗОЖ, посетители спортивных клубов, фитнес-центров и люди, занимающиеся физическими тренировками самостоятельно. Вместо оздоровительного эффекта и достижения поставленных целей увлечение фитнесом зачастую становится безрезультатной, а иногда и опасной для здоровья тратой сил, времени и денег.

Издание адресовано сторонникам ЗОЖ, новичкам фитнеса и тем, кто считает себя в этой области специалистом со стажем.

Книгу можно заказать в редакции журнала по телефону: +7 (499) 248-08-21 или по e-mail: info@smjournal.ru

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.23

УДК: 615.324

Влияние композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» на вариабельность сердечного ритма и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов

А. Н. Овчинников¹, Е. В. Крылова¹, К. Н. Конторщикова^{1,2}, В. Н. Крылов¹

¹ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Министерство образования и науки РФ, г. Нижний Новгород, Россия

²ФГБОУ ВО Нижегородская государственная медицинская академия, Министерство здравоохранения РФ, г. Нижний Новгород, Россия

РЕЗЮМЕ

В работе исследована динамика показателей вариабельности сердечного ритма и маркеров прооксидантно-антиоксидантного статуса в ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов в ответ на выполнение физических упражнений при добавлении в пищевую рацион пчелиного маточного молочка и убихинона-10, суспендированных в мёде. **Цель исследования:** изучение влияния композиции «мёд-маточное молочко-убихинона-10» на вегетативный и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов при выполнении физических упражнений. **Материалы и методы:** для изучения показателей прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза использованы следующие методы: индуцированной биохемилюминесценции, определения содержания продуктов ПОЛ, энзиматический-метод определения концентрации лактата и активности лактатдегидрогеназы в ротовой жидкости. Для обработки кардиоритмограмм применяли метод вариационной пульсометрии, статистический метод оценки вариабельности сердечного ритма и метод спектрального анализа кардиоинтервалов. **Результаты:** прием композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» испытуемыми инициирует снижение активности симпатического отдела ВНС, повышение тонуса блуждающего нерва, улучшение нейрогуморальной регуляции сердечного ритма, а также уменьшает концентрацию лактата, снижает интенсивность свободнорадикальных процессов, тормозит образование конечных продуктов ПОЛ и увеличивает физическую работоспособность. **Выводы:** сочетанное применение мёда, пчелиного маточного молочка и убихинона-10 способствует мобилизации резервных возможностей организма.

Ключевые слова: маточное молочко пчёл, убихинон-10, вариабельность сердечного ритма, окислительный стресс, ротовая жидкость, физическая нагрузка

Для цитирования: Овчинников А.Н., Крылова Е.В., Конторщикова К.Н., Крылов В.Н. Влияние композиции «маточное молочко-убихинон-10-мёд» на вариабельность сердечного ритма и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 23-31. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.23.

Effects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability and prooxidant/antioxidant homeostasis of elite athletes

Aleksandr N. Ovchinnikov¹, Elena V. Krylova¹, Claudia N. Kontorshchikova^{1,2}, Vasily N. Krylov¹

¹Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

²Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod, Russia

ABSTRACT

The article demonstrates the dynamics of heart rate variability and markers of prooxidant-antioxidant status in oral fluid of elite athletes in response to physical exercises with addition of royal jelly and coenzyme Q10 suspended in honey to the food ration. **Objective:** to study of the effects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability (HRV) and prooxidant/antioxidant homeostasis of the elite athletes during physical exercise. **Materials and methods:** the following methods were used to investigate prooxidant/antioxidant homeostasis indices: induced biochemiluminescence, determination of lipid peroxidation products content, enzymatic method of measuring the concentration of lactate and the activity of lactate dehydrogenase in the oral fluid. Cardiorhythmogram was tested by means of variation pulsometry, statistical method to estimate HRV and spectral analysis of cardio intervals. **Results:** «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition reduces activity of the sympathetic nervous system, enhances tone of nervusvagus, improves neurohumoral regulation of the heart rate, reduces concentration of lactate, decreases intensification of free radical processes, inhibits the formation of lipid peroxidation products and increases the physical performance in athletes. **Conclusions:** «royal jelly-coenzymeQ10-honey» composition contributes to mobilize organism's reserve capacity.

Key words: royal jelly, coenzyme Q10, heart rate variability, oxidative stress, oral fluid, physical workload.

For citation: Ovchinnikov AN, Krylova EV, Kontorshchikova CN, Krylov VN. EEffects of «royal jelly-coenzyme Q10-honey» composition on heart rate variability and prooxidant/antioxidant homeostasis of elite athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):23-31. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.23.

1.1 Введение

Одними из приоритетных направлений научных исследований в современной физиологии спорта и спортивной медицине являются: с одной стороны – поиск неинвазивных скрининговых методов комплексного обследования организма при выполнении физических упражнений [1-6], а с другой – фармакологическая коррекция пищевого рациона спортсмена с применением недопинговых соединений природного происхождения, лишенных многих негативных побочных эффектов синтетических препаратов. Такими веществами, обладающими широким спектром биологической активности, а также взаимопотенцирующими действие друг друга, могут быть пчелиное маточное молочко (ММ) и убихинон-10 (Q10) [7-10]. Однако работ, посвященных анализу сочетанного влияния названных веществ на показатели variability сердечного ритма, свободнорадикального окисления липидов у высококвалифицированных спортсменов при выполнении физических упражнений, нами практически не обнаружено. В свою очередь следует отметить, что неинвазивный скрининг показателей прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза, анализ variability сердечного ритма позволяют на ранней стадии диагностировать признаки физического переутомления, микроповреждения тканей, функциональные и структурные сдвиги адаптационных процессов под влиянием физических нагрузок и с учетом изменения этих показателей корректировать многоуровневую систему подготовки спортсменов [7].

Цель настоящего исследования – изучение влияния композиции «мёд-маточное молочко-убихинона-10» на вегетативный и прооксидантно-антиоксидантный статус высококвалифицированных спортсменов при выполнении физических упражнений.

1.2 Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24 представителя циклических видов спорта (легкая атлетика, плавание), имеющих спортивное звание мастера спорта России или спортивный разряд кандидата в мастера спорта. Средний возраст спортсменов составил $18,7 \pm 0,7$ лет. В соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации все испытуемые были предварительно проинформированы о цели и методике проведения исследования и дали добровольное согласие на участие в эксперименте [11].

Контрольное тестирование спортсменов было представлено в виде серии отрезков 3×100 метров гладким бегом с активным отдыхом между ними 45 с – для легкоатлетов, и 4×50 метров основным стилем плавания с активным отдыхом между отрезками 45 с – для пловцов. По результатам предварительного тестирования, учитывая среднее время преодоления установленной дистанции, были сформированы 2 группы испытуемых со сходными морфофункциональными показателями. В группе А (контрольная группа) спортсмены ежеднев-

но в течение 10 суток получали мёд (плацебо) в дозе 10 г/сут, в группе Б (основная группа) – композицию: мёд + нативное маточное молочко + убихинон-10 в дозе 10 г/сут, включая 400 мг/сут нативного маточного молочка и 60 мг/сут убихинона-10. Приём веществ осуществлялся сублингвально. Назначение, дозировка и продолжительность приема веществ были предварительно оговорены и согласованы с главным тренером и спортивным врачом испытуемых. Пчелиное маточное молочко и мёд были получены в ОППХ «Краснополянское» РАСХН. Убихинон-10 синтезирован на ОАО «Кстовский ОПЗ БВК» по технологии, разработанной в НИИ «Синтезбелок» АН РФ.

Анализ показателей variability сердечного ритма проводился с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр-Ритм» (ООО «Нейрософт», Россия). ЭКГ-сигнал регистрировали во II стандартном отведении в положении лежа на спине до получения и на 10 сутки приема веществ. Для анализа кардиоритмограмм применяли метод вариационной пульсометрии, статистический метод оценки variability сердечного ритма (BCP) и метод спектрального анализа кардиоинтервалов [1, 3, 4]. По данным вариационной пульсометрии вычислялся ряд первичных [(мода – Мо); амплитуда моды (АМо); вариационный размах динамического ряда RR-интервалов (BP) и вторичных показателей сердечного ритма (индекс напряжения регуляторных систем (ИН); индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПР)]. Рассчитывались следующие статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: среднее значение интервалов RR (RRNN), стандартное отклонение NN-интервалов (SDNN), квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (RMSSD), процентное отношение NN-интервалов, разностные характеристики которых ($RR_i - RR_{i-1}$) > 50 мс, к общему количеству NN-интервалов (pNN50) [9]. При спектральном анализе BCP выделяли три основных диапазона частот в спектре колебаний ритма сердца: HighFrequency (HF) – высокие (0,40 – 0,15 Гц), LowFrequency (LF) – низкие (0,15 – 0,04 Гц), VeryLowFrequency (VLF) – очень низкие (0,04 – 0,003 Гц) частоты. Обозначения спектральных составляющих BCP приводятся с учетом опубликованных рекомендаций Европейского кардиологического общества и Североамериканской ассоциации электрофизиологии и кардиостимуляции [12].

С целью анализа влияния изучаемых веществ на состояние прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у испытуемых были собраны образцы ротовой жидкости. Забор образцов ротовой жидкости осуществлялся путем сплевывания в пластиковую микроцентрифужную пробирку типа эппендорф объемом 2 мл без дополнительной стимуляции до и после выполнения контрольного испытания на первые и одиннадцатые сутки исследова-

ния. Во время проведения контрольного тестирования собранные образцы ротовой жидкости хранились в портативной морозильной камере («Ezetil», Германия) при температуре -18°C и далее транспортировались в лабораторию для проведения биохимического скрининга.

Потенциальную интенсивность свободнорадикального процесса и уровень его компенсаторных механизмов в ротовой жидкости измеряли с помощью программно-методического комплекса биохемилюминесцентного анализа «БХЛ-07» (ООО «Медозонс», Россия) методом индуцированной биохемилюминесценции [13]. Интенсивность хемилюминесценции определяли по кинетическим параметрам кривой хемилюминесцентной реакции и оценочным показателям: максимальная интенсивность выделения квантов света (I_{max}), светосумма хемилюминесценции за 30 секунд измерения (S), угол наклона кривой ($\text{tg}(-2\alpha)$), S/I_{max} (Z). Содержания первичных продуктов – диеновых конъюгатов (ДК), триеновых конъюгатов (ТК) и конечных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) – оснований Шиффа (ОШ) в ротовой жидкости определяли на спектрофотометре СФ-2000 (АОЗТ «ОКБ СПЕКТР», г. Санкт-Петербург, Россия) в изопропанол-гептановой смеси по методу И.А. Волчегорского [14]. Определение концентрации лактата в ротовой жидкости проводили с помощью набора реагентов Vital («Витал ДевелопментКорпорейшн», Россия) на биохимическом анализаторе Statfax 1904 Plus (AwarenessTechnology, США) энзиматическим колориметрическим методом. Определение общей активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) выполняли с использованием набора реагентов LDH DiaS DGKC (DiaSys, Германия) на биохимическом анализаторе Clima MC-15 (RAL, Испания) оптимизированным кинетическим УФ-методом в диапазоне 5–1200 Me/л.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием программных приложений MicrosoftExcel 2013 и Statistica 13.0. Полученные результаты представлены в виде среднего арифметического значения и величины стандартной ошибки среднего ($M \pm m$). Проверку распределения на предмет соответствия нормальному закону выполняли путем вычисления критерия Шапиро-Уилка. Выявлено, что не по всем изучаемым параметрам вид распределения полученных данных соответствует нормальному, в связи с чем последующий анализ на предмет наличия статистически значимых различий проводили с применением U-критерия Манна-Уитни и критерия Вилкоксона.

1.3 Результаты и их обсуждение

В ходе исследования показано, что ответная реакция организма на предъявленное контрольное испытание в 1 сутки исследования определяется следующими динамическими изменениями физиологических механизмов регуляции сердечного ритма и биохимических процессов у испытуемых обеих групп: усиливается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы

(ВНС) с характерным напряжением центрального контура регуляции кровообращения, возрастает общая активность ЛДГ, увеличивается уровень первичных и конечных продуктов ПОЛ в ротовой жидкости. Известно, при интенсивной двигательной деятельности продолжительного характера покрытие энерготрат организма происходит, преимущественно, за счет гликолитического механизма ресинтезааденозинтрифосфата (АТФ), характерной особенностью которого, в случае дефицита кислорода, является рост активности ЛДГ с соответствующим повышением концентрации молочной кислоты в тканях [2]. Так, общая активность ЛДГ в ответ на предъявленное контрольное испытание статистически значимо повысилась в обеих группах исследования на 41,74% и 43,87%. Увеличение активности ЛДГ в условиях выполнения физических упражнений до индивидуальных предельно допустимых значений указывает на повышение мощности и метаболической ёмкости гликолитического механизма энергообразования, а также в случае прогрессивного роста спортивных результатов на рост уровня физической подготовленности атлетов [10]. При невыполнении последнего условия, вышеуказанная динамика является результатом несоответствия физических нагрузок достигнутому уровню физической подготовленности спортсмена, последствием которого может быть срыв адаптационных процессов в организме с последующим развитием преморбидных патологических состояний [10].

Исследование влияния контрольного тестирования на состояние системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» в ротовой жидкости показало статистически значимое снижение всех параметров кривой хемилюминесцентной реакции по сравнению с данными, полученными в состоянии покоя (рис. 1).

Так, индексы биохемилюминограммы S и I_{max} статистически значимо уменьшились на 22,29% и 14,73% соответственно. При этом, несмотря на более низкую потенциальную способность к свободнорадикальному окислению, содержание ТК и ОШ в ротовой жидкости в постнагрузочном состоянии было статистически значимо выше на 40,01 и 89,23%, соответственно, что свидетельствует о низкой степени реактивности системы антиоксидантной защиты у испытуемых (рис. 2).

Полученные результаты убедительно свидетельствуют об интенсификации развития оксидативного стресса. По-видимому, гипоксическое состояние, вызванное несоответствием кислородного запроса текущему его потреблению, через стимуляцию симпатoadренальной системы инициировало интенсивное образование реакционно-активных форм кислорода с последующим развертыванием свободно-радикальных и перекисных реакций в тканях [15]. Известно, что продукты окислительной модификации макромолекул, имея высокую реакционную способность и избирательность биологического действия, могут быть звеном, лимитирующим устойчивость организма к выполнению интенсивных физических упражнений [2, 7].

Применяемая с профилактической целью комбинированная композиция на основе мёда с добавлением пчелиного ММ и убихинона-10 существенно ослабила напряжение надсегментарных уровней регуляции кровообращения, увеличив общий диапазон распределения RR-интервалов на гистограмме. Так, после выполнения контрольного тестирования индекс напряжения регуляторных систем (ИН) в группе Б достоверно уменьшился на 28,65%, а вариационных размах (ВР) статистически значимо увеличился на 142,86% в сравнении с плацебо (табл. 1).

Рост мощности спектра в VLF-диапазоне на фоне статистически значимого увеличения ТР может свидетельствовать о мобилизации энергетических и метаболических резервов в организме в ответ на прием исследуемой композиции. Так, абсолютная мощность VLF-колебаний ВСР в группе Б после выполнения контрольного тестирования статистически значимо увеличилась на 364,16% на фоне достоверного роста показателя ТР в 4,66 раза относительно значений группы плацебо.

Вместе с тем показано, что прием композиции «ММ-Q10-мёд» корригирует вагосимпатический баланс испытуемых, синхронно усиливая парасимпатическую регуляцию сердечного ритма и угнетая активность симпатического отдела ВНС в постронагрузочном состоянии. После выполнения контрольного испытания показатели SDNN и RMSSD в группе Б были статистически значимо выше на 187,37% и 441,49% соответственно. Результаты, возможно, объясняются синергизмом действия компонентов исследуемых веществ, которые, по-видимому, опосредованно оптимизируют тоническую активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС по принципу функциональной синергии, что находит подтверждение в ряде аналогичных исследований [8, 9].

При анализе состояния прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза на 10 сутки приема изучаемой композиции установлено достоверное снижение всех параметров кривой хемилюминесцентной реакции в сравнении с данными, полученными в группе плацебо. Так, после выполнения контрольного испытания индексы биоchemилуминограммы S и I_{max} статистически значимо уменьшились на 25,32% и 31,68% (табл. 2).

Также существенной кинетике подверглись индикаторы окислительного стресса: концентрация лактата и уровень ОШ в ротовой жидкости у испытуемых группы Б в постронагрузочном состоянии были статистически значимо ниже на 7,19% и 34,33% соответственно в сравнении с испытуемыми группы плацебо (табл. 3).

По-видимому, убихинон-10 встраивается в поврежденные при окислительном стрессе мембраны митохондрий, действуя как модулятор липидного состава мембран, предотвращая возникновение неконтролируемой цепной реакции ПОЛ с последующими метаболическими сдвигами. Данный факт находит подтверждение в исследовании Ali A.M. и соавт., где обнаружено статистически значимое снижение содержания лактата и уровня малонового диальдегида в сыворотке крови у квалифицированных каратистов вследствие 60-дневного приема убихинона-10 в дозе 30 мг/сут [16]. Похожие результаты были получены в исследовании Armanfar M. и соавт., которые показали уменьшение концентрации молочной кислоты и продуктов ПОЛ у квалифицированных легкоатлетов после преодоления тестовой дистанции 3000 метров в случае превентивного использования убихинона-10 в дозе 5 мг/кг/сут в течение 14 суток [17, 18]. Можно предполагать, что встраивание убихинона-10 в мембраны органелл, влияние на белок-липидные взаимодействия и заряд мембран препятствует поврежде-

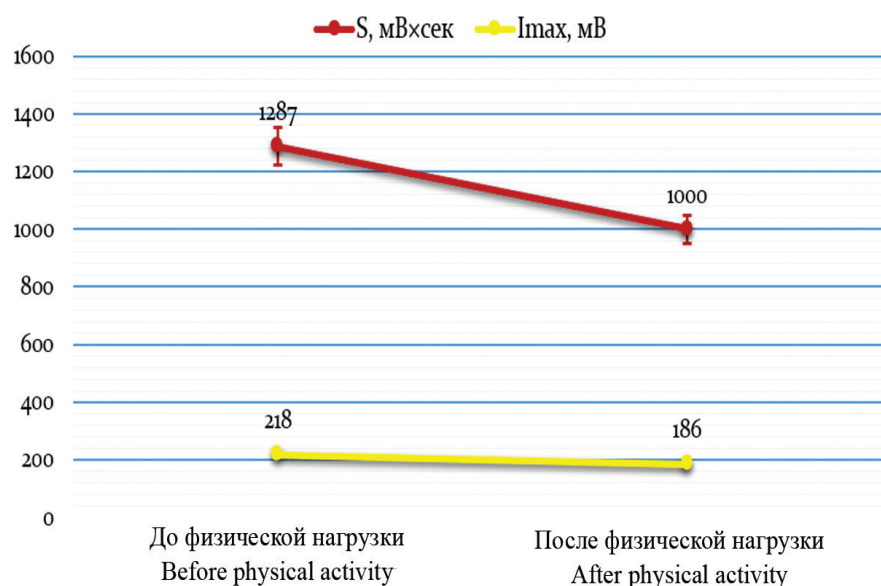


Рис. 1. Параметры биоchemилуминограммы ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов до приема веществ (n=24, M±m)
Pic. 1. Parameters of oral fluid biochemiluminogram of the highly qualified athletes before taking the substances (n=24, M±m)

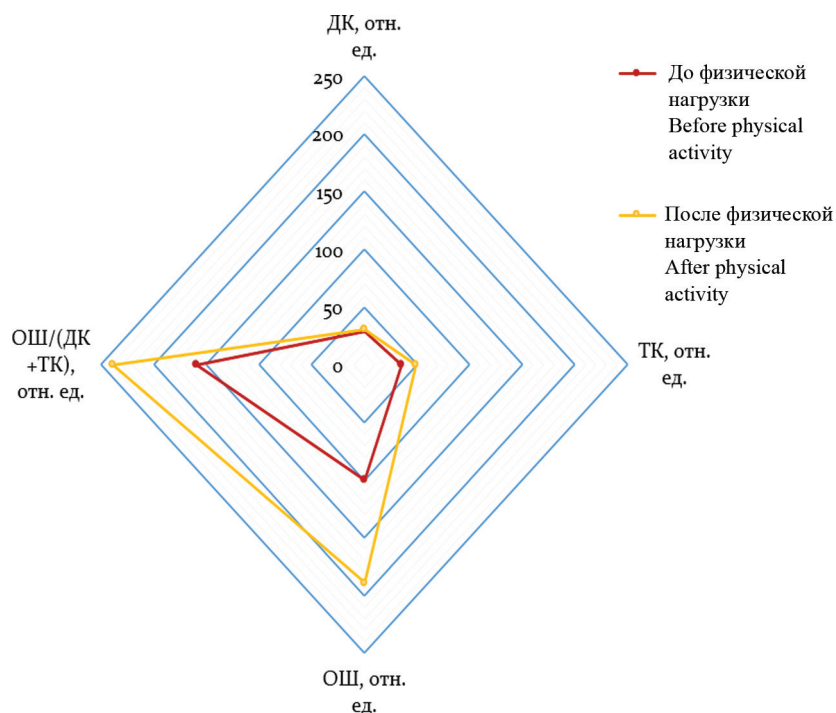


Рис. 2. Содержание продуктов перекисного окисления липидов в ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов до приема веществ (n=24, M±m)
Pic. 2. Content of lipid peroxidation products in the oral fluid of the highly qualified athletes before taking the substances (n=24, M±m)

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма высококвалифицированных спортсменов после приема веществ (M±m)

Table 1

Parameters of heart rate variability of the highly qualified athletes after taking the substances

Показатель, единица измерения/Index, UM	Группа А/Group A n=12		Группа Б/Group B n=12	
	До физической нагрузки (5)/Before exercise	После физической нагрузки (6)/After exercise	До физической нагрузки (7)/Before exercise	После физической нагрузки (8)/After exercise
ЧСС, уд/мин/HR, BPM	69.29±2.72	100.57±1.82*	68.75±2.05	97.51±2.68**x
RRNN, мс/msec	886.43±21.64	606.71±7.15*	873.13±24.03	649.75±9.47**x
SDNN, мс/msec	90.29±3.07	24.71±2.06*	111.13±2.11*	71.01±3.01**x
RMSSD, мс/msec	100.86±2.37	15.86±2.83*	128.75±3.59*	85.88±3.73**x
pNN50, %	43.15±2.94	11.61±1.28*	42.69±2.67	19.86±1.54**x
TP, мс ² /msec ²	9167.14±985.99	1595.21±514.84*	15473.25±750.78*	9023.75±870.37**x
HF, %	47.03±2.35	17.98±2.34*	43.99±2.51	33.61±2.33**x
LF, %	38.83±2.16	40.16±3.55	30.65±2.08*	32.08±1.85**#
VLF, %	14.16±2.07	41.84±2.75*	25.35±2.52*	34.31±3.32**x
Mo, c/sec	0.91±0.05	0.59±0.03*	0.87±0.03*	0.63±0.03**x
AMo, %	33.46±3.06	76.24±3.36*	30.69±2.64	74.76±3.58**x
BP, c/sec	0.57±0.04	0.14±0.03*	0.71±0.05*	0.34±0.02**x
ИВР, усл. ед./VBI, SU	78.01±3.26	676.24±29.57*	63.97±2.79*	508.17±22.59**x
ПАПР, усл. ед./IARP, SU	39.39±2.88	128.26±4.92*	36.34±2.29	115.38±5.66**x
ВПР, усл. ед./KVI, SU	2.32±0.17	12.45±1.85*	2.57±0.21	5.94±1.07**x
ИН, усл. ед./SI, SU	42.61±3.68	652.59±28.65*	33.51±2.99*	465.61±19.21**x

* - p≤0,01 по отношению к группе А (5)/in relation to Group A

- p≤0,01 по отношению к группе А (6)/in relation to Group A

x - p≤0,01 по отношению к группе Б (7)/in relation to Group B

нию мембранных структур – от изменения проницаемости и барьерной функции мембран до лизиса и апоптоза клетки [19]. Вместе с тем, наличие в маточном молочке пептидов и короткоцепочечных ненасыщенных жирных кислот может также играть существенную роль в дезактивации свободных радикалов и торможении процесса ПОЛ [7, 8, 20]. Так, после выполнения контрольного испытания, коэффициент ОШ/(ДК+ТК), характеризующий направленность цепных реакций свободнорадикального окисления липидов статистически значимо снизился на 29,88% в сторону уменьшения содержания ОШ в ротовой жидкости испытуемых группы Б сравнительно с группой плацебо. Полученные результаты свидетельствуют о корригирующем действии изучаемой композиции на прооксидантно-антиоксидантный гомеостаз испытуемых, которое характеризуется торможе-

нием скорости развития оксидативного стресса за счет активации системы антиоксидантной защиты.

Выявленные положительные изменения вегетативного и прооксидантно-антиоксидантного статуса, по-видимому, обусловили рост результативности спортсменов, принимавших композицию «ММ-Q10-мёд»: на 10-е сутки исследования среднее время преодоления установленной дистанции в группе Б на 1,61% сократилось в сравнении с аналогичным показателем в группе А, что согласуется с данными литературы [21]. Логично предположить, что влияние на кинетику указанного параметра оказывает в том числе увеличение мощности и метаболической емкости механизмов энергообеспечения компонентами композиции, препятствуя риску развития энергодефицитных состояний. Известно, что одним из ключевых звеньев патогенеза гипоксии органов и тка-

Таблица 2

Параметры биохемилуминограммы ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов после приема веществ (M±m)

Table 2

Parameters of oral fluid bioluminogram of the highly qualified athletes after taking the substances (M±m)

Показатель, единица измерения/Index, UM	Группа А/Group A n=12		Группа Б/Group B n=12	
	До физической нагрузки (5)/Before exercise	После физической нагрузки (6)/After exercise	До физической нагрузки (7)/Before exercise	После физической нагрузки (8)/After exercise
S, мВ×сек/mV×sec	1020,66±15,32	861,72±17,36*	889,86±17,18*	643,55±13,01*#x
I _{max} , мВ/mV	247,53±7,23	197,45±7,02*	226,14±6,21*	134,89±4,35*#x
tg (-2α)	109,86±3,77	102,99±3,21	132,74±3,06*	107,71±3,31
Z, отн. ед./R.U.	4,38±0,06	4,82±0,07*	4,48±0,09	4,59±0,05*#x

* - p≤0,01 по отношению к группе А (5)/in relation to Group A

- p≤0,01 по отношению к группе А (6)/in relation to Group A

x - p≤0,01 по отношению к группе Б (7)/in relation to Group B

Таблица 3

Содержание лактата и продуктов перекисного окисления липидов в ротовой жидкости высококвалифицированных спортсменов после приема веществ (M±m)

Table 3

Content of lactate and lipid peroxidation products in the oral fluid of the highly qualified athletes after taking the substances (M±m)

Показатель, ед. измерения/Index, UM	Группа А/Group A n=12		Группа Б/Group B n=12	
	До физической нагрузки (5)/Before exercise	После физической нагрузки (6)/After exercise	До физической нагрузки (7)/Before exercise	После физической нагрузки (8)/After exercise
ДК, отн. ед./DC/R.U.	0,27±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01
ТК, отн. ед./TC/R.U.	0,34±0,02	0,35±0,03	0,34±0,02	0,31±0,01
ОШ, отн. ед./SB, R.U.	106,41±5,71	139,32±6,09*	109,65±6,65	91,49±4,48*#x
ОШ/(ДК+ТК), отн. ед./SB/(DC+TC), R.U.	174,44±5,31	221,14±4,47*	176,85±5,31	155,07±3,16*#x
Лактат, ммоль/л/ Lactate, mmol/L	0,54±0,01	1,67±0,01*	0,56±0,01	1,55±0,02*#x

* - p≤0,01 по отношению к группе А (5)/in relation to Group A

- p≤0,01 по отношению к группе А (6)/in relation to Group A

x - p≤0,01 по отношению к группе Б (7)/in relation to Group B

нейв условиях дефицита кислорода является нарушение энергетического обмена, что сопровождается снижением интенсивности тканевого дыхания, уменьшением содержания в клетках АТФ и креатинфосфата [19]. Можно предположить, что Q10, выступая в качестве акцептора и промежуточного переносчика электронов в процессе митохондриального фосфорилирования, в случае превентивного приема увеличивает скорость потребления кислорода клетками, тем самым лимитируя аккумуляцию лактата в скелетных мышцах и крови при выполнении физических упражнений высокой интенсивности, а также, активируя АТФ-азу, стимулирует синтез АТФ, что повышает энергетический ресурс миокарда и скелетной мускулатуры [10, 22-24]. При этом доказано, что добавление Q10 к митохондриям снижает разобщающий эффект классических ингибиторов окислительного фосфорилирования и ведет к активации биосинтеза эндогенного убихинона [10, 19]. В свою очередь, за счет ММ и мёда происходит увеличение количества энергетических субстратов одновременно с компенсацией и восполнением веществ неогликогенеза, ограничивая процессы переаминирования [8, 10, 20].

Таким образом, анализируя динамику изучаемых показателей, можно судить о достижении положительного адаптационного эффекта у спортсменов в ответ на прием композиции «ММ-Q10-мёд», что позволяет говорить

об эргогенном действии указанной комбинации веществ [10].

1.4 Выводы

1. Компоненты композиции «ММ-Q10-мёд» оказывают системное влияние на разные уровни вегетативной регуляции сердечного ритма в соответствии с принципом функциональной синергии и повышают способность организма к мобилизации и использованию резервных возможностей на стадии срочной адаптации путем расширения диапазона регуляторных воздействий ВНС на синусовый ритм, лимитируя при этом негативные последствия сдвигов вегетативного гомеостаза.

2. Сочетанное применение мёда, пчелиного маточного молочка и убихинона-10 приводит к снижению скорости образования свободных радикалов и уменьшению концентрации лактата и конечных продуктов перекисного окисления липидов у высококвалифицированных спортсменов при выполнении интенсивных физических упражнений.

3. Ротовая жидкость является доступным высокоинформативным биологическим объектом неинвазивного исследования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза спортсменов при выполнении регулярных скрининговых тестов на всех этапах учебно-тренировочного и соревновательного процесса.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов Ю.Н., Федоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации // Вестник аритмологии. 2001. №24. С.65-87.
2. Конторщикова К.Н., Тихомирова Ю.Р., Овчинников А.Н., Колегова Т.И., Чуркина Н.Н., Кузнецова С.Ю., Крылов В.Н. Использование показателей свободнорадикального окисления в ротовой жидкости в качестве маркеров функционального состояния спортсменов // Современные технологии в медицине. 2017. №3. С.82-86. DOI: 10.17691/stm2017.9.3.11
3. Михайлов В.М. Variability ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново, 2000. 200 с.
4. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 259 с.
5. Kontorschikova K., Tikhomirova J., Ovchinnikov A., Okrut I., Krylov V., Kolegova T. The evaluation of highly qualified sportsmen's biochemical homeostasis // Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. 2017. Vol.55, №1. P.811. DOI: 10.1515/cclm-2017-5022.
6. Sant'anna M.L., Casimiro-Lopes G., Boaventura G., Farinha Marques S.D., Sorenson M.M., Simao R., Pinto V.S. Anaerobic exercise affects the saliva antioxidant/oxidant balance in high-performance pentathlon athletes // Human Movement. 2016. Vol.17, №1. P.50-55. DOI:10.1515/humo-2016-0003.
7. Конторщикова К.Н., Крылов В.Н., Овчинников А.Н., Тихомирова Ю.Р., Колегова Т.И., Торшаква Г.А. Оценка

References

1. Baevskiy RM, Ivanov GG, Chireykin LV, Gavrilushkin AP, Dvoglevskiy PY, Kukushkin YuA, Mironova TF, Priluckiy DA, Semenov YuN, Fedorov VE, Fleishman AN, Medvedev MM. Analysis of heart rate variability using the different electrocardiographic systems: method. Recommendations. Vestnik aritmologii. 2001;(24):65-87. Russian.
2. Kontorshchikova KN, Tikhomirova YuR, Ovchinnikov AN, Kolegova TI, Churkina NN, Kuznecova SYu, Krylov VN. Indices of Free Radical Oxidation in the Oral Fluid as Markers of Athletes' Functional State. Sovremennye tehnologii v medicine. 2017;(3):82-6. DOI: 10.17691/stm2017.9.3.11. Russian.
3. Mihaylov VM. Heart rate variability. The experience of practical application of the method. Ivanovo; 2000. Russian.
4. Shlyk NI. The heart rate and the type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk: Udmurt University; 2009. Russian.
5. Kontorschikova K, Tikhomirova J, Ovchinnikov A, Okrut I, Krylov V, Kolegova T. The evaluation of highly qualified sportsmen's biochemical homeostasis. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. 2017;55(1):811. DOI: 10.1515/cclm-2017-5022
6. Sant'anna M.L., Casimiro-Lopes G., Boaventura G., Farinha Marques S.D., Sorenson M.M., Simao R., Pinto V.S. Anaerobic exercise affects the saliva antioxidant/oxidant balance in high-performance pentathlon athletes. Human Movement. 2016;17(1): 50-5. DOI:10.1515/humo-2016-0003
7. Kontorshchikova KN, Krylov VN, Ovchinnikov AN, Tikhomirova YuR, Kolegova TI, Torshakova GA. Evaluation

влияния фармакологической композиции «мёд-маточное молочко-убихинон-10» на прооксидантно-антиоксидантный гомеостаз спортсменов // Медицинский альманах. 2017. №2. С.104-107. DOI: 10.21145/2499-9954-2017-2-104-107

8. **Крылов В.Н., Агафонов А.В., Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Бурмистрова Л.А., Ошевенский Л.В., Сокольский С.С.** Теория и средства апитерапии. М.: Комильфо. 2007. 296 с.

9. **Крылова Е.В., Копылова С.В., Кузнецова С.В., Овчинников А.Н.** Влияние маточного молочка пчёл и убихинона-10 на вариабельность сердечного ритма квалифицированных пловцов в период физических нагрузок // Теория и практика физической культуры. 2015. №1. С.23-26.

10. **Овчинников А.Н., Селезнёв В.В., Крылова Е.В., Крылов В.Н.** Влияние пчелиного маточного молочка и убихинона-10 на содержание гемоглобина и лактата в крови высококвалифицированных пловцов в предсоревновательном периоде // Теория и практика физической культуры. 2016. №11. С.29-31.

11. **World Medical Association Declaration of Helsinki.** Recommendation guiding physicians in biomedical research involving human subjects // Journal of the American Medical Association. 1997. Vol.277, №11. P.925-926. DOI: 10.1001/jama.1997.03540350075038.

12. **Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology.** Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation. 1996. Vol.93, №5. P.1043-1065. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043.

13. **Кузьмина Е.И., Нелюбин А.С., Щенникова М.К.** Применение индуцированной хемилюминесценции для оценки свободнорадикальных реакций в биологических субстратах. Межвузовский сборник: Биохимия и биофизика микроорганизмов. Горький, 1983. С.179-183.

14. **Волчегорский И.А., Налимов А.Г., Яровинский Б.Г., Лифшиц Р.И.** Сопоставление различных подходов к определению продуктов ПОЛ в гептан-изопропанольных экстрактах крови // Вопросы медицинской химии. 1989. №1. С.127-131.

15. **Гунина Л.М.** Окислительный стресс и адаптация: метаболические аспекты влияния физических нагрузок // Наука в олимпийском спорте. 2013. №4. С.19-25.

16. **Ali A.M., Awaad A.G.** Protective effect of coenzyme q10 against exercise-induced oxidative stress-mediated muscle fatigue in professional sportsmen // Pharmanest. 2014. Vol.5, №3. P.2011-2018.

17. **Armanfar M., Jafari A., Dehghan G.R., Abdizadeh L.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of inflammatory indicators and blood lactate in male runners // Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. 2015. Vol.29. P.202.

18. **Armanfar M., Jafari A., Dehghan G.R.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of oxidative stress and muscle damage indicators in male runners // Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2015. Vol.17, №8. P.29-33. DOI: 10.17795/zjrms1023.

19. **Крылов В.Н., Лукьянова Л.Д.** Антигипоксическое действие экзогенного убихинона (коэнзима Q). В моногр.: Проблемы гипоксии: молекулярные, физиологические и медицинские аспекты. М., 2004. С.488-513.

20. **El-Hanoun A.M., Elkomy A.E., Fares W.A., Shahien E.H.** Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbits under hot summer conditions // World Rabbit Science. 2014. Vol.22. P.241-248. DOI: 10.4995/wrs.2014.1677.

21. **Leelarungrayub D., Sawattikanon N., Klaphajone J., Pothongsunan P., Bloomer R.J.** Coenzyme Q10 supplementation

of effect of pharmacological composition «Honey-Royal Jelly-Ubiquinone-10» on prooxidative-antioxidative homeostasis of sportsmen. Medicinskij al'manah. 2017;(2):104-7. DOI: 10.21145/2499-9954-2017-2-104-107.Russian.

8. **Krylov VN, Agafonov AV, Krivcov NI, Lebedev VI, Burmistrova LA, Oshevenskij LV, Sokolskij SS.** Theory and means of apitherapy. Moscow: Komilfo; 2007. Russian.

9. **Krylova EV, Kopylova SV, Kuznecova SV, Ovchinnikov AN.** The effects of royal jelly and ubiquinone-10 on heart rate variability of qualified swimmers during physical load. Theory and Practice of Physical Culture. 2015;(1):23-6.Russian.

10. **Ovchinnikov AN, Seleznyov VV, Krylova EV, Krylov VN.** Effect of royal jelly and ubiquinone-10 on blood hemoglobin and lactate levels of elite swimmers in pre-season.Theory and Practice of Physical Culture. 2016;(11):29-31.Russian.

11. **World Medical Association Declaration of Helsinki.** Recommendation guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Journal of the American Medical Association. 1997;277(11):925-6. DOI: 10.1001/jama.1997.03540350075038.

12. **Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology.** Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. 1996;93(5):1043-65. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043.

13. **Kuzmina EI, Nelyubin AS, Shchennikova MK.** The use of induced chemiluminescence to assess free radical reactions in biotic substrates. In: Biochemistry and biophysics of microorganisms. Gorky; 1983:179-83.Russian.

14. **Volchegorskiy IA, Nalimov AG, Yarovinskiy BG, Lifshic RI.** Comparison of various approaches to determination of lipid peroxidation products in heptane-isopropanol extracts of blood. Voprosy meditsinskoy khimii. 1989;(1):12731.Russian.

15. **Gunina LM.** Oxidative stress and adaptation: metabolic aspects of physical activity impact. Nauka v olimpiyskom sporte. 2013;(4):19-25. Russian.

16. **Ali AM, Awaad AG.** Protective effect of coenzyme q10 against exercise-induced oxidative stress-mediated muscle fatigue in professional sportsmen. Pharmanest. 2014;5(3):2011-8.

17. **Armanfar M, Jafari A, Dehghan GR, Abdizadeh L.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of inflammatory indicators and blood lactate in male runners. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. 2015;29:202.

18. **Armanfar M, Jafari A, Dehghan GR.** Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of oxidative stress and muscle damage indicators in male runners. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2015;17(8):29-33.DOI: 10.17795/zjrms1023

19. **Krylov VN, Lukyanova LD.** Antihypoxic effect of exogenous ubiquinone (coenzyme Q). In: Problems of hypoxia: molecular, physiological and medical aspects. Moscow; 2004. Russian.

20. **El-Hanoun AM, Elkomy AE, Fares WA, Shahien EH.** Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbits under hot summer conditions. World Rabbit Science. 2014;22:241-8.DOI: 10.4995/wrs.2014.1677

21. **Leelarungrayub D, Sawattikanon N, Klaphajone J, Pothongsunan P, Bloomer RJ.** Coenzyme Q10 supplementation decreases oxidative stress and improves physical performance in

decreases oxidative stress and improves physical performance in young swimmers: a pilot study // The Open Sports Medicine Journal. 2010. Vol.4. P.1-8. DOI: 10.2174/1874387001004010001.

22. **Demirci N.** The impact of coenzyme Q10 supplement on the indicators of muscle damage in young male skiing athletes // Educational Research and Reviews. 2015. Vol.10. №1. P.75-80. DOI: 10.5897/ERR2014.1978.

23. **Khanvari T., Rezaei B., Sardari F., Safaeipour S.** The effect of 14 days coenzyme Q10 supplementation on muscle damage markers and fatigue in inactive male // International Journal of Sport Studies. 2016. Vol.6. №4. P.220-226.

24. **Demirci N., Beytut E.** Effects of oral coenzyme Q10 on preventing the accumulation of lactic acid developing during the exercise performances of endurance skiing athletes // American Journal of Sports Science. 2014. Vol.2, №3. P.65-70.

young swimmers: a pilot study. The Open Sports Medicine Journal. 2010;4:1-8.DOI: 10.2174/1874387001004010001.

22. **Demirci N.** The impact of coenzyme Q10 supplement on the indicators of muscle damage in young male skiing athletes. Educational Research and Reviews. 2015;10(1):75-80.DOI: 10.5897/ERR2014.1978.

23. **Khanvari T, Rezaei B, Sardari F, Safaeipour S.** The effect of 14 days coenzyme Q10 supplementation on muscle damage markers and fatigue in inactive male. International Journal of Sport Studies. 2016;6(4):220-6.

24. **Demirci N, Beytut E.** Effects of oral coenzyme Q10 on preventing the accumulation of lactic acid developing during the exercise performances of endurance skiing athletes. American Journal of Sports Science. 2014;2(3):65-70.

Сведения об авторах:

Овчинников Александр Николаевич, аспирант Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7527-3503> (+7 (904) 066-44-57, alexander_ovchinnikov91@mail.ru)

Крылова Елена Валерьевна, доцент кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России, к.б.н., доцент. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-5068>

Конторщикова Клавдия Николаевна, заведующая кафедрой клинической лабораторной диагностики ФГБОУ ВО НижГМА Минздрава России, профессор кафедры молекулярной биологии и иммунологии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России, д.б.н., профессор. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1385-2443>

Крылов Василий Николаевич, профессор кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского Минобрнауки России, д.б.н., профессор. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4391-709X>

Information about the authors:

Aleksandr N. Ovchinnikov, Postgraduate Student of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7527-3503> (+7 (904) 066-44-57, alexander_ovchinnikov91@mail.ru)

Elena V. Krylova, Ph.D. (Biology), Associate Professor of the Department of Physiology and Anatomy of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-5068>

Claudia N. Kontorshchikova, D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics of the Nizhny Novgorod State Medical Academy, Prof. of the Department of Molecular Biology and Immunology of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1385-2443>

Vasiliy N. Krylov, D.Sc. (Biology), Prof., Professor of the Department of Physiology and Anatomy of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4391-709X>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 07.02.2018

Принята к публикации: 21.02.2018

Received: 7 February 2018

Accepted: 21 February 2018

Гиповентиляционные тренировки в сочетании с физическими упражнениями и их влияние на функциональное состояние человека при физической работе до отказа

Н.А. Фудин¹, С.Я. Классина¹, С.Н. Пигарева¹, Ю.Е. Вагин²

¹ФГБНУ Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина, ФАНО России, г. Москва, Россия

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Министерство здравоохранения РФ, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить влияние гиповентиляционных тренировок в сочетании с физическими упражнениями на функциональное состояние и физическую работоспособность человека при выполнении им интенсивной физической работы до отказа. **Материалы и методы:** обследованы 18 молодых мужчин, которые были разделены на 2 группы: основную (12 человек) и контрольную (6 человек). Гиповентиляционному дыханию в сочетании с физическими упражнениями обучались только испытуемые основной группы. До и после обучения все испытуемые выполняли нагрузочное тестирование на велоэргометре до отказа под контролем ЭКГ, пневмограммы и ЭМГ. **Результаты:** у испытуемых основной группы гиповентиляционное дыхание в сочетании с физическими упражнениями повышало время работы до отказа с $165,1 \pm 25,6$ до $307,3 \pm 52,0$ с ($p < 0,05$). При этом отмечалась тенденция к снижению мышечного усилия и значимому увеличению «физиологической цены» с $118,9 \pm 8,0$ до $161,1 \pm 21,6\%$ ($p < 0,05$). У лиц контрольной группы эти показатели практически не менялись. **Выводы:** гиповентиляционное дыхание в сочетании с физическими упражнениями повышает физическую работоспособность испытуемых, однако это требует от организма увеличения «физиологической цены».

Ключевые слова: гиповентиляционные тренировки, физическая работоспособность, функциональное состояние

Для цитирования: Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н., Вагин Ю.Е. Гиповентиляционные тренировки в сочетании с физическими упражнениями и их влияние на функциональное состояние человека при физической работе до отказа // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 32-39. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.32.

Hypoventilation trainings combined with physical exercises and their influences on person's functional state in physical work to failure

Nikolay A. Fudin¹, Svetlana Ya. Klassina¹, Svetlana N. Pigareva¹, Yuriy E. Vagin²

¹P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

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

ABSTRACT

Objective: to study the influence of hypoventilation's trainings combined with physical exercises on the person's functional state and its physical working capacity in physical work to failure. **Materials and methods:** 18 young men were examined, and it were divided into 2 groups: main (12 persons) and control (6 persons). Only subjects of the main group were studied to hypoventilation breathing in combination with physical exercises. Before and after the training all subjects performed load testing on a bicycle ergometer to failure under ECG, pneumogram and EMG monitoring. **Results:** hypoventilation breathing combined with physical exercises was increased the work's time to failure from $165,1 \pm 25,6$ to $307,3 \pm 52,0$ s ($p < 0,05$) in the subjects of the main group. At the same time, there was a tendency to decrease a muscle effort and a significant increasing of the «physiological price» from $118,9 \pm 8,0$ to $161,1 \pm 21,6\%$ ($p < 0,05$). These indices were remained practically unchanged in persons of the control group. **Conclusions:** hypoventilation breathing in combination with physical exercises increases the physical performance of the subjects, but it's requires increasing the «physiological price».

Key words: alpha-linolenic acid, heart rate variability, endurance, cross-country skiers

For citation: Fudin NA, Klassina SYa, Pigareva SN, Vagin YuE. Hypoventilation trainings combined with physical exercises and their influences on person's functional state in physical work to failure. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):32-39. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.32.

1.1 Введение

Известно, что функция дыхания в организме человека отвечает за поддержание постоянства внутренней среды. Так, например, при изменении легочной вентиляции параметры внутренней среды организма человека также меняются. Обучение произвольному гиповентиляционному дыханию (ГВД) посредством изменения его паттерна, формирует у человека новый динамический стереотип дыхания, приводящий к изменению газового состава альвеолярного воздуха и артериальной крови [1-4]. Именно гиповентиляционный тип дыхания способен повысить гипоксическую устойчивость человека при физической нагрузке, поскольку при обучении ГВД механизм дыхания модифицируется, снижается чувствительность хеморецепторов дыхательного центра и рефлексогенных зон периферических сосудов к высокому уровню CO_2 . Таким образом, гиповентиляционная дыхательная тренировка – нелекарственное средство воздействия на человека при выполнении им интенсивной физической работы.

Ранее в качестве гипоксической тренировки мы использовали методику обучения ГВД, в основе которой лежали дыхательные тренировки, направленные на формирование у испытуемых уреженного дыхания. Испытуемым предлагалось сделать глубокий вдох и задержать дыхание на вдохе как можно дольше [5, 6]. Полагаем, что эффективность обучения ГВД повысится, если процедура обучения ГВД будет происходить на фоне физических упражнений.

Цель исследования: изучить влияние гиповентиляционных тренировок в сочетании с физическими упражнениями на функциональное состояние и физическую работоспособность человека при выполнении им интенсивной физической работы до отказа.

1.2 Материалы и методы

В обследовании приняли участие 18 практически здоровых добровольцев, лиц мужского пола, в возрасте 18-19 лет, регулярно занимающихся физической культурой. Испытуемые были разделены на 2 группы: основную – 12 человек, которые в течение 5 недель обучались ГВД в сочетании с физическими упражнениями и контрольную – 6 человек, которые не обучались этой методике.

Обучение методике ГВД в сочетании с физическими упражнениями проводили только у испытуемых основной группы, 2 раза в неделю в лаборатории, по 60 мин в течение 5 недель. Это новая комплексная методика, суть которой состояла в следующем: сначала на фоне задержки дыхания на вдохе испытуемые выполняли приседания до отказа, после чего следовало 15-минутное обучение самой методике ГВД. После 2-х минутного отдыха приседания до отказа и 15-минутное обучение ГВД повторяли снова (рис. 1). В основе обучения ГВД лежали дыхательные тренировки по схеме: вдох – 1,2 с, выдох – 1,5 с, пауза после выдоха – (7-10 с), направленные на формирование у испытуемого уреженного дыхания. Обучение происходило на основе словесной инструкции. В остальные дни испытуемые закрепляли навыки ГВД самостоятельно, выполняя задержки дыхания на вдохе 3 раза в день.

До и после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями испытуемые основной и контрольной групп принимали участие в 2-х однотипных обследованиях, где им было предложено выполнить нагрузочное тестирование на велоэргометре до отказа (мощность нагрузки – 160 Вт). Первое обследование проводилось до обучения ГВД, 2-ое – после обучения испытуемых основной группы методике ГВД в сочетании с физическими упражнениями (рис. 2).

В процессе обследований испытуемые пребывали в следующих состояниях:

- «исходный фон» (2,5 мин), когда испытуемый находился в седле велоэргометра, но не вращал педали;
- «разминка – 60 Вт» (2 мин);
- «тестовая физическая нагрузка до отказа» при мощности 160 Вт на фоне постоянной скорости вращения педалей – 1 об/с. Длительность нагрузочного тестирования определялась отказом самого испытуемого от продолжения физической работы (Т-отказ, с);
- «восстановление» (6 мин);
- «завершающий фон» (2,5 мин), когда испытуемый находился в седле велоэргометра, но не вращал педали;

Для нагрузочного тестирования был использован велоэргометр «SportsArt 5005», а само тестирование велось под контролем электрокардиографии (ЭКГ) и



Рис. 1. Схема обучения испытуемых основной группы гиповентиляционному дыханию в сочетании с физическими упражнениями

Pic. 1. The scheme of training of the main group of the hypoventilation breath in combination with physical exercises

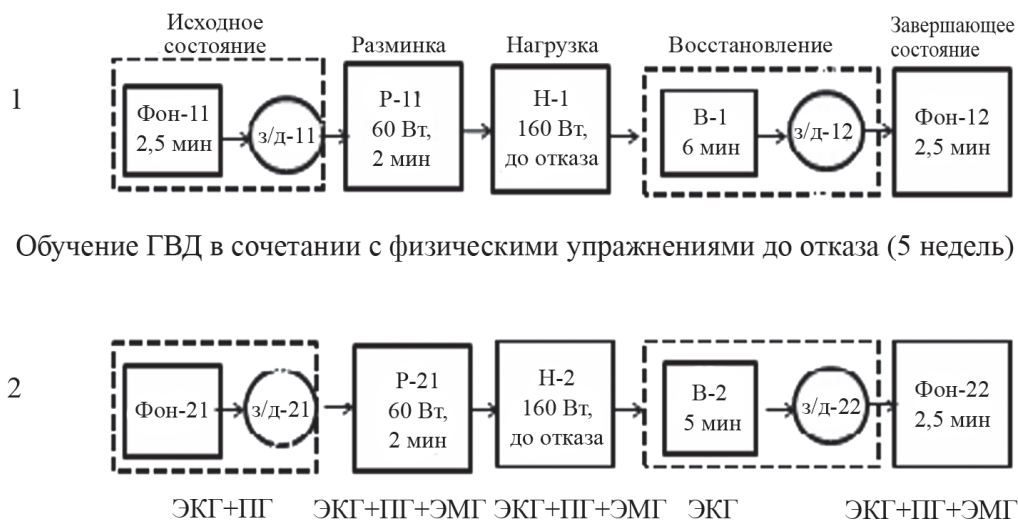


Рис. 2. Схемы обследований испытуемых до (1) и после (2) обучения гиповентиляционному дыханию (ГВД) в сочетании с физическими упражнениями

Pic. 2. Survey schemes of subjects before (1) and after (2) study to a hypoventilation breath (HVB) in combination with physical exercises

пневмографии (компьютерный электрокардиограф «Поли-Спектр-8», «Нейрософт», Иваново), а также электромиографии (ЭМГ) с помощью компьютерного электромиографа («Синапс» – «Нейротех», Таганрог). ЭКГ регистрировали в I стандартном отведении и грудном отведении «V5». На основе ЭКГ в исходном фоне и в процессе выполнения тестовой физической нагрузки оценивали частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и частоту дыхания (ЧД, 1/мин), оценивали время выполнения тестовой физической нагрузки (160 Вт) до отказа (Т-отк, с). В процессе выполнения тестовой нагрузки производилась также регистрация суммарной ЭМГ с четырехглавой мышцы правого бедра, на основе которой оценивали среднюю амплитуду ЭМГ (Аср, мВ) и число турнов (число колебаний потенциала ЭМГ с амплитудой более 100 мкВ) [7]. Регистрация показателей ЭКГ, пневмограммы и ЭМГ производилась в исходном фоне и на ступени тестовой нагрузки в последние 30 с. Скорость вращения педалей была постоянной и составляла 1 об/с (прибор «SIGMA – bc-509», датчик которого крепился к педали велоэргометра). Кроме того, в исходном фоне и завершающем фоне оценивали уровень субъективного самочувствия (sam, баллы) в 5-тибальной шкале (баллы), измеряли рост (см) и массу тела (кг), фиксировали субъективные жалобы. Уровень мотивации (mot, баллы) к выполнению физической нагрузки до отказа оценивали на основе психологической шкалы оценки потребности достижения [8] перед 1-ым обследованием. При этом все обследуемые были заблаговременно 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.

Статистическая обработка полученных данных проводили с использованием непараметрических критериев. Достоверность различия одноименных показателей определяли на основе критерия Вилкоксона и Манна-Уитни.

1.3 Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены антропометрические параметры испытуемых (масса тела, рост, возраст), а также уровень мотивации на момент начала участия в эксперименте.

Видно, что по уровню мотивации и антропометрическим показателям группа были однородны.

Известно, что ГВД повышает физическую работоспособность испытуемого при физической работе до отказа [9]. Будет ли сохраняться тот же эффект, если обучение ГВД будет проводиться в сочетании с физическими упражнениями?

С этой целью проведен сравнительный анализ времени выполнения физической работы до отказа на велоэргометре (мощность нагрузки – 160 Вт) у испытуемых основной и контрольной групп (рис. 3).

Из рисунка 3 видно, что в 1-ом обследовании (до обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями) время физической работы до отказа (Т-отк) у испытуемых основной и контрольной групп различалось незначимо. Во 2-ом обследовании (после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями) показатель Т-отк у лиц основной группы увеличился с $165,1 \pm 25,6$ до $307,3 \pm 52,0$ с ($p < 0,05$), в то время как у лиц контрольной группы изменения этого показателя были незначимы. В результате во 2-ом обследовании время физической работы до отказа у испытуемых основной группы было существенно больше, чем у лиц контрольной группы и составило $307,3 \pm 52,0$ против $158,2 \pm 19,9$ с ($p < 0,05$). Таким

Таблица 1

Антропометрические показатели (M±m) испытуемых

Table 1

Anthropometric parameters (M±m) of the subjects

Группы/Groups	Мотивация (баллы)/ Motivation (points)	Масса тела (кг)/ Body weight (kg)	Рост(см)/ Growth(cm)	Возраст (лет)/ Age (years)
Основная (n=12) Main (n=12)	12,0±1,0	72,0±6,1	179,7±1,5	18,0±0,1
Контрольная (n=6) Control (n=6)	12,0±0,9	70,0±2,0	179,3±1,7	17,7±0,2

n – количество испытуемых/number of subjects

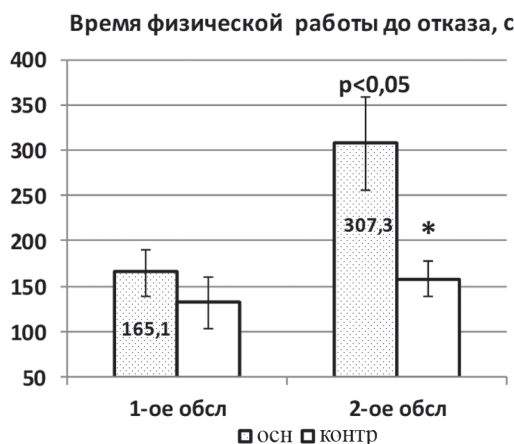


Рис. 3. Средние значения времени (с) работы до отказа у испытуемых основной (узорчатые столбики) и контрольной (белые столбики) групп до (1-ое обл.) и после (2-ое обл.) обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями. Обозначения: * - $p < 0,05$ – достоверность различия показателя во 2-ом обследовании у испытуемых основной и контрольной групп; $p < 0,05$ – достоверность различия показателя у лиц основной группы до и после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями

Рис. 3. Average values of the time (s) to failure in the subjects of the main group (patterned columns) and control group (white columns) at first and second training of hypoventilation breath (HVB) in combination with physical exercises. Designations: * - $p < 0,05$ – reliability of the difference at a 2-nd examination in the subjects of the main and control groups; $p < 0,05$ – the reliability of the difference in the main group before and after the HVB training in combination with physical exercises

образом, ГВД в сочетании с физическими упражнениями почти вдвое повышает физическую работоспособность испытуемых основной группы ($p < 0,05$), в то время как физическая работоспособность лиц контрольной группы повышается незначимо.

О физической работоспособности следует судить не только по тому, как долго испытуемый может выполнять физическую работу до отказа, но и какова «физиологическая цена» этой работы [10]. На рис. 4 представлены гистограммы средних значений «физиологической

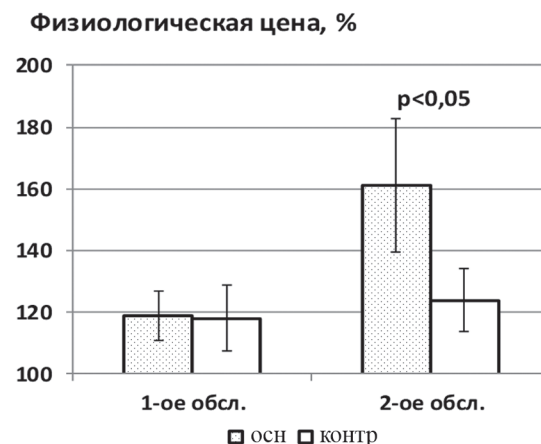


Рис. 4. Средние значения «физиологической цены» (%) физической работы до отказа у лиц основной (узорчатые столбики) и контрольной (белые столбики) групп до (1-ое обл.) и после (2-ое обл.) обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями. Обозначения:

* - $p < 0,05$ – достоверность различия «физиологической цены» физической работы до отказа у лиц основной группы до и после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями

Рис. 4. The average values of «physiological price» (%) of a physical work to failure in the main group (patterned bars) and control group (white bars) before and after HVB training in combination with physical exercises

* - $p < 0,05$ – a reliability of the difference a «physiological price» of physical work to failure in persons of the main group before and after HVB training in combination with physical exercises

цены» для испытуемых основной и контрольной групп до и после обучения ГВД в сочетании с физической нагрузкой.

Видно, что если в 1-ом обследовании (до обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями) «физиологическая цена» тестовой физической работы до отказа у испытуемых основной и контрольной групп практически не различалась, то во 2-ом обследовании (после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями) – «физиологическая цена» работы до отказа у ис-

пытуемых основной группы стала существенно больше. Так, если у лиц основной группы в 1-ом обследовании она составляла $118,9 \pm 8,0\%$, то во 2-ом обследовании (на фоне обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями) «физиологическая цена» значительно повысилась до $161,1 \pm 21,6\%$ ($p < 0,05$). Необходимо отметить, что существенный вклад в повышение «физиологической цены» внесла функция дыхания. Так, если у лиц основной группы в 1-ом обследовании сдвиг ЧД по отношению к исходному фону в момент отказа от тестовой физической нагрузки составил $48,5 \pm 6,6\%$, то во 2-ом обследовании (на фоне обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями) этот сдвиг значительно повысился до $104,7 \pm 24,6\%$ ($p < 0,05$). Испытуемые при этом жаловались на одышку. Таким образом, обучение ГВД в сочетании с физическими упражнениями способствовало значимому повышению физической работоспособности испытуемых основной группы, однако это повышение потребовало от их организма значимого увеличения «физиологической цены». При этом «физиологическая цена» у лиц контрольной группы практически не менялась.

В соответствии с результатами исследования И.С. Бреслава и Н.И. Волкова (2002) феномен отказа от выполнения интенсивной физической работы – это мотивируемая непереносимость предложенной физической нагрузки. Отказ определяется уровнем тренированности спортсмена, интенсивностью нагрузки и др. факторами, однако это всегда результат индивидуальной самооценки уровня физической нагрузки и возможностей собственного организма. В основе механизма отказа лежит афферентная импульсация, несущая информацию о мышечных усилиях и напряжении функции дыхания [11].

На рис. 5 и 6 представлены средние значения параметров ЭМГ – средней амплитуды ЭМГ и числа турнов при интенсивной физической работе до отказа.

Из рис. 5 видно, что во 2-ом обследовании как у лиц основной группы, так и контрольной, средняя амплитуда ЭМГ имеет тенденцию к снижению по сравнению с 1-ым обследованием. Учитывая, что после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями испытуемые основной группы «работали до отказа» почти вдвое дольше, чем испытуемые контрольной группы, то и сдвиг показателя Аср у них был больше и составил (-26,3%) против (-17,8%). Число турнов в обеих группах имело лишь слабую тенденцию к снижению (рис. 6). Аналогичную динамику изменения параметров ЭМГ (Аср и число турнов) мы наблюдали и при мощности нагрузки 120 Вт [5].

Известно, что в основе развития утомления лежит снижение возбудимости коры больших полушарий из-за длительного действия проприоцептивной импульсации, которая тормозит спинальные альфа-мотонейроны и тем самым блокирует действие корковой двигательной импульсации. Если утомление не столь велико и еще может быть преодолено волевым усилием человека, то па-

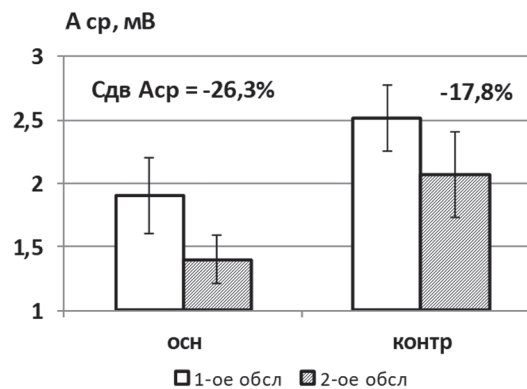


Рис. 5. Средние значения амплитуды ЭМГ (Аср, мВ) в 1-ом (белые столбики) и 2-ом (заштрихованные столбики) обследованиях у лиц основной (осн) и контрольной (контр) групп

Pic. 5. Average values of EMG amplitude (Acp, mV) at the 1st (white bars) and 2nd (shaded bars) examinations in the main and control groups

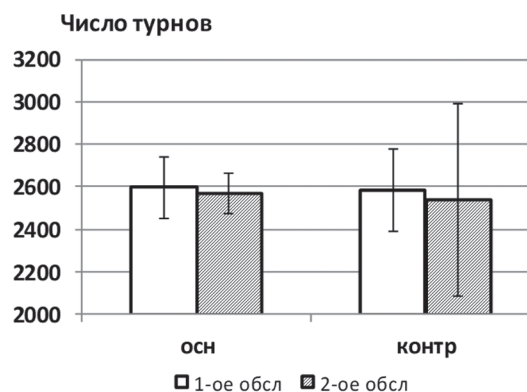


Рис. 6. Средние значения числа турнов ЭМГ в 1-ом (белые столбики) и 2-ом (заштрихованные столбики) обследованиях у лиц основной (осн) и контрольной (контр) групп

Pic. 6. The average values of the number of rounds EMG in the 1st (white bars) and 2nd (shaded bars) examination in the main and control groups

аметры Аср и частота ЭМГ, характеризующие деятельность мотонейронов, возрастают. Однако при крайнем утомлении мышц амплитуда и частота ЭМГ снижаются [12-14]. В результате происходит снижение сократительной силы мышечных волокон (мышечное усилие снижается), но не блокирование возбуждения в спинальных или нервно-мышечных синапсах. С учетом сказанного, можно предположить, что снижение мышечного усилия при нажатии на педаль велоэргометра в момент отказа обусловлено именно развитием утомления мышц. Таким образом, после обучения ГВД в сочетании с физическими упражнениями у лиц основной группы в момент отказа от нагрузки отмечалась одышка и выраженная тенденция к снижению мышечного усилия (Аср) на фоне слабого снижения частоты разрядов альфа-мото-

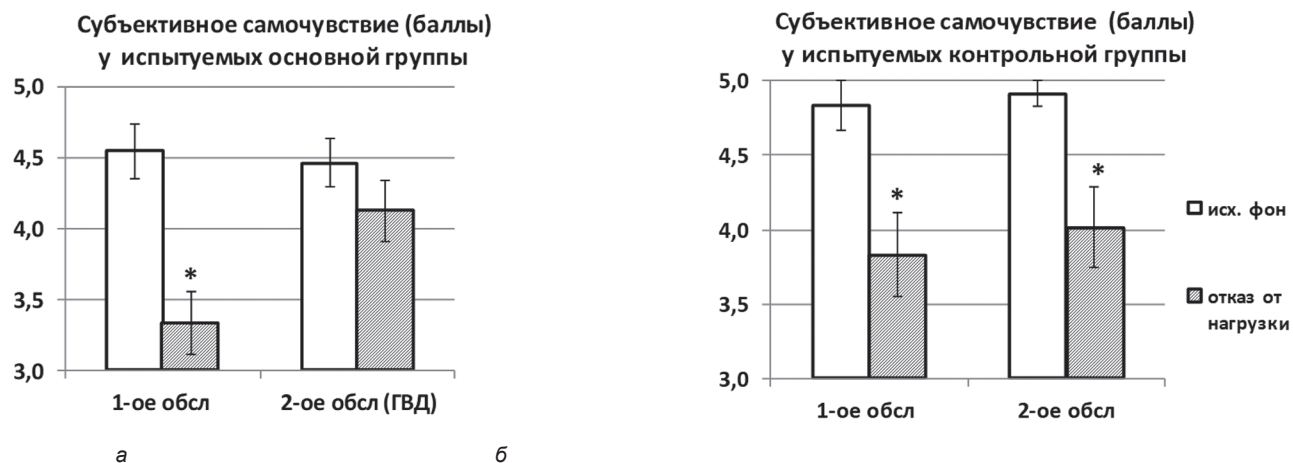


Рис. 7. Средние значения уровня субъективного самочувствия у испытуемых основной (а) и контрольной (б) групп в исходном фоне (белые столбики) и в момент отказа от тестовой физической нагрузки (заштрихованные столбики)

* - $p < 0,05$ – достоверность различия показателя в исходном фоне и в момент отказа от тестовой нагрузки у испытуемых основной и контрольной групп

Fig. 7. The average values of the level of subjective well-being in the subjects of the main (a) and control (b) groups in the initial background (white bars) and at the time of refusal of the test physical activity (shaded bars)

* - $p < 0.05$ – the accuracy of the difference in the initial background and at the time of failure of the test load in the subjects of the main and control groups

нейронов (число турнов), что характерно для крайней степени утомления. Полагаем, это связано с изменениями в состоянии корковых нервных центров и развитием охранительного торможения коры.

Естественно предположить, что в момент отказа от интенсивной физической нагрузки субъективное самочувствие испытуемых по сравнению с исходным фоновым состоянием должно снижаться.

Так, в момент отказа от выполнения тестовой физической нагрузки уровень субъективного самочувствия у всех испытуемых значительно снижался в 1-ом обследовании, т.е. до обучения ГВД (рис. 7 а, б). Во 2-ом обследовании – после обучения ГВД – уровень субъективного самочувствия значительно снижался лишь у испытуемых контрольной группы (рис. 7 б), в то время как у испытуемых основной группы показатель уровня субъективного самочувствия лишь проявлял тенденцию к снижению (рис. 7 а). Отсюда следует, что обучение ГВД в сочетании с физическими упражнениями способствовало сохранению исходного уровня субъективного самочувствия в момент отказа от выполнения интенсивной физической

работы. Полагаем, что в основе этого лежит тот факт, что ГВД благотворно сказывается на состоянии когнитивных функций и психической сферы испытуемых, что согласуется с результатами исследования А.В. Суховершина с соавторами [15].

1.4 Выводы

1. Гиповентиляционное дыхание в сочетании с физическими упражнениями почти вдвое повышает физическую работоспособность испытуемых, однако это повышение требует от организма значимого увеличения «физиологической цены».

2. В момент отказа от выполнения интенсивной физической работы отмечена выраженная тенденция к снижению мышечного усилия на фоне снижения частоты разрядов альфа-мотонейронов, что, по-видимому, связано с развитием охранительного торможения коры, присущего крайней степени утомления.

3. Гиповентиляционное дыхание в сочетании с физическими упражнениями способствует сохранению исходного уровня субъективного самочувствия в момент отказа от интенсивной физической работы.

Список литературы

1. Бреслав И.С., Ноздрачев А.Д. Регуляция дыхания: висцеральная и поведенческие составляющие // Успехи физиологических наук, 2007, Т.38, №2. С.26-45.
2. Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте: руководство для изучающих физиологию человека. М.: Советский спорт, 2013. 336 с.
3. Солопов И.Н. Оптимизация адаптации организма посредством направленных воздействий на дыхательную функ-

References

1. Breslav IS, Nozdrachev AD. Regulation of respiration: visceral and behavioral components. *Uspеhi fiziologicheskikh nauk (Progress in Physiology)*, 2007;38 (2):26-45. Russian.
2. Breslav IS, Volkov NI, Tambovtseva RV. Breathing and muscle activity in sports: *rukovodstvo dlya izuchayushchih fiziologiyu cheloveka*. Moscow, Sovetskiy sport, 2013, 336 p. Russian.
3. Solopov IN. Optimization of the organism's adaptation through directed influences on the respiratory function. *Vestnik*

цию // Вестник ТвГУ. Серия: «Биология и экология». 2013. Вып. 29. №2. С.241-249.

4. **Woorons X, Mucci P, Richalet JP, Pichon A.** Hypoventilation training at supramaximal intensity improves swimming performance // *Med Sci Sports Exerc.* 2016. Jun; 48(6):1119-28.

5. **Фудин Н.А., Классина С.Я., Вагин Ю.Е., Пигарева С.Н.** Физиологические эффекты влияния гиповентиляционного дыхания на кардиореспираторную и мышечную систему человека при физической работе до отказа // *Спортивная медицина: наука и практика.* 2016. Т.6, №3. С.22-28.

6. **Engan HK, Lodin-Sundström A, Schagatay F, Schagatay E.** The effect of climbing Mount Everest on spleen contraction and increase in hemoglobin concentration during breath holding and exercise // *High Alt Med Biol.* 2014. Apr; 15(1):52-7.

7. **Прянишникова О.А., Городничев Р.М., Городничева Л.Р., Ткаченко А.В.** Спортивная электронейромиография. // *Теория и практика физической культуры.* 2005. №9. С.6-11.

8. **Карелин А.А.** Большая энциклопедия психологических тестов. М.: Эксмо, 2007. 416 с.

9. **Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н., Вагин Ю.Е.** Сравнительный анализ эффектов влияния гиповентиляционного дыхания на физическую работоспособность и кардиореспираторные показатели человека при различных по интенсивности физических нагрузках // *Теория и практика физической культуры.* 2017. №8. С.31-33.

10. **Классина С.Я.** Физиологическая модель социального взаимодействия тренер-спортсмен в процессе тренировки на велоэргометре // *Вестник новых медицинских технологий.* 2014. Т.21, №3. С.122-126.

11. **Бреслав И.С., Волков Н.И.** Феномен отказа в мышечной деятельности. Роль системы дыхания. // *Физиология человека,* 2002. Т.28, №1. С.121-129.

12. **Jamaluddin FN, Ahmad SA, Noor SB, Hassan WZ, Yaakob A, Adam Y, Ali SH.** Amplitude and frequency changes in surface EMG of biceps femoris during five days Bruce Protocol treadmill test. – In: 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2015), 25-29 Aug. 2015, Milano, Italy. P. 6219-6222.

13. **Yoshitake Y, Ue H, Miyazaki M, Moritani T.** Assessment of lower-back muscle fatigue using electromyography, mechanomyography, and near-infrared spectroscopy. // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2001. Mar; 84(3):174-9.

14. **Rota S, Morel B, Saboul D, Rogowski I, Hautier C.** Influence of fatigue on upper limb muscle activity and performance in tennis. // *J ElectromyogrKinesiol.* 2014 Feb;24(1):90-7.

15. **Суховершин А.В., Пантин А.В., Подорогин А.В.** Эффективность применения гиперкапнической гипоксии в курортной реабилитации больных неврозами // *Тюменский медицинский журнал.* 2011. №2. С.45.

TvGU. Seriya: «Biologiya i ekologiya». (Bulletin of the Tver State University. Series: "Biology and Ecology"). 2013;29(2):241-249. Russian.

4. **Woorons X, Mucci P, Richalet JP, Pichon A.** Hypoventilation training at supramaximal intensity improves swimming performance. // *Med Sci Sports Exerc.* 2016. Jun; 48(6):1119-28.

5. **Fudin NA, Klassina SYa, Vagin YuE, Pigareva SN.** Physiological effects of the influence of hypoventilation breathing on the cardiorespiratory and muscular system of a person in physical work to failure. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports Medicine: Research and Practice).* 2016;6(3):22-28. Russian.

6. **Engan HK, Lodin-Sundström A, Schagatay F, Schagatay E.** The effect of climbing Mount Everest on spleen contraction and increase in hemoglobin concentration during breath holding and exercise. // *High Alt Med Biol.* 2014. Apr; 15(1):52-7

7. **Pryanishnikova OA, Gorodnichev RM, Gorodnicheva LR, Tkachenko AV.** Sport electroneuromyography. *Teoria i Praktika Fizicheskoy kultury (Theory and Practice of Physical Culture).* 2005; (9):6-11. Russian.

8. **Karelin AA.** Bolshaiya entsiklopediya psichologicheskikh testov. Moscow, Exmo, 2007. 416 p. Russian.

9. **Fudin NA, Klassina SYa, Pigareva SN, Vagin YuE.** Comparative analysis of the effects of the influence of hypoventilation breathing on the physical working capacity and cardiorespiratory indices of a person at various physical loads. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy kultury (Theory and Practice of Physical Culture).* 2017;(8):31-33. Russian.

10. **Klassina SYa.** Physiological model of social interaction coach-sportsman in the process of training on a veloergometer. *Vestnik novych meditsynkikh technologiy.* 2014;21(3):122-126. Russian.

11. **Breslav IS., Volkov NI.** The phenomenon of failure in muscle activity. The role of the respiratory system. *Fiziologiya cheloveka (Human hysiology).* 2002;28(1):121-129. Russian.

12. **Jamaluddin FN, Ahmad SA, Noor SB, Hassan WZ, Yaakob A, Adam Y, Ali SH.** Amplitude and frequency changes in surface EMG of biceps femoris during five days Bruce Protocol treadmill test. – In: 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2015), 25-29 Aug. 2015, Milano, Italy. pp. 6219-6222.

13. **Yoshitake Y, Ue H, Miyazaki M, Moritani T.** Assessment of lower-back muscle fatigue using electromyography, mechanomyography, and near-infrared spectroscopy. // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2001. Mar;84(3):174-9.

14. **Rota S, Morel B, Saboul D, Rogowski I, Hautier C.** Influence of fatigue on upper limb muscle activity and performance in tennis. // *J ElectromyogrKinesiol.* 2014 Feb;24(1):90-7.

15. **Suchovershin AV, Pantin AV, Podorogin AV.** Efficacy of hypercapnic hypoxia in the spa rehabilitation of patients with neuroses. *Tyumensky meditsinsky zhurnal.* 2011;(2):45. Russian.

Сведения об авторах:

Фудин Николай Андреевич, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», член-корр. РАН, проф., д.б.н. ORCID ID: 0000-0002-5511-7375

Классина Светлана Яковлевна, ведущий научный сотрудник лаборатории системных механизмов спортивной деятельности ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина», к.б.н. ORCID ID: 0000-0001-7972-9600 (+7(905)547-62-34, klassina@mail.ru)

Пигарева Светлана Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории системных механизмов спортивной деятельности ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина», к.б.н. ORCID ID: 0000-0002-9376-280

Вагин Юрий Евгеньевич, профессор кафедры нормальной физиологии ФGAOУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), д.м.н. ORCID ID:0000-0002-1262-1643

Information about the authors:

Nikolay A. Fudin, M.D., D.Sc. (Biology), Corresponding Member of RAS, Prof., Dep. Dir of P.K. Anokhin Institute of normal physiology. ORCID ID: 0000-0002-5511-7375

Svetlana Ya. Klassina, M.D., Ph.D. (Biology), Leading researcher of the laboratory of systemic mechanisms of sport activity of P.K. Anokhin Institute of normal physiology. ORCID ID: 0000-0001-7972-9600 (+7 (905) 547-62-34, klassina@mail.ru)

Svetlana N. Pigareva, M.D., Ph.D. (Biology), Senior researcher of the laboratory of systemic mechanisms of sport activity of P.K. Anokhin Institute of normal physiology. ORCID ID: 0000-0002-9376-280

Yuriy E. Vagin, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Normal Physiology of the Sechenov First Moscow State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-1262-1643

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

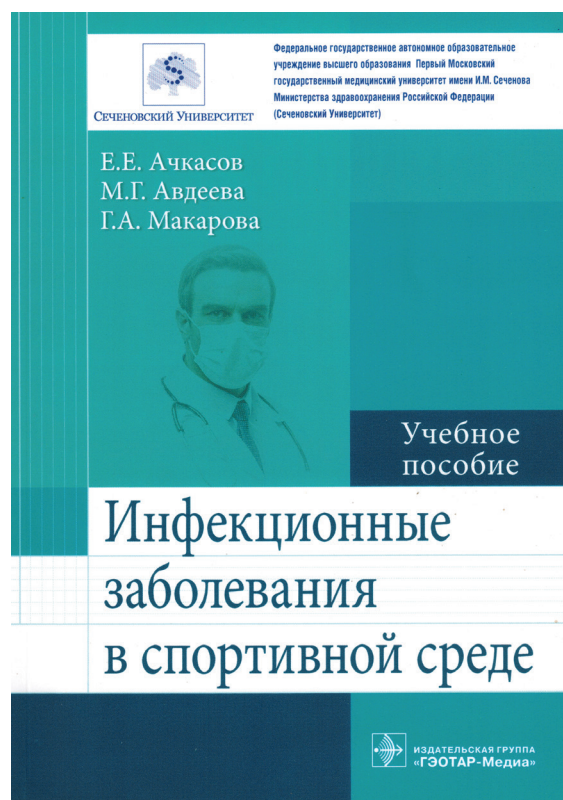
Поступила в редакцию: 22.03.2018

Принята к публикации: 12.04.2018

Received: 22 March 2018

Accepted: 12 April 2018

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



Инфекционные заболевания в спортивной среде

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

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 и 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 специальностям «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>

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.40

УДК: 612.766+57.04

Селекция влияющих факторов при подборе ортопедических стелек с использованием стабилотрии

О. В. Кубряк¹, В. И. Нечаев²

¹ФГБУН Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина, ФАНО России, г. Москва, Россия

²НП «Лига содействия развитию подиатрии», г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: анализ изменений стабилотрических показателей при последовательном стоянии испытуемого на различных типах ортопедических стелек – изучение влияющих факторов. **Материалы и методы:** 38 здоровых добровольцев 37±5 лет (26 женщин и 12 мужчин) без патологий стоп, экспериментальные стельки различной твердости, стабилотрия, математический анализ. **Результаты:** эффект «новизны» материала влияет на стабильность вертикальной позы. **Выводы:** необходимо учитывать весь спектр возможных нецелевых влияний, в том числе, быстрых, типа фактора «новизны».

Ключевые слова: ориентировочный рефлекс, ортезы, реабилитация, баланс тела, стабилотрия, кожные рецепторы стопы

Для цитирования: Кубряк О.В., Нечаев В.И. Селекция влияющих факторов при подборе ортопедических стелек с использованием стабилотрии // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 40-46. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.40.

Factors influencing stabilometry parameters of the individual standing on the different orthopedic insole

Oleg V. Kubryak¹, Vladimir I. Nechaev²

¹P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

²League for the Promotion of the Podiatry Development Non-Profit Partnership, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: the analysis of changes in stabilometric indices during the successive standing of the test subject on various types of orthopedic insoles, focusing on the study of the influencing factors. **Materials and methods:** 38 healthy volunteers (26 women and 12 men), aged 37±5 with out pathology of feet, experimental insoles of different hardness, stabilometry, mathematical analysis. **Results:** the effect of the «novelty» of the material affects the stability of the vertical posture. **Conclusions:** among other possible factors, when designing an adequate technique for analyzing the effectiveness of foot orthotics, it is necessary to take into account the full range of possible non-target influencing factors, including fast ones, such as the «novelty» factor.

Key words: orientative reflex, orthotics, rehabilitation, body balance, stabilometry, sensitivity of foot

For citation: Kubryak OV, Nechaev VI. Factors influencing stabilometry parameters of the individual standing on the different orthopedic insoles. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):40-46. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.40.

1.1 Введение

Специальным образом отформованные ортезы стопы заводского или индивидуального изготовления широко применяются в быту, в медицине и в спорте. Как принято считать, их используют в целях медицинской реабилитации и профилактики [1], снижения перегрузок стопы – нижней конечности, а также для коррекции осанки [2]. При этом выбор специалистом конкретной модели стелек нередко произволен. Условное деление ортопедических стелек на несколько типов (например, [3]) логически предполагает и различия в их коррек-

рующем воздействии. Однако объективизация влияния ортезов стопы на мышечно-скелетную систему и систему регуляции позы достаточно сложна. Для быстрой оценки нередко используют «классическую» стабилотрию или близкие методы [4]. Актуальная проблема – описание связи различных физиологических параметров с выбором разных типов ортопедических стелек, исходного материала [5]. Мы предположили, что модификация поверхности под стопами (смена жесткости материала, и, соответственно, свойств стельки) может, в том числе, проявляться и в «нецелевых» реакциях (напри-

мер, ориентировочной реакции), отражающихся в стабиллометрических параметрах, по типу ранее описанного при искусственной модификации прикуса [6]. В этой связи, было проведено наблюдение, цель которого заключалась в изучении различных влияющих факторов. Задачами наблюдения, соответственно, были: селекция и интерпретация влияющих факторов; сравнение показателей стабиллометрии при разных режимах регистрации; изучение индивидуальных реакций на смену физических свойств поверхности под стопами по данным стабиллометрии.

1.2 Материалы и методы

Испытуемые. В наблюдении участвовали 38 здоровых добровольцев, без патологий стоп, возраст 37 ± 5 лет, из которых 26 женщин и 12 мужчин. Соблюдались современные этические принципы. **Процедура, экспериментальные стельки.** Исследование включало 8 последовательных этапов по 30 секунд – общая схема представлена на рисунке 1. Испытуемый спокойно стоял на стабиллоплатформе, голова прямо, руки свободно вдоль тела, стопы по разметке стабиллоплатформы. Первый этап (1) – «Босиком»: стоя босиком на стабиллоплатформе, 30 секунд с открытыми глазами и 30 секунд с закрытыми глазами (гладкая, жёсткая поверхность платформы). Второй этап (2) – «Твёрдый»: аналогично, стоя босиком на рельефной поверхности полужёстких ортезов стопы каркасного типа. Третий этап (3) – «Средний»: аналогично, стоя босиком на более мягкой рельефной поверхности заготовок ортопедических стелек из вспененного полиэтилена. Четвёртый этап (4) – «Мягкий»: аналогично, стоя босиком на очень мягкой легко проникающейся поверхности силиконовых стелек.

Между этапами – перерыв 20-30 секунд, в течение которых испытуемый стоял босиком на твёрдом напольном покрытии комнатной температуры. Испытания экспериментальных стелек различной твердости проводили в изолированном помещении, при комнатной температуре. Все испытуемые перед проведением исследования не испытывали чувства голода, жажды или иных состояний, которые могли бы отвлекать от выполнения теста. **Оборудование.** Стабиллоплатформа ST-150 (Свидетельство о регистрации средства измерений в РФ RU.C.39.004.A N 41201; Регистрационное удостоверение МЗ РФ № ФСР 2010/07900) с штатным программным обеспечением STPL (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в РФ № 2013610986), Россия. **Анализ данных.** Оценивали расчетные стабиллометрические параметры: А, оценка части механической работы, рассчитываемой по траектории центра давления, в Джоулях – в штатной программе STPL, с цифровой фильтрацией колебаний выше 10 Герц. Проверка распределения – одновыборочный критерий типа Колмогорова-Смирнова. Оценка меры выборочной адекватности – Кайзера-Мейера-Олкина. Нулевая гипотеза об отсутствии корреляций между параметрами проверялась с помощью критерия сферичности Бартлетта.

Факторный анализ – методом главных компонент, с вращением варимакс [7]. Для оценки значимости отличий результатов – критерий Фрийдмана (непараметрический аналог ANOVA). Парные различия – критерий Вилкоксона. Подготовка данных и статистическая обработка в программах Microsoft Excel 2010 и SPSS 13.0.

1.3 Результаты

Селекция факторов. Проведено 304 измерения в индивидуальных сериях из 8 последовательных фаз у 38 добровольцев. Для изучения влияния различных видов соприкасающихся с подошвой поверхностей (подкладок) на стабиллометрические параметры, проводился факторный анализ, с предварительной оценкой типа распределения. Полагаем, что выбор для анализа фаз с закрытыми глазами позволил уменьшить число влияющих факторов, связанных, например, с индивидуальными отличиями функции зрения, возможными отвлечениями, различающимся «вкладом» афферентации от зрения в сенсорную интеграцию. Мера выборочной адекватности Кайзера-Мейера-Олкина здесь составила 0.6. Нулевая гипотеза об отсутствии корреляций между параметрами проверялась с помощью критерия сферичности Бартлетта, и была отклонена при $p < 0.001$. Таким образом, факторный анализ был применен с удовлетворительной мерой адекватности. Далее был получен график собственных значений (рис. 2), методом главных компонент, с вращением варимакс. Анализ показал наличие двух значимых факторов. Полагаем, что первый фактор здесь может быть связан с различной индивидуальной чувствительностью рецепторов стопы, свойствами кожи (её толщиной, сухостью и так далее) и другими индивидуальными особенностями. Не исключено, что чувствительность и иные особенности стопы преимущественно связаны с полом испытуемых, или же предпринимаемыми мерами ухода за стопой. В пользу этого свидетельствует, например, сравнение в выборке медиан показателя А для женщин (большая ухоженность, чувствительность кожи) и для мужчин. Соответственно, медиана и квартили для фазы с закрытыми глазами «Босиком» (общая схема этапов представлена на рисунке 1) у женщин в данной выборке составляли 1.08 (0.73; 2.41), а у мужчин – 4.20 (2.31; 5.90). В таком же порядке: «Твёрдый» у женщин – 1.36 (0.90; 2.58); «Твёрдый» у мужчин – 4.14 (2.43; 6.48); «Средний» – 1.26 (0.64; 3.64) и 5.58 (2.59; 8.25); «Мягкий» – 1.06 (0.62; 2.55) и 3.67 (1.94; 5.47). Однако второй значимый фактор – это изменение тактильных свойств поверхности.

Таким образом, динамика стабиллометрических параметров, полагаем, здесь находилась под влиянием двух основных факторов – чувствительности кожных рецепторов стопы и изменения физических свойств поверхности под стопами.

«Маскирующее» влияние зрения. С помощью критерия Фрийдмана проверяли нулевую гипотезу о том, что различные тактильные поверхности под стопами не

вливают на стабильность вертикальной позы, в частности, на показатель *A*. Асимптотическая значимость критерия для фаз с закрытыми глазами составила 0.0011, что на порядок меньше принятого уровня значимости 0.01. Аналогичное вычисление для фаз с открытыми глазами – 0.17. То есть, в режиме с открытыми глазами анализ повторных индивидуальных измерений демонстрировал маскирующее влияние зрения на связанные с изменением тактильных поверхностей сигнализации. Наоборот, выключение зрения позволило объективизировать влияние, обнаружить статистически значимые различия в стабильности вертикальной позы, связанные с кратковременной модификацией тактильных свойств опорной поверхности.

Системные реакции на изменение свойств поверхности под стопами. По сравнению со стоянием босиком на поверхности стабиллоплатформы, где индивидуальный показатель *A* при закрытых глазах был принят за 100%, при покрытии «Твёрдый» у 25 добровольцев этот показатель возрос, у 13 уменьшился; при покрытии «Средний» – у 23 возрос, у 13 уменьшился, а при покрытии «Мягкий» – у 15 возрос, у 21 уменьшился. Индивидуальная динамика представлена на рисунке 3, где значения шкалы ограничены диапазоном $\pm 80\%$ для удобства. Иными словами, динамика изменений показателя отно-

сительно стояния босиком (этап 4 к этапу 1; 3 – к 1; 2 – к 1; по этапам на рис. 1) была разнонаправленной.

При этом, оценивая взаимодействие испытуемого с опорой, в режимах «Твёрдый» и «Средний» у большинства несколько снизилась стабильность позы, а в режиме «Мягкий» у большей части испытуемых, наоборот, стабильность несколько возросла. Однако статистически значимых парных различий для показателя *A* в режимах «Твёрдый», «Средний» и «Мягкий» относительно стояния босиком при использовании критерия Вилкоксона не было обнаружено. То есть, не исключено, что появление статистически значимых различий для всей серии может быть обусловлено, в том числе, самой переменной тактильных ощущений, «новизной», по типу павловского рефлекса «что такое?», и, зависит здесь от индивидуальных особенностей. С другой стороны, на рисунке 3 хорошо различимы разнообразные индивидуальные реакции испытуемых на разные поверхности, что отмечается и в практике.

Таким образом, при кратковременном изменении тактильных свойств опорной поверхности в рассматриваемой выборке, для надежного учёта небольших изменений параметров вертикальной позы по данным стабиллометрии, необходимо использовать адекватные методики, исключающие возможные нецелевые влияния.

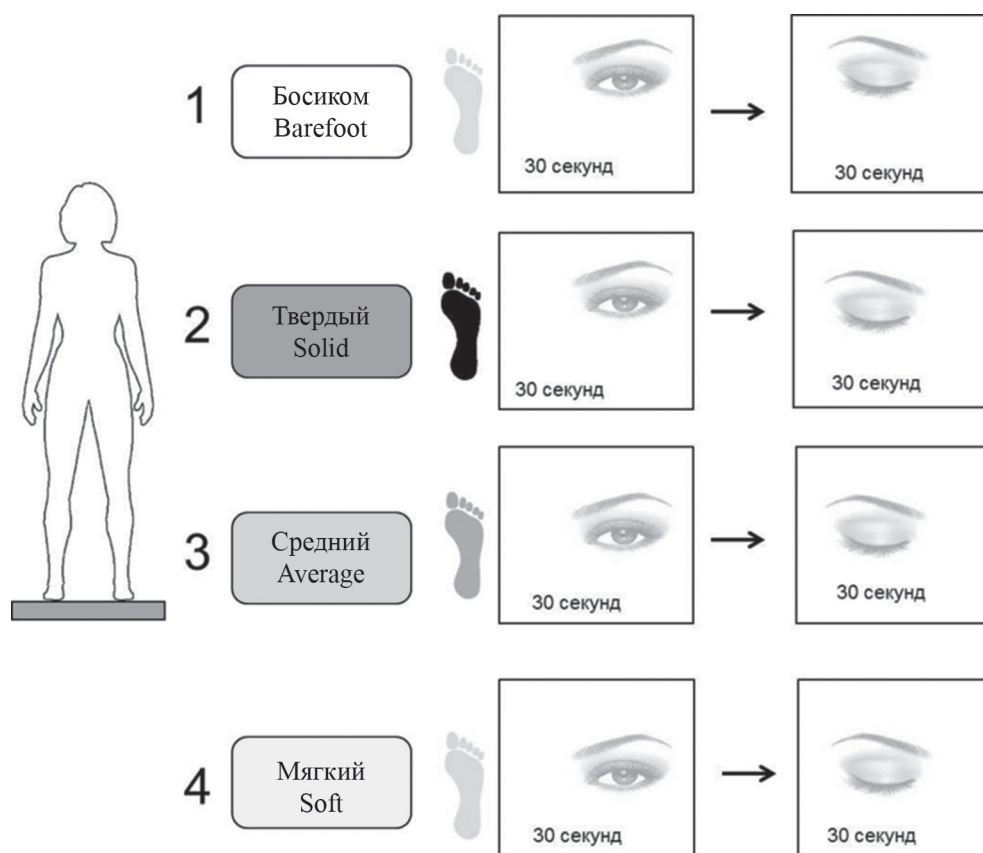


Рис. 1. Условная схема исследования при изменении свойств поверхности под стопами
Pic. 1. Conditional scheme of the study when changing the properties of the surface under the feet

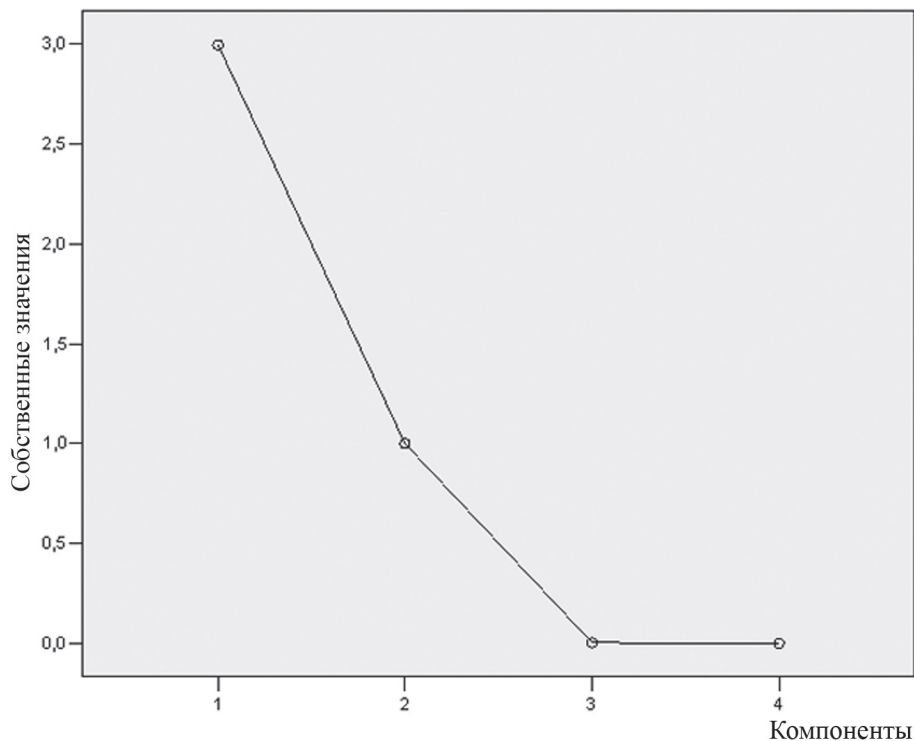


Рис. 2. Факторный анализ: график собственных значений.
Pic. 2. Factor analysis: screeplot

1.4 Обсуждение

Важным аспектом данного наблюдения является попытка объяснений результатов стабилметрического исследования в данной области за пределами чисто биомеханических концепций [7, 8], чаще используемых сегодня при обосновании ортезирования. Если рассматривать наблюдаемый феномен, например, с позиции «нервной модели стимула» по Е.Н. Соколову [9], то последовательное повторение процедуры замены поверхности под стопами (похожая, однотипная стимуляция – это сама процедура) формирует определенную конфигурацию «следа», содержащего все параметры стимула. Ориентировочная реакция, «новизна», возникает как реакция на рассогласование между «следом» и актуальным стимулом. Соответственно, концепция «нервной модели стимула» предполагает, что ориентировочная реакция будет длиться до тех пор, пока есть это рассогласование. Из практики можно отметить, что реакция испытуемого на «новизну» (на какие либо новые стимулы, допустим, при «мышечном тестировании» [10]) обычно длится не более нескольких секунд. Индивидуальная значимость стимула, как следует, в том числе, и из проведенного в нашем наблюдении факторного анализа и наблюдаемых различий в реакциях на смену стимула, не очень поддерживает прямолинейность позиции типа «большее рассогласование соответствует большей выраженности ориентировочной реакции». Так как трудно выделить интенсивность, значимость и степень

новизны последующего стимула для конкретного испытуемого. Иными словами, можно полагать, что развитие ориентировочной реакции, её выраженность и длительность различны для разных испытуемых. При этом в оценке, полученной по анализу статокинезиограммы, такие первые несколько секунд (возможно связанные с ориентировочной реакцией) более длительного периода регистрации, могут дать заметный вес в суммарном значении показателя. Таким образом, при достаточно длительном по сравнению с длительностью ориентировочной реакции исследовании, его результаты могут включать и влияния «новизны». Применительно к практике, выводы данного наблюдения могут касаться рекомендаций по исключению условий, способствующих развитию ориентировочной реакции при подборе ортопедических стелек. Например, проведению «привыкания» к тому или иному ортезу перед исследованием их влияний на стабилметрические параметры, выбору достаточной длительности процедуры. Возможно, «опытному» периоду носки стелек [11]. Так как влияние ориентировочной реакции, «новизны», ошибочно может быть принято за целевое влияние.

Влияние ортезов стопы на регуляцию вертикальной позы, осанку, например, при нестабильности голеностопного сустава, сегодня считается достаточно обоснованным – на уровне «В» с точки зрения доказательной медицины [12]. Обсуждаются наличие или отсутствие влияния ортопедических стелек на уменьшение болевых

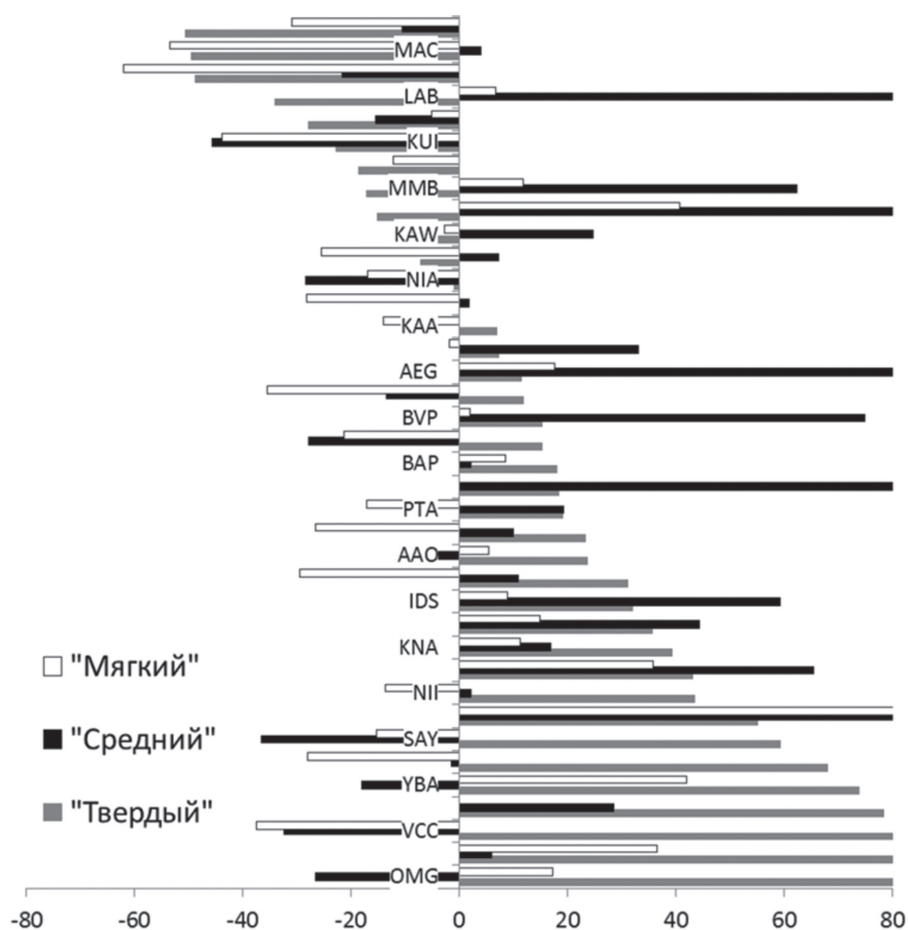


Рис. 3. Индивидуальные динамики изменений стабильности вертикальной позы по показателю A при закрытых глазах, в процентах (%), при изменении свойств покрытия относительно исходного. Добровольцы – латинскими буквами

Pic. 3. Individual dynamics of changes in the stability of the vertical posture by A indicator with closed eyes, in percentage terms (%), with a change in the properties of the coating in relation to the initial one. Volunteers – in Latin letters

ощущений в ногах у спортсменов [13]. Однако целевые воздействия с помощью ортезов стопы, полагаем, на практике до сих пор являются в большей степени искусством, требующим опыта и высокой квалификации, дальнейших исследований [14]. В этой связи, селекция и возможность учёта различных влияющих на требуемый результат факторов, позволят повысить объективность при выборе ортопедической стельки за счёт применения приборов (здесь – стабилоплатформы), и, таким образом, сделать эффективное ортезирование более доступным. Уточнение условий и критериев подбора компенсации, таким образом, позволило бы повысить эффективность ортезирования стопы и объективизировать выбор типа материала для тех или иных целей. Близкие наблюдения, полагаем, также указывают на необходимость тщательной селекции материала и типа стелек для спорта [15]. В данном случае, наиболее адекватным материалом, по нашему мнению, оказался применявшийся на третьем этапе тип жесткости материала («Средний»), что может указывать на его преимущества перед другими сравниваемыми типами.

1.5 Выводы

Проведение варианта стабилметрического исследования для оценки влияния типа поверхности под стопами на параметры вертикальной позы, при открытых глазах испытуемого (варианте методики) может быть не достаточно чувствительным, как полагаем, из-за «маскирующего» влияния зрения – его мощной афферентации, которая скрывает менее сильные влияния. Иными словами, за счёт зрения достигается компенсация других возможных влияющих факторов, которые могут оказаться значимыми в особых условиях, например, в спортивном соревновании. Таким образом, для обсуждаемого направления, полагаем, более предпочтительными выглядят комплексные тесты. Фактор «новизны», который может проявляться на кратких временных интервалах как отражение самого факта смены поверхности опоры, должен учитываться при проектировании методик подбора ортезов. Логичным решением в данном случае будет, например, создание условий для привыкания испытуемого к новому типу поверхности под стопами – выделение достаточного времени, неоднократное тестирование и другое.

Список литературы

1. **Craig D.I.** Medial tibial stress syndrome: evidence-based prevention. *J. Athl. Train.* 2008 Vol.43, №3. P.316-318. DOI: 10.4085/1062-6050-43.3.316.
2. **Bonanno D.R., Landorf K.B., Munteanu S.E., Murley G.S., Menz H.B.** Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017. Vol.51, №2. P.86-96. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096671.
3. **Menz H.B., Allan J.J., Bonanno D.R., Landorf K.B., Murley G.S.** Custom-made foot orthoses: an analysis of prescription characteristics from an Australian commercial orthotic laboratory. *J Foot Ankle Res.* 2017. №7. P.10-23. DOI: 10.1186/s13047-017-0204-7.
4. **Payehdar S., Saeedi H., Ahmadi A., Kamali M., Mohammadi M., Abdollah V.** Comparing the immediate effects of UCBL and modified foot orthoses on postural sway in people with flexible flatfoot. *Prosthet Orthot Int.* 2016. Vol.40, №1. P.117-122. DOI: 10.1177/0309364614538091.
5. **Su S., Mo Z., Guo J., Fan Y.** The Effect of Arch Height and Material Hardness of Personalized Insole on Correction and Tissues of Flatfoot. *J Health Eng.* 2017. №2017. P.8614341. DOI: 10.1155/2017/8614341.
6. **Погабало И.В., Кубряк О.В., Гроховский С.С., Копецкий И.С.** Стабилометрические параметры вертикальной устойчивости здоровых добровольцев при искусственном кратковременном изменении прикуса // *Стоматология.* 2014. №5. С.65-68.
7. **Child D.** *The Essentials of Factor Analysis.* A&C Black, 2006. 180 p. ISBN 0826480004.
8. **Iqbal K.** Mechanisms and models of postural stability and control. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011. №2011. P.7837-7840. DOI: 10.1109/IEMBS.2011.6091931.
9. **Sokolov E.N., Nezlina N.I., Polyanskii V.B., Evtikhin D.V.** The Orientating Reflex: The «Targeting Reaction» and «Searchlight of Attention» // *Neuroscience and Behavioral Physiology.* 2002. Vol.32, №4. P.347-362.
10. **Reese N.** *Muscle and Sensory Testing.* St. Louis: Elsevier Saunders, 2012. 616 p. ISBN 9781437716115.
11. **Weinhandl J.T., Sudheimer S.E., Van Lunen B.L., Stewart K., Hoch M.C.** Immediate and 1 week effects of laterally wedge insoles on gait biomechanics in healthy females. *Gait Posture.* 2016. №45. P.164-169. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.01.025.
12. **Gabriner M.L., Braun B.A., Houston M.N., Hoch M.C.** The effectiveness of foot orthotics in improving postural control in individuals with chronic ankle instability: a critically appraised topic // *J Sport Rehabil.* 2015. Vol.24, №1. P.68-71. DOI: 10-1123/jsr.2013-0036.
13. **Reinking M.F., Hayes A.M., Austin T.M.** The effect of foot orthotic use on exercise related leg pain in cross country athletes // *Phys Ther Sport.* 2012. Vol.13, №4. P.214-218. DOI: 10.1016/j.ptsp.2011.10.005.
14. **Crawford F., Thomson C.E.** WITHDRAWN. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010. Vol.20, №1. CD000416. DOI: 10.1002/14651858.CD000416.pub2.
15. **Palazzo F., Nardi A., Tancredi V., Caronti A., Scalia Tomba G., Lebone P., Padua E., Annino G.** Effect of textured insoles on postural control during static upright posture following lower limb muscle fatigue. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017 Dec:15. DOI: 10.23736/S0022-4707.17.08029-X.

References

1. **Craig DI.** Medial tibial stress syndrome: evidence-based prevention. *J. Athl. Train.* 2008;43(3):316-8. DOI: 10.4085/1062-6050-43.3.316.
2. **Bonanno DR, Landorf KB, Munteanu SE, Murley GS, Menz HB.** Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(2):86-96. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096671.
3. **Menz HB, Allan JJ, Bonanno DR, Landorf KB, Murley GS.** Custom-made foot orthoses: an analysis of prescription characteristics from an Australian commercial orthotic laboratory. *J Foot Ankle Res.* 2017;(7);10-23. DOI: 10.1186/s13047-017-0204-7.
4. **Payehdar S, Saeedi H, Ahmadi A, Kamali M, Mohammadi M, Abdollah V.** Comparing the immediate effects of UCBL and modified foot orthoses on postural sway in people with flexible flatfoot. *Prosthet Orthot Int.* 2016;40(1):117-22. DOI: 10.1177/0309364614538091.
5. **Su S, Mo Z, Guo J, Fan Y.** The Effect of Arch Height and Material Hardness of Personalized Insole on Correction and Tissues of Flatfoot. *J Health Eng.* 2017;2017:8614341. DOI: 10.1155/2017/8614341.
6. **Pogabalo IV, Kubryak OV, Grokhovskii SS, Kopetskiï IS.** Stabilometric features of vertical stability in healthy individuals by short-time bite change. *Stomatology.* 2014;93(5):65-8. Russian.
7. **Child D.** *The Essentials of Factor Analysis.* A&C Black; 2006. ISBN 0826480004.
8. **Iqbal K.** Mechanisms and models of postural stability and control. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:7837-40. DOI: 10.1109/IEMBS.2011.6091931.
9. **Sokolov EN, Nezlina NI, Polyanskii VB, Evtikhin DV.** The Orientating Reflex: The «Targeting Reaction» and «Searchlight of Attention». *Neuroscience and Behavioral Physiology.* 2002;32(4):347-62. Russian.
10. **Reese N.** *Muscle and Sensory Testing.* St. Louis: Elsevier Saunders; 2012. ISBN 9781437716115.
11. **Weinhandl JT, Sudheimer SE, Van Lunen BL, Stewart K, Hoch MC.** Immediate and 1 week effects of laterally wedge insoles on gait biomechanics in healthy females. *Gait Posture.* 2016;(45):164-9. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.01.025.
12. **Gabriner ML, Braun BA, Houston MN, Hoch MC.** The effectiveness of foot orthotics in improving postural control in individuals with chronic ankle instability: a critically appraised topic. *J Sport Rehabil.* 2015;24(1):68-71. DOI: 10-1123/jsr.2013-0036.
13. **Reinking MF, Hayes AM, Austin TM.** The effect of foot orthotic use on exercise related leg pain in cross country athletes. *Phys Ther Sport.* 2012;13(4):214-8. DOI: 10.1016/j.ptsp.2011.10.005.
14. **Crawford F, Thomson CE.** WITHDRAWN. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;20(1):CD000416. DOI: 10.1002/14651858.CD000416.pub2.
15. **Palazzo F, Nardi A, Tancredi V, Caronti A, Scalia Tomba G, Lebone P, Padua E, Annino G.** Effect of textured insoles on postural control during static upright posture following lower limb muscle fatigue. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017 Dec:15. DOI: 10.23736/S0022-4707.17.08029-X.

Сведения об авторах:

Кубряк Олег Витальевич, заведующий лабораторией физиологии функциональных состояний ФГБНУ НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина, д.б.н. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7296-5280> (+7 (495) 601-22-45, o.kubryak@nphys.ru)

Нечаев Владимир Ильич, врач НП «Лига содействия развитию подиатрии» ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0773-0682>

Information about the authors:

Oleg V. Kubryak, Ph.D. (Biology), Head of the Laboratory of Human Physiology Functional State of the P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7296-5280> (+7 (495) 601-22-45, o.kubryak@nphys.ru)

Vladimir I. Nechaev, M.D., League for the Promotion of the Podiatry Development Non-Profit Partnership. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0773-0682>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 17.09.2017

Принята к публикации: 20.10.2017

Received: 17 September 2017

Accepted: 20 October 2017

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»**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.olimppress.ru>

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.47

УДК: 577.152.27+577.151.63

Применение фосфатидной кислоты в спорте: реальность или миф?

Н. Д. Гольберг, В. А. Рогозкин

*ФГБУ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры,
Министерство спорта РФ, г. Санкт-Петербург, Россия*

РЕЗЮМЕ

Фермент mTOR играет важную роль в передаче внеклеточных сигналов через фосфорилирование многочисленных субстратов в различных метаболических реакциях организма человека. Экспрессия mTOR происходит в ответ на изменение метаболических запросов мышечной клетки и приводит к усилению метаболизма белков. Среди веществ повышающих каталитическую активность mTOR одно из главных мест занимает фосфатидная кислота, содержание которой в скелетных мышцах повышается при выполнении физических нагрузок. Исследования последних лет свидетельствуют о важной роли фосфатидной кислоты в повышении интенсивности синтеза мышечных белков. Все это указывает на необходимость рассмотрения современного состояния знаний об участии фосфатидной кислоты в регуляции метаболизма скелетных мышц. В обзоре представлены результаты исследований, опубликованные за последние несколько лет, которые расширяют представления о действии фосфатидной кислоты в организме человека.

Ключевые слова: фермент mTOR, синтез мышечных белков, фосфатидная кислота, тренировка с отягощениями

Для цитирования: Гольберг Н.Д., Рогозкин В.А. Применение фосфатидной кислоты в спорте: реальность или миф? // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 47-54. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.47.

Application of phosphatidic acid in sport: reality or myth?

Natalya D. Golberg, Victor A. Rogozkin

Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, Saint-Petersburg, Russia

ABSTRACT

The mTOR enzyme plays an important role in the transmission of extracellular signals through the phosphorylation of numerous substrates in various metabolic reactions of the human body. Expression of mTOR occurs in response to changes in metabolic demands of the muscle cell and leads to increased protein metabolism. Among the substances that increase the catalytic activity of mTOR one of the main places is occupied by phosphatidic acid, the content of which in skeletal muscles increases when performing physical exertion. Studies of recent years indicate the important role of phosphatidic acid in increasing the intensity of the synthesis of muscle proteins. So, there is the need to consider the current state of knowledge about the involvement of phosphatidic acid in the regulation of skeletal muscle metabolism. The review presents the results of studies published over the last few years, which expand the understanding of the effects of phosphatidic acid in the human body.

Key words: mTOR, muscle proteins synthesis, phosphatidic acid, resistance training

For citation: Golberg ND, Rogozkin VA. Application of phosphatidic acid in sport: reality or myth? Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):47-54. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.47.

1.1 Введение

Направленная регуляция внутриклеточного метаболизма низкомолекулярными веществами в организме спортсмена составляет основу для создания новых видов биологически активных пищевых добавок. Поиск таких молекул, регулирующих активность ключевых ферментов в различных сигнальных путях, на протяжении многих лет остается актуальной проблемой в молекулярной биологии человека и животных. В последние годы основное внимание исследователей привлекает фермент mTOR, который контролирует и регулирует

основные этапы каскада реакций, обеспечивающих синтез мышечных белков в условиях жизнедеятельности человека [1]. Ежегодно публикуются статьи, в которых исследуется активация фермента mTOR различными веществами. Среди них ведущее место занимает фосфатидная кислота (ФК), которая при взаимодействии с mTOR существенно повышает каталитическую активность фермента и стимулирует каскад нижерасположенных реакций синтеза мышечных белков.

Цель обзора – кратко и популярно предоставить возможность использования ФК для повышения интен-

сивности синтеза белков в скелетных мышцах в условиях систематических тренировок спортсменов.

Важную роль в регуляции синтеза белков играет фермент mTOR, который относится к серин/треонин специфическим протеинкиназам (ЕС 2.7.11.1) – PI3K киназам. Эти белки активно участвуют в регуляции метаболических реакций в скелетных мышцах, связанных с их гипертрофией и атрофией [2]. Белок mTOR, обладающий протеинкиназной активностью, у человека кодируется геном FRAP1, который локализован в хромосоме 1 (1p36.2). mTOR имеет молекулярную массу 288.892 Да, содержит 2549 аминокислотных остатков и разделен на несколько функциональных доменов. В N-терминальном домене mTOR расположены 20 tandemных HEAT повторов антипараллельных α-цепей. С-терминальный домен содержит FAT (FRAP-atoxia-tolangrectasa, трансформационный/трансляционный) домен. Рядом с ним расположен домен FRB (FKBP12/FK506-связывающий белок) с молекулярной массой 12 кДа, присоединяющий рапамицин. Между доменами FRB и FATC располагается каталитический киназный домен, который содержит участок, связывающий АТФ. В молекуле mTOR имеется 5 аминокислотных остатков треонина и тирозина, которые способны подвергаться фосфорилированию и дефосфорилированию, что приводит к конформационным модификациям структуры белка и сопровождается увеличением или понижением активности фермента [3].

В скелетных мышцах mTOR существует в двух белковых комплексах mTORC1 и mTORC2, различающихся чувствительностью к ингибиторному эффекту рапамицина. mTORC1 содержит каталитическую субъединицу mTOR и 4 белка: Raptor, положительный регулятор, PRAS40 и Deptor, участвующих в отрицательной регуляции и mLST8. Белок Raptor служит скелетом белкового комплекса и регулирует выбор субстрата. Важное значение в регуляции активности mTOR имеет фосфорилирование по аминокислотным остаткам Ser 696, Thr 706 и Ser 863 [4]. Изучение роли mTOR в регуляции контроля роста мышечных клеток показало, что этот процесс осуществляется посредством двух механизмов: во-первых, mTORC1 повышает транскрипцию рРНК и их процессинг в нуклеолях; во-вторых, регулирует эффективность трансляции через фосфорилирование ряда субстратов, таких как S6K1 и 4E-BP1 [5]. Фермент mTOR контролирует метаболические процессы в митохондриях через 4E-BP-зависимую регуляцию трансляции. Стимулирование трансляции кодируемых в ядре митохондриальных мРНК вызывает увеличение продукции АТФ, что служит источником энергии для процессов трансляции в мышечных клетках [6].

1.2 Материалы и методы

Исходным субстратом для синтеза ФК служит глюкоза, из которой в ходе третьей реакции гликолиза под

действием фермента фосфофруктокиназы образуется фруктозо-1,6-бисфосфат. Фермент фруктозо-1,6-бисфосфатальдолаза расщепляет фруктозо-1,6-бисфосфат на два триозофосфата: глицеральдегид-3-фосфат и дигидроксиацетонфосфат (ДГАФ). Под действием фермента глицерол-3-фосфатдегидрогеназы ДГАФ превращается в глицерол-3-фосфат (ГЗФ), который служит остовом для синтеза молекулы ФК в последующих двух реакциях с участием ацил-СоА. Следует отметить, что фермент глицерол-3-фосфатдегидрогеназа локализован в мембранах эндоплазматического ретикулума и митохондрий, а его активность регулируется инсулином. В первой реакции ГЗФ под действием фермента глицерол-3-фосфат ацетилтрансферазы (ГФАТ) превращается в лизофосфатидную кислоту (ЛФК). Во второй реакции фермент лизофосфатидная ацилтрансфераза (ЛФААТ) катализирует превращение ЛФК в ФК. Таким образом, этот путь синтеза ФК осуществляют 6 ферментов и в качестве субстратов выступают глюкоза и две насыщенные жирные кислоты [7].

Второй путь синтеза ФК связан с гидролизом фосфатидилхолина ферментом фосфолипазой D с образованием ФК и холина.

Третий путь образования ФК включает фосфорилирование диацилглицерола (ДАГ) ферментами диацилглицеролкиназами. Кроме того ДАГ может быть получен из фосфатидилинозитол-4,5-трифосфата под действием фермента фосфолипазы C (рис. 1).

Взаимопревращения ДАГ в ФК и наоборот ФК в ДАГ катализируются разными ферментами. Так под действием ФК фосфатазы из ФК образуется ДАГ. Синтез ФК из ДАГ катализируют ферменты ДАГкиназы. Кроме участия в синтезе ДАГ ФК служит субстратом для ряда других глицерофосфолипидов таких как фосфатидилинозитол, фосфатидилглицерол и кардиолипин. Эти фосфолипиды входят в состав мембран разных внутриклеточных структур.

Синтезированная в процессе метаболизма ФК выполняет в клетке различные функции. Как сигнальная молекула ФК имеет короткий период жизни и быстро гидролизует под действием фосфолипазы. В качестве субстрата участвует в синтезе глицерофосфолипидов и триацилглицерола. ФК входит в состав мембран разных внутриклеточных структур. Одна из важных функций ФК связана с усилением каталитической активности ряда ферментов и прежде всего mTOR, ключевого регулятора каскада реакций, обеспечивающих синтез мышечных белков в условиях жизнедеятельности человека [1].

Установлено, что ФК регулирует каталитическую активность mTOR после присоединения к FRB домену молекулы фермента. Этот участок структуры фермента получил название от ингибитора FKBP12, который

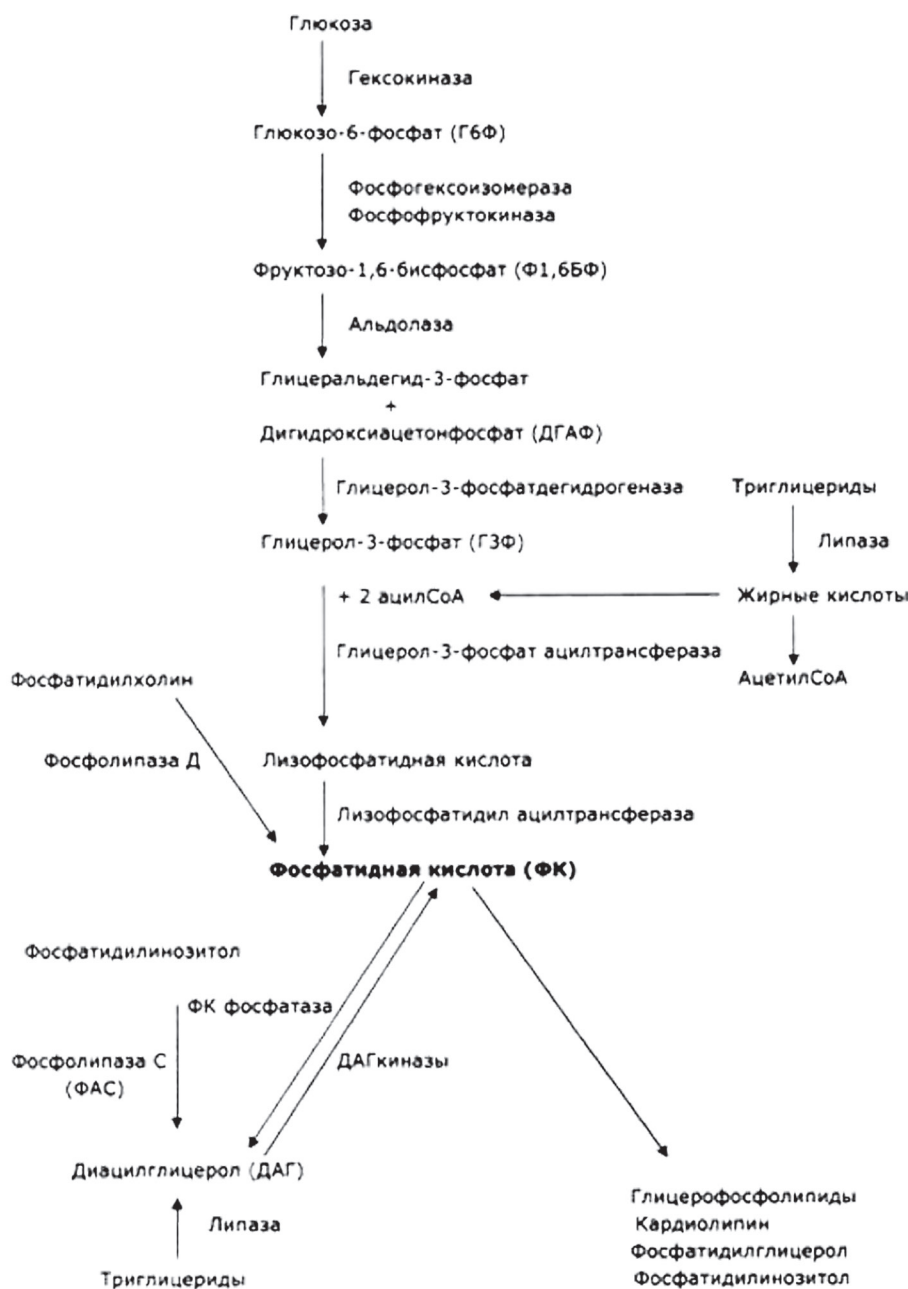


Рис. 1. Пути синтеза фосфатидной кислоты в организме человека
Pic. 1. Ways of synthesis of phosphatidic acid in the human body

связывается с этим доменом и угнетает каталитическую активность фермента. Дальнейшее изучение молекулярного механизма активации ФК фермента mTOR показало наличие двух возможностей: присоединение молекулы ФК к домену FRB или взаимодействие вызывающее аллостерические изменения в молекуле фермента стимулирующие каталитическую активность [8]. Активация mTORC1 с участием PA может осуществляться по альтернативному механизму (рис. 2).

PA гидролизуется ферментом фосфолипазой А (PLA) и продукт реакции лизофосфатидная кислота

(LPA) активирует рецептор эндотелиального дифференциального гена 2 (EDG-2). Далее сигнал поступает на MEK-ERK путь, где распределяется по двум направлениям. Одно направление включает G-белки и повышает PLD-активность, что увеличивает гидролиз фосфатидилхолина (PC) образованием холина и PA. Затем PA связывается с Raf и активирует ERK каскад реакций. Второе направление также включает G-белки и активирует Ras, который в дальнейшем активирует MEK-ERK-сигнальный путь. В цепи последовательных реакций ERK ингибирует туберозно-склерозный комплекс (TSC1/2) и после увеличения активности Rheb наблю-

дается активация mTORC1. Таким образом, активация mTORC1 с участием PA происходит через ERK1-путь и не включает прямое связывание с молекулой mTOR [9]. На заключительном этапе mTORC1 фосфорилирует два главных субстрата S6K1 и 4E-BP1, что увеличивает мРНК-трансляцию и биогенез рибосом.

При приеме ФК подвергается расщеплению до лизофосфолипидов и глицерол-3-фосфатов под действием ферментов панкреатических фосфолипаз А1 и А2 в слизистых клетках желудочно-кишечного тракта [10]. Эти ферменты гидролизуют эфирные связи ФК в положении 1 или 2. Образовавшиеся продукты реакций адсорбируются в слизистых клетках и включаются в метаболизм пристеночного пищеварения. Дальнейшая судьба лизофосфолипидов в энтероцитах приводит к синтезу ФК в реакциях этерификации с жирными кислотами. Ресинтезированная ФК адсорбируется на внутренней мембране хиломикронов и в дальнейшем может транспортироваться с лимфой в систему кровообращения. Транспорт ФК через лимфатическую систему составляет более короткий путь, чем через воротную вену и печень. В любом случае чтобы попасть в скелетные мышцы ФК должна пройти этап расщепления и последующего синтеза, а затем совершить длительный путь по сосудистым системам спортсмена. Отсутствие исследований по кинетике распределения ФК в органах и тканях после орального приема не позволяет получить временные характеристики утилизации этого вещества у человека. К настоящему времени опубликовано только одно сообщение, выполненное на одном человеке после приема 1,5 грамма ФК. Установлено, что в плазме крови пик концентрации ФК наблюдался через 3 часа (+32%) и повышенная концентрация сохранялась через 7 часов (18%) [11]. Этих данных явно не достаточно, чтобы судить о кинетике метаболизма ФК в организме человека. Какое количество ФК и когда попадает в жировую ткань, в печень и скелетные мышцы пока не установлено. Пожалуй, это наиболее слабое место в назойливой рекламе для спортсменов компаний выпускающих ФК, полученную из разных источников сырья.

Факт участия ФК в активации фермента mTOR привлек внимание фирмы Chemi Nutra (White Bear Lake, MN, USA), были выделены гранты для проведения исследований на спортсменах с приемом ФК. Группа проф. Хорнберга в Висконсинском университете США провела исследование по изучению влияния ФК на клеточ-

ного синтеза, а затем совершить длительный путь по сосудистым системам спортсмена. Отсутствие исследований по кинетике распределения ФК в органах и тканях после орального приема не позволяет получить временные характеристики утилизации этого вещества у человека. К настоящему времени опубликовано только одно сообщение, выполненное на одном человеке после приема 1,5 грамма ФК. Установлено, что в плазме крови пик концентрации ФК наблюдался через 3 часа (+32%) и повышенная концентрация сохранялась через 7 часов (18%) [11]. Этих данных явно не достаточно, чтобы судить о кинетике метаболизма ФК в организме человека. Какое количество ФК и когда попадает в жировую ткань, в печень и скелетные мышцы пока не установлено. Пожалуй, это наиболее слабое место в назойливой рекламе для спортсменов компаний выпускающих ФК, полученную из разных источников сырья.

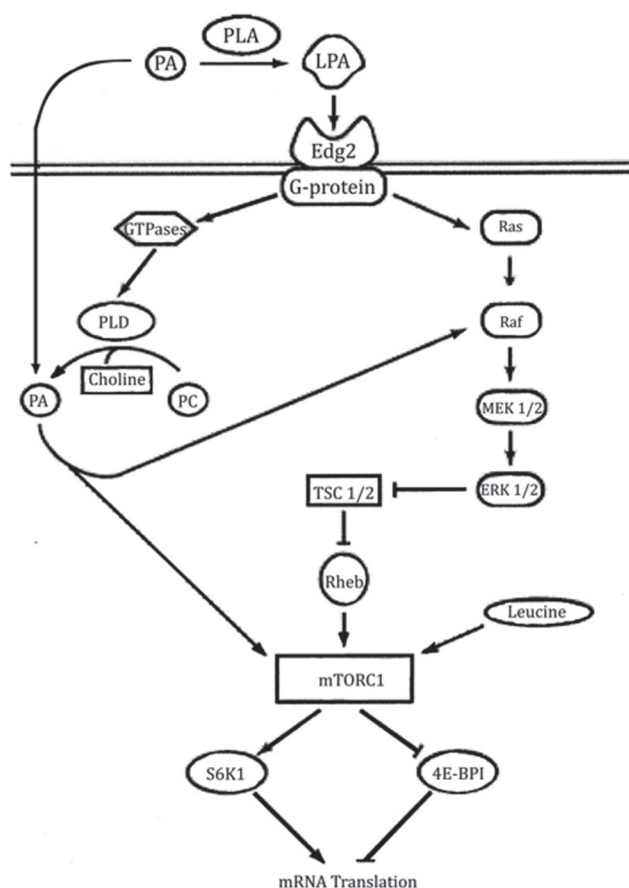


Рис. 2. Модель активации mTORC1 с участием фосфатидной кислоты [1]
Pic. 2. Model of activation of mTORC1 involving phosphatidic acid

ных культурах и в эксперименте на спортсменах [12]. В результате установлено, что дополнительное введение ФК вызывает усиление активности фермента mTOR, что приводит к повышению синтеза белков и увеличению гипертрофии скелетных мышц. Эти результаты позволили фирме Chemi Nutra выпустить на потребительский рынок США новый продукт, содержащий ФК (www.cheminutra.com/mediator/) и начать широкую рекламную кампанию в спортивных журналах и в интернете.

Применение ФК при тренировке спортсменов. Появление на рынке нового продукта, способного усиливать синтез белков и ускорять прирост мышечной массы, вызвало интерес у спортсменов культуристов. Несколько лабораторий получили гранты на проведение длительных исследований от фирмы Chemi Nutra и опубликовали ряд статей с полученными результатами. По данным поисковых систем PubMed и Google на середину марта 2017 года по ключевым словам «phosphatidic acid exercise» опубликовано 180 статей, «phosphatidic acid hypertrophy» опубликовано 217 статей. Анализ этих статей показал, что выполнено всего 7 исследований на спортсменах с длительным приемом ФК в течение 8 недель тренировок с отягощениям (табл.).

1.3 Результаты

Следует отметить, что прием ФК использовали только в четырех работах, а в остальных трех исследовани-

ях спортсмены принимали новый многокомпонентный препарат МаххTOR в состав которого включен лейцин, бета-гидрокси-бета-метилбутират и витамин Д. Фактически отчетливый прирост мышечной массы у спортсменов был получен в первом исследовании, выполненном вначале на культуре мышечных клеток и продолженном на спортсменах, принимавших по 750 мг ФК [12]. В остальных работах изменения в массе тела и силовых показателях отдельных групп мышц атлетов были незначительны. Применение препарата МаххTOR спортсменами также показало разнонаправленные результаты. Отсутствие стабильного прироста мышечной массы и увеличения силы отдельных групп мышц у спортсменов принимавших в течение 8 недель препараты Mediator или МаххTOR можно объяснить разной тактикой приема биологически активных добавок, как по времени, так и дозам на один прием. Кроме того имелись различия в антропометрических показателях и уровне подготовки спортсменов. Следует отметить малую выборку испытуемых за вычетом группы принимавших плацебо, она была в пределах 8-12 человек.

В обзоре, подготовленном ведущими экспертами по спортивному питанию, приведена таблица, в которую включены основные вещества, употребляемые

Таблица

Применение фосфатидной кислоты при тренировках спортсменов

Table

Application of phosphatidic acid in athletes ' training

Название препарата, компания, страна/ Drugname, Company, Country	Количество ФК, мг/ PA value, mg	Количество спортсменов /Number of athletes		Возраст, лет/ Age, years	Рост, см/ Height, sm	Вес, кг/ Weight, kg	Результат/ Result	Источник/ Reference
		Всего/ Total	с приёмом ФК/ administered PA					
Mediator, ChemiNutra, USA	750	28	14	21,0 ± 3,0	176,0 ± 9,0	77,0 ± 4,0	↑ массы тела	12
Mediator, ChemiNutra, USA	375	28	9	19,7 ± 1,7	174,0 ± 6,0	75,5 ± 10,2	↑ массы тела	13
	250		9	20,2 ± 1,8	179,0 ± 6,0	84,6 ± 14,5		
МаххTOR, Max Muscle Sports Nutrition, USA	750	18	10	22,0 ± 2,5	175,8 ± 11,5	80,3 ± 15,1	↑	14
Mediator, ChemiNutra, USA	750	15	8	22,8 ± 3,5	178,1 ± 5,6	80,6 ± 15,1	нет изменений	15
Mediator, ChemiNutra, USA	750	16	7	23,1 ± 4,4	176,0 ± 6,4	86,5 ± 21,2	тенденция к ↑	16
МаххTOR, Max Muscle Sports Nutrition, USA	750	10	10	24,5 ± 3,9	164,6 ± 2,3	73,2 ± 12,9	↑	17
МаххTOR, Max Muscle Sports Nutrition, USA	750	18	8	22,0 ± 2,5	175,8 ± 11,5	80,5 ± 15,1	нет изменений	18

спортсменами в качестве биологически активных добавок [19]. В таблице для фона использованы три цвета: зеленый, янтарный и красный. Все вещества в зависимости от получаемого эффекта расположены в разных цветовых зонах. В зеленую зону включены вещества, действие которых при приеме спортсменами показывают стабильный положительный эффект. В нее включены 11 веществ и среди них углеводы, белки, электролиты, антиоксиданты, пробиотики, креатин и другие. В янтарную зону со слабовыраженным действием включены 12 веществ. В том числе таурин, карнитин, лейцин, глюкозамин, глутамин, коллаген, витамин С, поливитамины и другие. В красную зону включены 12 веществ, которые не показывают убедительного эффекта или запрещены WADA к применению в спорте. В таблице отсутствует ФК, хотя в обзоре она упоминается и даны ссылки на четыре статьи. Эксперты не сочли возможным рассматривать ФК как потенциальный активатор метаболизма в организме в виду ограниченной информации полученной на спортсменах и не включили ФК в перечень биоактивных добавок рекомендованных к применению в спорте [19].

Список литературы

1. Гольберг Н.Д., Дружевская А.М., Рогозкин В.А., Ахметов И.И. Роль mTOR в регуляции метаболизма скелетных мышц // Физиология человека. 2014. Т.40, №5, С.123-132.
2. Астратенкова И.В., Рогозкин В.А. Молекулярные механизмы гипертрофии скелетных мышц // Российский физиологический журнал им И.М. Сеченова. 2014. Т.100, №6. С.649-669.
3. Magnuson B., Ekim B., Fingar D. Regulation and function of ribosomal protein S6 kinase (S6K) with mTOR signaling networks // Biochem. J. 2012. Vol.441, №1. P.1-21. DOI: 10.1042/BJ20110892.
4. Kwak D., Choi S., Jeong H., Sang J.H., Lee Y., Jeon H. et al. Osmotic stress target of rapamycin (mTOR) complex 1 via C-Jun N-terminal kinase (JNK)-mediated Raptor protein phosphorylation // J.Biol.Chem. 2012. Vol.287, №22. P.18398-18407, DOI: 10.1074/jbc.M111.326538.
5. Iadevaia V., Huo Y., Zhang Z., Foster L.J., Prond C.G. Roles of the mammalian target of rapamycin, mTOR in controlling ribosome biogenesis and protein synthesis // Biochem. Soc. Trans. 2012. Vol.40, №1. P.168-172. DOI: 10.1042/BST20110682.
6. Morita M., Gravel S.P., Chenarg V., Sikstrom K., Zheng L., Alain T. et al. mTORC1 controls mitochondrial activity and biogenesis through 4E-BP-dependent translational regulation // Cell Metab. 2013. Vol.18, №5. P.698-711. DOI: 10.1016/j.cmet.2013.10.001.
7. Bond P. Phosphatidic acid: biosynthesis, pharmacokinetics, mechanism of action and effect on strength and body composition in resistance-trained individuals // Nutr. Metab. (London) 2017. Vol.14. P.12, DOI: 10.1186/s12986-017-0166-6.

1.3. Выводы

Следует отметить, что основные исследования метаболизма белков в скелетных мышцах связаны с расширением состава веществ, участвующих в регуляции каскада реакций, приводящих к гипертрофии и увеличению мышечной массы человека.

Участие ФК в регуляции активности фермента mTOR подтверждено в многочисленных модельных опытах, в экспериментах на изолированных клеточных культурах и на животных, выполнявших различные по интенсивности и длительности физические нагрузки [1,2,20,21]. Вместе с тем использование ФК при тренировках спортсменов с разными видами отягощений показали слабовыраженный анаболический эффект. Необходимо исследовать кинетику распределения ФК в организме спортсмена. На основе этих результатов разработать методику применения этой пищевой добавки на разных этапах тренировочного процесса, включающую антропометрические данные спортсмена, набор продуктов и калорийность рациона. Для продвижения препаратов содержащих ФК в практику спортивного питания необходимо проведение масштабных и длительных исследований на спортсменах, которые позволят более четко выявить анаболическое действие этого вещества.

References

1. Golberg ND, Druzhevskaya AM, Rogozkin VA, Ahmetov II. Role of mTOR in the regulation of skeletal muscle metabolism. Human Physiology. 2014;40(5):580-8. Russian. DOI 10.1134/S0362119714040060.
2. Astratenkova IV, Rogozkin VA. Moleculyarnyye mekhanizmy gipertrofii skeletnykh myshts. I.M. Sechenov Physiological Journal. 2014;100(6):649-69. Russian.
3. Magnuson B, Ekim B, Fingar D. Regulation and function of ribosomal protein S6 kinase (S6K) with mTOR signaling networks. Biochem. J. 2012;441(1):1-21. DOI: 10.1042/BJ20110892.
4. Kwak D, Choi S, Jeong H, Sang JH, Lee Y, Jeon H et al. Osmotic stress target of rapamycin (mTOR) complex 1 via C-Jun N-terminal kinase (JNK)-mediated Raptor protein phosphorylation. J. Biol.Chem. 2012;287(22):18398-407. DOI: 10.1074/jbc.M111.326538.
5. Iadevaia V, Huo Y, Zhang Z, Foster LJ, Prond CG. Roles of the mammalian target of rapamycin, mTOR in controlling ribosome biogenesis and protein synthesis. Biochem. Soc. Trans. 2012;40(1):168-72. DOI: 10.1042/BST20110682.
6. Morita M, Gravel SP, Chenarg V, Sikstrom K, Zheng L, Alain T et al. mTORC1 controls mitochondrial activity and biogenesis through 4E-BP-dependent translational regulation. Cell Metab. 2013;18(3):698-711. DOI: 10.1016/j.cmet.2013.10.001.
7. Bond P. Phosphatidic acid: biosynthesis, pharmacokinetics, mechanism of action and effect on strength and body composition in resistance-trained individuals. Nutr. Metab. (London) 2017;14:12. DOI: 10.1186/s12986-017-0166-6.
8. Yoon MS, Sun Y, Arauz E, Jiang Y, Chen J. Phosphatidic acid activates mammalian target of rapamycin complex 1 (mtorc

8. **Yoon M.S., Sun Y., Arauz E., Jiang Y., Chen J.** Phosphatidic acid activates mammalian target of rapamycin complex 1 (mtorc 1) kinase by displacing fk506 binding protein 38 (fkbp 38) and exerting an allosteric effect // *J Biol. Chem.* 2011. Vol.286, №34. P.29568-29574. DOI: 10.1074/jbc.M111.262816.

9. **Winter J.N., Fox T.E., Kester M., Jefferson L.S., Kimball S.R.** Phosphatidic acid mediates activation of mtorc 1 through the erk signaling pathway // *Am J Phys Cell Phys.* 2010. Vol.299, №2. P.335-344. DOI: 10.1152/ajpcell.00039.2010.

10. **Castro-Gomez P., Garcia-Serrano A., Visioli F., Fontecha J.** Relevance of dietary glycerophospholipids and sphingolipids to human health // *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential fatty Acids (PLEFA)*. 2015. Vol.101. P.41-51. DOI: 10.1016/j.plefa.2015.07.004.

11. **Purpura M., Jager R., Joy J.M., Lowery R.P., Moore J.D., Wilson J.M.** Effect of oral administration of soy-derived phosphatidic acid on concentrations of phosphatidic acid and lyso-phosphatidic acid molecular species in human plasma // *J. Int Soc Sports Nutr.* 2013. Vol.10, Suppl.1. P.22. DOI: 10.1186/1550-2783-10-S1-P22.

12. **Joy Y.M., Gundermann D.M., Lowery R.P., Jager R., McCleary S.A., Purpura M. et al.** Phosphatidic acid enhances mtor signaling and resistance exercise induced hypertrophy // *Nutr. Meta b.* 2014. Vol.11. P.29. DOI: 10.1186/1743-7075-11-29.

13. **Andre T.L., Gann J.J., McKinley-Barnard S.K., Song J.J., Willoughby D.S.** Eight weeks of phosphatidic acid supplementation on muscle thickness and strength in resistance-trained men // *J. Sports Sci. Med.* 2016. Vol.15. P.532-539. eCollection 2016 Sep.

14. **Escalante G., Alencar M., Haddock B., Harvey P.** The effects of phosphatidic acid supplementation on strength, body composition, muscular endurance, power, agility, and vertical jump in resistance trained men // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2016. Vol.13, №1. P.24. DOI: 10.1186/s12970-016-0135-x.

15. **Gonzalez A.M., Sell K.M., Ghigiarelli J.J., Kelly C.F., Shone E.W., Accetta M.R. et al.** Effects of phosphatidic acid supplementation on muscle thickness and strength in resistance-trained men // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2017. Vol.42, №4. P.443-448. DOI: 10.1139/apnm-2016-0564.

16. **Hoffman J.R., Stout J.R., Williams D.R., Wells A.J., Fraga-la M.S., Mangine G.T., Gonzalez A.M., Emerson N.S., McCormack W.P., Scanlon T.C.** Efficacy of phosphatidic acid ingestion on lean body mass, muscle thickness and strength gains in resistance-trained men // *J. Int Soc Sports Nutr.* 2012. Vol.9, №1. P.47. DOI: 10.1186/1550-2783-9-47.

17. **Escalante G., Harvey P., Alencar M., Haddock B.** The effects of phosphatidic acid supplementation on fitness levels in resistance trained women // *J. Int. Soc Sports Nutr.* 2016. Vol.13. (Suppl.1). P.2. DOI: 10.1186/s12970-016-0144-9.

18. **Harvey P., Escalante G., Alencar M., Haddock B.** The effects of phosphatidic acid supplementation on cardiovascular risk factors in resistance trained men // *J. Int. Soc Sports Nutr.* 2016. Vol.13. (Suppl.1). P.3. DOI: 10.1186/s12970-016-0144-9.

19. **Close D.L., Hamilton D.L., Philp A., Burke L.M., Morton J.P.** New strategies in sport nutrition to increase exercise performance // *Free Radical Biology and Medicine.* 2016. Vol.96. P. 144-158, DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016.

20. **Астратенкова И.В., Rogozkin B.A.** Сигнальные пути, участвующие в регуляции метаболизма белков скелетных мышц // *Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова.* 2016. Т.102, №7. С.753-772.

21. **Mobley C.B., Hornberger T.A., Fox C.D., Healy J.C., Ferguson B.S., Lowery R.P. et al.** Effects of oral phosphatidic acid

1) kinase by displacing fk506 binding protein 38 (fkbp 38) and exerting an allosteric effect. *J Biol. Chem.* 2011;286(34):29568-74. DOI: 10.1074/jbc.M111.262816.

9. **Winter JN, Fox TE, Kester M, Jefferson LS, Kimball SR.** Phosphatidic acid mediates activation of mtorc 1 through the erk signaling pathway. *Am J Phys Cell Phys.* 2010;299(2):335-44, DOI: 10.1152/ajpcell.00039.2010.

10. **Castro-Gomez P, Garcia-Serrano A, Visioli F, Fontecha J.** Relevance of dietary glycerophospholipids and sphingolipids to human health. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential fatty Acids (PLEFA)*. 2015;101:41-51. DOI: 10.1016/j.plefa.2015.07.004.

11. **Purpura M, Jager R, Joy JM, Lowery RP, Moore JD, Wilson JM.** Effect of oral administration of soy-derived phosphatidic acid on concentrations of phosphatidic acid and lyso-phosphatidic acid molecular species in human plasma. *J. Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(Suppl.1):22. DOI: 10.1186/1550-2783-10-S1-P22.

12. **Joy YM, Gundermann DM, Lowery RP, Jager R, McCleary SA, Purpura M, Roberts MD, Wilson SM, Hornberger TA, Wilson JM.** Phosphatidic acid enhances mtor signaling and resistance exercise induced hypertrophy. *Nutr. Metab.* 2014;11:1. DOI: 10.1186/1743-7075-11-29.

13. **Andre TL, Gann JJ, McKinley-Barnard SK, Song JJ, Willoughby DS.** Eight weeks of phosphatidic acid supplementation on muscle thickness and strength in resistance-trained men. *J. Sports Sci. Med.* 2016;15:532-9. eCollection 2016 Sep.

14. **Escalante G, Alencar M, Haddock B, Harvey P.** The effects of phosphatidic acid supplementation on strength, body composition, muscular endurance, power, agility, and vertical jump in resistance trained men. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2016;13(1):24. DOI: 10.1186/s12970-016-0135-x.

15. **Gonzalez AM, Sell KM, Ghigiarelli JJ, Kelly CF, Shone EW, Accetta MR et al.** Effects of phosphatidic acid supplementation on muscle thickness and strength in resistance-trained men. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2017;42(4):443-8. DOI: 10.1139/apnm-2016-0564.

16. **Hoffman JR, Stout JR, Williams DR, Wells AJ, Fraga-la MS, Mangine GT et al.** Efficacy of phosphatidic acid ingestion on lean body mass, muscle thickness and strength gains in resistance-trained men. *J. Int Soc Sports Nutr.* 2012;9(1):47. DOI: 10.1186/1550-2783-9-47.

17. **Escalante G, Harvey P, Alencar M, Haddock B.** The effects of phosphatidic acid supplementation on fitness levels in resistance trained women. *J. Int. Soc Sports Nutr.* 2016;13(Suppl 1):2, DOI: 10.1186/s12970-016-0144-9.

18. **Harvey P, Escalante G, Alencar M, Haddock B.** The effects of phosphatidic acid supplementation on cardiovascular risk factors in resistance trained men. *J. Int. Soc Sports Nutr.* 2016;13 (Suppl 1):3. DOI: 10.1186/s12970-016-0144-9.

19. **Close DL, Hamilton DL, Philp A, Burke LM, Morton JP.** New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine.* 2016;96:144-58. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016.

20. **Astratenkova IV, Rogozkin VA.** Signalnyye puti, uchastvuyushchiye v regulyatsii metabolizma belkov skeletnykh myshts. *I.M. Sechenov Physiological Journal.* 2016;102(7):753-72. Russian.

21. **Mobley CB, Hornberger TA, Fox CD, Healy JC, Ferguson BS, Lowery RP et al.** Effects of oral phosphatidic acid feeding

feeding with or without whey protein on muscle protein synthesis and anabolic signaling in rodent skeletal muscle // J Int. Soc Sports Nutr. 2015. Vol.15. P.32. DOI: 10.1186/s12970-015-0094-7.

with or without whey protein on muscle protein synthesis and anabolic signaling in rodent skeletal muscle. J Int. Soc Sports Nutr. 2015;15:32. DOI: 10.1186/s12970-015-0094-7.

Сведения об авторах:

Гольберг Наталья Давидовна, заведующая сектором биохимии спорта ФГБУ Санкт-Петербургский НИИ физической культуры Минспорта России, доцент, к.б.н. ORCID ID: 0000-0003-2689-5503 (+7 (911) 025-26-72, ndgolberg@gmail.com)

Рогозкин Виктор Алексеевич, ведущий научный сотрудник сектора биохимии спорта ФГБУ Санкт-Петербургский НИИ физической культуры Минспорта России, проф., д.б.н. ORCID ID: 0000-0002-6886-4353

Information about the authors:

Natalya D. Golberg, Ph.D (Biology), Associate Prof., Head of the Department of Sports Biochemistry of the Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture. ORCID ID: 0000-0003-2689-5503 (+7 (911) 025-26-72, ndgolberg@gmail.com)

Victor A. Rogozkin, D.Sc. (Biology), Prof., Leading Researcher of the Department of Sports Biochemistry of the Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture. ORCID ID: 0000-0002-6886-4353

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 05.04.2017

Принята к публикации: 20.04.2017

Received: 5 April 2017

Accepted: 20 April 2017

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

Основы скандинавской ходьбы

Ачкасов Е.Е., Володина К.А., Руненко С.Д.



В учебном пособии представлены теоретические и практические аспекты скандинавской ходьбы, которая рассмотрена не только в контексте оздоровительных технологий, но и как средство медицинской реабилитации. Изложена история распространения скандинавской ходьбы, представлены клинично-функциональное обоснование использования скандинавской ходьбы в медицинской реабилитации, особенности врачебного контроля, санитарно-гигиенические требования, экипировка и техническое оснащение занятий скандинавской ходьбой. В отдельных главах подробно рассмотрены вопросы построения тренировочного занятия и техника скандинавской ходьбы, возможности ее использования для развития разных физических качеств человека. Усвоению материала учебного пособия способствуют тестовые задания и вопросы для самоконтроля. В приложениях к пособию содержится дополнительная информация, необходимая для медицинского обследования при занятиях скандинавской ходьбой и оценки ее эффективности, представлены примерные комплексы упражнений при занятиях скандинавской ходьбой.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по программам дополнительного профессионального образования врачей по специальности «Лечебная физкультура и спортивная медицина», других специалистов в области медицинской реабилитации и врачей смежных специальностей, может быть полезно студентам, обучающимся по специальности «Лечебное дело», «Педиатрия», «Медико-профилактическое дело», «Стоматология», инструкторам по лечебной физкультуре.

Книгу можно заказать в редакции журнала по телефону: +7 (499) 248-08-21 или по e-mail: info@smjournal.ru

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.55

УДК: 613.292:615.874

Особенности питания спортсменов-единоборцев

Д. Б. Никитюк, А. В. Погожева, А. К. Батурич

ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи,
ФАНО России, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В обзоре представлены современные данные, характеризующие особенности энергетического обмена спортсменов, занимающихся единоборствами. Показаны общие принципы построения пищевого рациона спортсменов единоборцев, который должен соответствовать основам оптимального питания, зависеть от периода спортивной деятельности (тренировка, соревнование, восстановление), длительности и интенсивности физических нагрузок и др. На основании результатов исследований последних лет, опубликованных отечественными и зарубежными авторами, приводится обоснование энергетической ценности, химического состава рациона (содержания белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов), водного режима единоборцев. Затронуты вопросы распределения пищи в течение дня, в зависимости от тренировочного и соревновательного процесса. Особое внимание уделяется применению специализированных продуктов и биологически активных добавок к пище, а также персонализации питания, которая осуществляется на основании изучения пищевого статуса спортсменов единоборцев.

Ключевые слова: питание спортсменов, спортивные единоборства, пищевой рацион, персонализация питания, пищевой статус спортсменов

Для цитирования: Никитюк Д.Б., Погожева А.В., Батурич А.К. Особенности питания спортсменов-единоборцев // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 55-62. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.55.

Nutritional habits of combat athletes

Dmitriy B. Nikityuk, Alla V. Pogozeva, Aleksandr K. Baturin

Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

ABSTRACT

The review presents modern data characterizing the features of the energy exchange of athletes engaged in combat sport. The general principles of diet formation for combat athletes taking into account the basis of optimal nutrition, dependence on the period of sports activity (training, competition, and recovery), the duration and intensity of physical exertion are described. Based on results of recent studies published by Russian and foreign authors, the substantiation for the energy density of chemical composition of the diet (the content of proteins, fats, carbohydrates, vitamins, macro- and microelement) and hydration regime of combat athletes is given. The issues of food distribution during the day are affected, depending on the training and competitive process. Particular attention is paid to the use of specialized products and dietary supplements, as well as personalization of nutrition, which is based on individual studying of the nutritional status of combat athletes.

Key words: athletes' food, combat sports, food ration, personalization of nutrition, nutritional status of athletes

For citation: Nikityuk DB, Pogozeva AV, Baturin AK. Nutritional habits of combat athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):55-62. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.55.

При разработке принципов питания единоборцев необходимо учитывать, что их потребности в пищевых веществах зависят от размеров и состава тела, пола, возраста, индивидуальных характеристик, особенностей метаболизма (величины основного обмена), связанных с генетическими факторами, периода спортивной деятельности (тренировка, соревнование, восстановление), длительности и интенсивности физических нагрузок, а также условий окружающей среды [1-5].

К основным видам спортивных единоборств относятся:

Ударные виды (основное внимание на удар оппонента различными частями своего тела) – бокс, карате, тхэквондо и кикбоксинг.

Борьба (основное внимание на захваты, удушающие приемы, контроль суставов и дисартикуляцию) – все виды борьбы (вольная, греко-римская), дзюдо, айкидо и др.

К единоборствам относят также фехтование, однако принципы питания при этом виде спорта имеют свои особенности.

Характерной чертой спортивных единоборств является расходование энергии при непостоянном, циклическом уровне физических нагрузок, зависящих от конкретных условий соперничества и достигающих иногда очень высокой интенсивности. Главной функциональной системой является нервно-мышечный аппарат, обеспечивающей – кардио-респираторная система.

Единоборцам, особенно в легких весовых категориях, необходимо строго контролировать массу тела, другие антропометрические параметры, состав тела, основной обмен, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, гематологические, биохимические и гормональные показатели единоборцев [6, 7].

Надо также учитывать, что эти виды спорта в большинстве случаев достаточно травматичны, что может быть причиной нарушений микроциркуляции и обменных процессов в головном мозге, опорно-двигательном аппарате.

Общий расход энергии у борцов и боксеров особенно велик в легких весовых категориях и более низок у тяжеловесов, работа которых отличается меньшей динамичностью. Физиологические механизмы движений в силовых видах и единоборствах сходны. Борьба по типу энергообеспечения относится к скоростно-силовой группе, с мощными «взрывными» движениями и статическим напряжением на пределе силовых возможностей.

Поединок в единоборствах длится 1-3, иногда 5 минут, значительную часть из которых спортсмен выполняет интенсивные движения. Наиболее полно данными видами спорта развивается сила, быстрота, выносливость. Затраты энергии весьма велики: частота пульса во время поединка может подниматься до 180 ударов в минуту, что говорит о напряжении сердечно-сосудистой системы. В ходе поединка спортсмены с потом теряют до 2-4 кг воды.

Специфика спортивной деятельности единоборцев носит фазовый характер и заключается в быстрой перестройке двигательных действий, соответствующей меняющейся ситуации. В связи с этим тренировочную программу обычно строят по принципу микроциклов длительностью 2-5 дней. Каждый микроцикл подразумевает завершение изменений, вызванных специфическим тренировочным воздействием, адаптация к которому объективно возникает после 3-5 повторений микроцикла.

Изменение регламента времени борцовских поединков (два периода по 3 минут с 30 секундным перерывом на отдых) и жесткие правила активизирующие борьбу, заметно повысили требования к скоростно-силовым способностям и работоспособности борцов. Затраты энергии при переходе мышцы из состояния покоя к максимальной активности могут возрастать почти в 300 раз.

Одним из важнейших условий работы мышц является обеспечение их энергией. Известно, что запасы аденозинтрифосфата (АТФ) мышц истощаются за несколько секунд при интенсивной физической работе. Для ресин-

теза АТФ в скелетных мышцах человека функционируют три вида анаэробных (креатинкиназный, или алактатный; гликолитический, или лактатный; миокиназный) и аэробный митохондриальный механизмы.

Считается, что до трех минут энергетические затраты покрываются в основном за счет анаэробных механизмов – АТФ-КФ (креатинфосфат) и гликолиза. При этом гликолиз дает максимальную мощность примерно в течение 3 минут после начала работы, а потом несколько разных механизмов сосуществуют одновременно. Но при нагрузках, длящихся более 10 минут, аэробный механизм становится основным источником энергии [8].

Физическая работа низкой и умеренной интенсивности (< 60% максимального потребления кислорода) обеспечивается энергией за счет аэробного окисления свободных жирных кислот. При более интенсивной работе преимущественным источником энергии становятся углеводы, которые обеспечивают энергией физическую нагрузку с интенсивностью 85-90% максимального потребления кислорода.

Важнейшим фактором, обеспечивающим адаптацию организма спортсмена к нагрузке, является питание. Произошедшие в последнее время изменения условий проведения соревнований (например, уменьшение числа весовых категорий борцов с ограничением веса в тяжелой весовой категории до 120 кг) предопределяют разработку новых адекватных и сбалансированных рационов питания с целью повышения общей и специальной работоспособности, эффективности адаптации к интенсивным физическим и психологическим нагрузкам, оптимизации процессов постнагрузочного восстановления, динамической коррекции функционального состояния, предупреждения и терапии патологических состояний, связанных с занятиями спортом [9, 10].

Обследования единоборцев выявили нарушения структуры питания, связанные с превышением калорийности рациона за счет избыточного потребления насыщенного жира, добавленной соли и сахара, а фоне недостаточного поступления с рационом полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега 3, пищевых волокон, витаминов группы В, кальция и магния [11-13].

При анкетировании фактического питания единоборцев было отмечено, что только 58% респондентов получали разнообразный и полноценный рацион питания. У 24% спортсменов было выявлено недостаточное потребление овощей и фруктов, у 18% – белковых продуктов. 72% спортсменов принимали пищу 3-4 раза в день, 18% – только 2 раза в день, 32% – употребляли блюда в основном в жареном виде, 36% – газированные напитки примерно 1 раз в неделю. В сети кафе и ресторанов быстрого питания 60% спортсменов бывали 1 раза в месяц. У большинства спортсменов уровень холестерина липопротеидов высокой плотности в сыворотке крови был ниже нормы, выявлены отдельные отклонения от нормативных показателей параметров гормонального профиля [14].

Построение рациона питания единоборца с полным восполнением потребности в энергии, макро- и микрокомпонентах, биологически активных веществах и поддержанием водного баланса организма – важное требование при организации тренировочного процесса. К основным принципам питания единоборцев относят [3-5, 9, 10]:

- Поступление количества энергии, соответствующего ее высокому расходу в процессе физических нагрузок;
- Соблюдение принципов оптимального питания применительно к интенсивности нагрузок;
- Выбор адекватных форм питания с учетом режима тренировок и соревнований;
- Использование питания для обеспечения наращивания или снижения массы тела;
- Использование пищевых веществ для активации физиологических процессов (аэробного и анаэробного окисления, накопления миоглобина, оптимизации функции иммунной системы и др.) и создания метаболического фона, выгодного для биосинтеза гуморальных регуляторов и осуществления их деятельности.

Основными источниками энергии единоборцев являются углеводы и жиры. При потреблении высокоуглеводного рациона повышается вклад гликогена в обеспечение энергией, а высокожирового – окисления жирных кислот. В тоже время при построении рациона необходимо учитывать отрицательное влияние кетогенной диеты на липидный обмен [15].

Жирные кислоты используются в процессах синтеза или непосредственно в качестве энергетических субстратов, а их избыток конвертируется в триглицериды и накапливается в жировой и мышечной ткани. Запасы жира (90-120 тыс. ккал) в 100 раз и более превышают энергетические резервы углеводов (1000-2000 ккал).

Углеводы пищи, превращаясь в глюкозу, могут быть использованы и как источник энергии, а избыток глюкозы вновь в виде гликогена накапливается в печени (100 г) и мышечной ткани (375 г), или превращается в жирные кислоты и депонируется в жировой ткани. Креатинфосфат, синтезируемый в организме и депонируемый в небольшом количестве в мышцах, также является формой запаса энергии [8].

В спортивных единоборствах энергетическая ценность рациона связана с понятием «весовая категория». Изменение массы тела приводит к переходу спортсмена в другую весовую категорию. Чтобы остаться в пределах своей весовой категории, спортсмену необходимо регулировать массу тела с разницей плюс-минус несколько килограммов. При переходе в более тяжелую весовую категорию увеличение веса должно происходить за счет мышечной массы [9].

Единоборцы за один прием пищи должны получать до 80 ккал на 1 кг массы тела. Потребляемые жиры могут быть на 70% животного и на 30% растительного происхождения. Калорийность дневного рациона для борца весом 70 кг составляет в среднем 4500 ккал. В услови-

ях развития современных боевых искусств единоборцы обязаны уделять внимание силовой подготовке, следить за тем, чтобы не только восполнять ежедневные затраты энергии (более 3000 ккал), но и удовлетворять суточную потребность в белке.

Белки входят в состав мышц, связок, кожи и внутренних органов, используются в качестве источника энергии (1 г белка – около 4 ккал), необходимы для образования мышечных волокон; восстановления тканей после травм; обменных процессов, интенсивность которых у спортсменов особенно высока; нормальной работы иммунной системы; регуляции гормональных процессов; полноценного снабжения организма кислородом [16].

Воздействие силовых нагрузок способствует угнетению процессов переваривания и всасывания пищевых веществ, поэтому белки в рационе единоборцев должны быть легкоусвояемыми – это в первую очередь белки молока, мяса и яиц [17, 18].

При серьезных физических нагрузках единоборцам необходимо потребление 30 г белка за один прием смешанной пищи или до 2 г белка на кг массы тела (1,4-2,0 г/кг). Им рекомендуется рацион питания, при котором белки обеспечивают 15-20% энергии (в отдельных случаях до 25%) [18-20].

Для увеличения силы и мышечной массы единоборцев необходим дополнительный прием продуктов – источники определенных аминокислот. В качестве источника энергии рассматриваются разветвленные аминокислоты, глутамин и аспарагиновая кислота. Три аминокислоты с разветвленной углеводной цепью или «branch chain amino acids» (BCAA) из класса алифатических аминокислот представлены валином, изолейцином и лейцином. Они стимулируют глюкозо-аланиновый цикл, что улучшает обеспечение мышечного сокращения энергией [18].

Считают, что аргинин и лизин влияют на увеличение синтеза гормона роста и косвенно – на рост мышечной массы, вызывая анаболический эффект. Глутамин, участвуя в иммунных реакциях, образовании мышечного гликогена, необходим при чрезмерных нагрузках, т.к. его синтез при этом в организме замедлен. Его источники – мясо, рыба и молочные продукты, а также бобы, шпинат, капуста и свекла [21]:

Согласно рекомендациям 2017 года Международного общества спортивного питания (ISSN) [22], тяжелая физическая нагрузка (в частности, силовые тренировки единоборцев) и прием с пищей белка (лучше до или после силовой тренировки) стимулируют синтез мышечного белка (MPS). Для наращивания и поддержания мышечной массы норма белка должна быть 1,4-2,0 г/кг массы тела/сут, а при низкокалорийной диете: 2,3-3,1 г белка/кг/сут (т.к. потребление белка > 3,0 г/кг/сут способствует большей потере жировой массы у спортсменов в периоды силовых тренировок).

Оптимальное разовое потребление белка зависит от возраста спортсмена и интенсивности силовых тренировок (в среднем 0,25 г на кг массы тела, или 20-40 г) и

должно содержать 700-3000 мг лейцина в дополнение к сбалансированному набору незаменимых аминокислот (EAA). Рекомендуемые дозы белка должны быть равномерно распределены на 3-4 условно равноценных приема в течение дня.

Время употребления белка и его разового количества является индивидуальным (до или после тренировки) с учетом длительности анаболического эффекта от силовых тренировок (сутки после окончания тренировки). Ежедневная норма белка обеспечивается за счет употребления пищевых продуктов; а применение белка в виде биологической активной добавки (БАД) – при минимизации потребления калорий.

Единоборцам следует потреблять пищевые продукты-источники легкоусвояемого белка, содержащие незаменимые аминокислоты (EAA) в дозе 6-15 г и лейцин (около 1-3 г за 1 прием пищи). Употребление 30-40 г казеинового белка перед сном обеспечивает увеличение MPS метаболических процессов в течение ночного периода, но при этом без какого-либо значимого влияния на липолиз [22].

Жиры как источник энергии имеют некоторые преимущества: большую плотность (9 ккал/г) и большее количество АТФ на молекулу жира (142 по сравнению с 38 для глюкозы). В связи с этим не рекомендуется слишком жестко ограничивать потребление жиров, особенно ненасыщенных. Они используются как источник энергии при длительных нагрузках. Рекомендуемые дозы для спортсменов-единоборцев – 2,5-2,7 г/кг [23].

Источниками энергии являются триглицериды, содержащие жирные кислоты. Насыщенными жирными кислотами наиболее богаты животные жиры (говяжий – 58%, сливочное масло – 40%), мононенасыщенными – оливковое масло. В качестве источников ПНЖК омега 3 и 6 в рацион единоборцев необходимо включать жирную рыбу (скумбрию, сардину и др.) и растительные масла (подсолнечное, хлопковое, соевое, льняное). В растительных маслах присутствуют также фосфолипиды и фитостерин, что улучшает работу нервной системы, состояние липидного обмена [24].

В тоже время имеются данные, что кратковременное (3-5 дней) применение рационов с высоким содержанием жира ведет к ухудшению выносливости, а более продолжительное (12 недель) – обеспечивает состояние пищевого кетоза и способствует достоверному повышению уровня холестерина липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) в сыворотке крови на 35% [15].

Углеводы – основной источник энергии, которая накапливается в печени и мышцах в виде гликогена. При частичном окислении углеводов образуется молочная кислота, которая также может использоваться как резервное «топливо» (1 г углеводов – 4 ккал). Отмечено повышение физической работоспособности спортсменов-единоборцев при оптимизации углеводных запасов организма. Они могут поступать с пищей (крупы, овощи, бобовые культуры, фрукты, ягоды и т.д.), а также

вырабатываться из жиров и некоторых аминокислот [16, 25, 26].

Наиболее распространен сложный углевод – крахмал, который содержится в крупах и макаронах (55-70%), бобовых (40-45 %), хлебе (30-40%), картофеле (16%). В организме он расщепляется до глюкозы или частично – до декстринов и мальтодекстринов, которые усваиваются лучше, чем крахмал. Другие сложные углеводы – пищевые волокна (ПВ) способствуют оптимизации деятельности желудочно-кишечного тракта, состоянию кишечной микрофлоры, снижают энергопотребление. Потребность в ПВ около 20 г (капуста, картофель, отруби, бобовые, ягоды и др.). Однако перед тренировками или соревнованиям их ограничивают: предпочтение отдается переработанным фруктам по сравнению со свежими, белому хлебу и продуктам из переработанного зерна по сравнению с цельнозерновыми [26].

Первичным источником глюкозы в работающей мышце являются собственные запасы (гликоген). Через 90 мин запасы гликогена в мышцах начинают прогрессивно снижаться, включается пополнение глюкозы за счет гликогенолиза, а затем – глюконеогенеза в печени. При силовой нагрузке у единоборцев потребность в углеводах больше, чем при аэробной (7-10 г/кг массы тела в день). За 1-4 часа до физической нагрузки/соревнования, рекомендуется употребление 1-4 г углеводов/кг массы тела (30-60 г в час), а в течение первых 30 мин после ее завершения – 1 г углеводов/кг [1,17,26].

Показано, что углеводы следует употреблять до и после тренировочной сессии в объеме 55-60% по калорийности, 15-20% белков и 25% жиров. В соревновательный период в рационе единоборцев содержание углеводов может быть 70% (но не более 10 г/кг массы тела, так как дальнейшего увеличения запасов гликогена не происходит) [1, 17].

Величины потребностей в пищевых веществах и энергии у спортсменов-единоборцев на основе данных различных исследований и принятых стандартов в США, представлены в таблице [9].

В целях увеличения скорости ресинтеза мышечного гликогена к углеводам добавляют небольшое количество белка (гейнеры): напитки, содержащие, например, 8% углеводов и 2% белка (особенно при дегидратации), батончики [25, 26].

Адекватная обеспеченность организма спортсменов отдельными витаминами имеет специфическое значение для единоборцев. На каждую дополнительную тысячу килокалорий потребность в витаминах возрастает на 33%. В ходе интенсивных тренировок развивается окислительный стресс, который можно нивелировать применением высоких доз витаминов-антиоксидантов: Е, С и бета-каротина. При интенсивной тренировке, связанной с накоплением мышечной массы, организму требуется больше витамина В6 [27, 28].

Для единоборцев также очень важно присутствие в рационе адекватного количества витамина D. В последние годы установлено, что дефицит витамина D вызы-

вает мышечную слабость, снижение минерализации костной ткани, что при повышенной нагрузке сопровождается переломами костей [26].

Показано, что потребление витаминов в количестве ниже рекомендуемых норм может свидетельствовать о риске возникновения в дальнейшем витаминной недостаточности. Эффект дополнительного приема витаминов может проявляться только при их исходном дефиците, который возникает, в частности при длительном применении низкокалорийных, вегетарианских и безглютеновых диет [16, 28, 29].

В рационе единоборцев должны присутствовать такие минеральные вещества, как кальций (1200-1700 мг), фосфор (1500 мг), железо (20-30 мг), калий (около 6 г).

Под воздействием нервно-эмоционального напряжения и гормональных сдвигов у спортсменов происходит потеря с потом и мочой кальция, магния, калия. При интенсивных тренировках и усиленном потоотделении также рекомендуется дополнительное потребление натрия (в виде соли) для предотвращения судорог. Потребности спортсменов в железе примерно на 70% выше, чему людей, не занимающихся спортом. К его дефициту (спортивная анемия) могут привести физические нагрузки, недостаточное потребление с пищей (низкокалорийный, безглютеновый рацион, вегетарианство) [29].

В период тренировочного процесса необходимо следить за состоянием водного баланса и восполнять потери жидкости. При интенсивных физических нагрузках затраты возрастают с 2 л до 3-4 литров в день. Доказано, что при уменьшении объема жидкости в организме на 2% результат спортсмена может ухудшиться на 15% [17].

Во время тренировок или соревнований и после их окончания специальные напитки, содержащие углеводы и электролиты (20-40 ммоль/л). Имеются данные, что

интенсивная физическая нагрузка оказывает влияние на уровень натрийуретического гормона [30].

Единоборцам необходим правильный режим питания: обильный, плотности и легкоусвояемым завтрак с максимальным количеством углеводов. Если время тренировок перемещено с вечера на утро, желательно принять небольшое количество пищи за 1 ч до тренировки, а полноценный завтрак – через 1,5 ч после ее окончания. Перед тренировками не следует употреблять продукты с высоким содержанием жиров и клетчатки.

Обед (40% от суточной калорийности) и ужин (25%) спортсменов должны быть умеренными. Целесообразно включать в ужин жидкие кисломолочные продукты, творог, рыбные блюда, разнообразные каши. При ощущении голода можно устроить полдник и примерно за 1 ч до сна выпить стакан кефира или йогурта с кусочком отрубного хлеба [5,9].

Единоборцам необходимо приспособиться к режиму тренировок: от основного приема пищи до тренировки – не менее 3 ч. В день соревнований легкоусвояемую и калорийную пищу можно принимать не позднее, чем за 3 ч до поединка. Непосредственно перед боем за полчаса полезно выпивать 150 г 10%-ного раствора глюкозы с добавлением сока половины лимона, а после состязания – 1-2 таблетки (капсулы) витаминно-минерального комплекса. Во время соревнований нельзя переедать, а также вводить в рацион новые пищевые продукты и изменять привычный режим питания.

Такая организация питания не всегда может быть осуществлена с помощью традиционных пищевых продуктов. В условиях тренировок или соревнований появилась необходимость использовать биологически активные добавки к пище (БАД) и специализированные продукты для питания спортсменов (СППС) [5, 16, 25].

Таблица

Потребность в пищевых веществах спортсменов-единоборцев [9]

Table

The requirement of nutrients in combat athletes

Особенности физической активности/ Physical activity habits	Особенности энергетического обмена/ Nutritional habits	Макронутриенты (в % от общей калорийности рациона)/ Macronutrients (in % from total ration energy)		
		Белки/Proteins	Жиры/Fats	Углеводы/Carbohydrates
Борьба/Wrestling				
большая физическая выносливость; поддержание постоянной массы тела/high physical endurance, weight stability	доминирует анаэробная система – помогает быстро восстановиться в момент коротких пауз или спарринга (10-30%), но задействована и система АТФ-КФ (70-90%)	15-20% (1,2-1,7 г/кг массы тела)	25-30%	55-60%, при снижении массы тела более 65%
Боевые искусства/Martial arts				
сила, скорость, ловкость и концентрация/strength, speed, dexterity, concentration	используются анаэробные пути энергообеспечения/скачки, толчки/, и аэробное – выносливость в период отражения ударов и нападения)	12-15% (1,2-1,7 г/кг массы тела)	20-30%	60-65%

СППС подразделяются на следующие виды: белковые, белково-углеводные (гейнеры), углеводные, углеводно-минеральные (в т.ч. с добавлением витаминов), обогащенные биологически активными веществами, кристаллическими аминокислотами и их смесями и др.

К компонентам БАД можно отнести следующие: витаминные и минеральные комплексы (или их комбинации), кристаллические аминокислоты, биологически активные вещества (глутамин, кофеин, таурин, карнитин, креатин моногидрат, глюкозамин, хондроитин, ПНЖК омега 3 и др.), растительные комплексы и их экстракты (гуарана, женьшень, гинкго билоба, зеленый чай, толокнянка, гарциния, женьшень, арника, доминиана, черная смородана и др.), которые содержат каротиноиды, полифенолы, включая фенольные кислоты, алкалоиды, флавоноиды, гликозиды, сапонины и лигнаны [25, 31-34].

СППС и БАД используются для придания рациону определенной направленности в соответствии с различными периодами спортивной деятельности для оптимизации физической и психической работоспособности и иммунного статуса [27, 33].

Список литературы

1. **Нормы** физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. МР 2.3.1.2438-08.
2. **Yvert T., Miyamoto-Mikami E., Murakami H., Miyachi M., Kawahara T., Fuku N.** Lack of replication of associations between multiple genetic polymorphisms and endurance athlete status in Japanese population // *Physiol Rep.* 2016. V.4, №2. Pii: e13003. Epub 2016 Oct 24.
3. **Pelly F.E., Burkhart S.J., Dunn P.** Factors influencing food choice of athletes at international competition events // *Appetite.* 2017. №121. P.173-178.
4. **Тутельян В.А., Гаппаров М.М., Батурин А.К., Никитюк Д.Б., Орджоникидзе З.Г., Поздняков А.Л.** О роли индивидуализации питания в спорте высших достижений // *Вопросы питания.* 2011. Т.80, №5. С.78-82.
5. **Могильный М.П., Тутельян В.А.** Особенности организации питания спортсменов // *Вопросы питания.* 2015. Т.84, №3. С.42.
6. **Hamasaki H.** Martial Arts and Metabolic Diseases // *Sports.* 2016. V.4, №2. P.28. DOI: 10.3390/sports4020028.
7. **Torres-Luque G., Hernández-García R., Escobar-Molina R.** Physical and Physiological Characteristics of Judo Athletes // *An Update Sports.* 2016. V.4, №1. P. 20. DOI: 10.3390/sports4010020.
8. **Da Ponte A., Giovanelli N., Antonutto G., Nigris D., Curcio F., Cortese P., Lazzer S.** Changes in cardiac and muscle biomarkers following an uphill-only marathon // *Res Sports Med.* 2017. №23. P.1-12.
9. **Розенблюм К.А.** Питание спортсменов (пер. с англ.). Киев: Олимпийская литература, 2005. 534 с.
10. **Köhne J.L., Ormsbee M.J., McKune A.J.** Supplementation Strategies to Reduce Muscle Damage and Improve Recovery Following Exercise in Females: A Systematic Review // *Sports.* 2016. V.4, №4. P.51. DOI: 10.3390/sports4040051.
11. **Константинова Л.И., Миронова Г.Е., Семенова Е.И., Ефремова А.В., Олесова Л.Д., Охлопкова Е.Д.** Оценка фак-

Показано, что употребление в течение 8 недель БАД, содержащей аминокислоты, креатинин, витамины и минеральные вещества, способствовало улучшению результатов в силовых упражнениях, выносливости (количество бросков), показателей красной крови, увеличению анаэробного порога, что свидетельствовало о повышении эффективности тренировочного процесса у спортсменов дзюдоистов [33].

Другие авторы продемонстрировали повышение производительности спортсменов во время анаэробного теста под влиянием приема в течение недели 600 мг (2 капсул) экстракта черной смородины [31].

Индивидуальные характеристики спортсмена в тот или иной период нагрузки диктуют необходимость персонализации рационов и оценки функционального состояния и ресурсов организма, что особенно актуально в спорте высоких достижений. Применение специализированных продуктов и БАД является одним из способов персонализации питания спортсменов, связанной с изучением их пищевого статуса, которое можно провести в центрах здорового и спортивного питания [4, 5, 12, 35].

References

1. **Norms** of Physiological Needs for Energy and Food Substances for Different Populations of the Russian Federation. MR 2.3.1.2438-08.
2. **Yvert T, Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Miyachi M, Kawahara T, Fuku N.** Lack of replication of associations between multiple genetic polymorphisms and endurance athlete status in Japanese population. *Physiol Rep.* 2016 Oct;4(20). Pii: e13003. Epub 2016 Oct 24.
3. **Pelly FE, Burkhart SJ, Dunn P.** Factors influencing food choice of athletes at international competition events. *Appetite.* 2017 Nov;121:173-178.
4. **Tutelyan VA, Gapparov M.M., Baturin A.K., Nikityuk DB, Ordzhonikidze ZG, Pozdnyakov A.L.** On the role of individualization of nutrition in the sport of higher achievements. *Problems of Nutrition.* 2011;80(5):78-82.
5. **Mogilny MP, Tutelyan B.A.** Features of the organization of nutrition of athletes. *Problems of Nutrition.* 2015;84(3):42.
6. **Hamasaki H.** Martial Arts and Metabolic Diseases. *Sports.* 2016;4(2):28. DOI: 10.3390/sports4020028.
7. **Torres-Luque G., Hernández-García R., Escobar-Molina R.** Physical and Physiological Characteristics of Judo Athletes: An Update Sports. 2016;4(1):20. DOI:10.3390/sports4010020.
8. **Da Ponte A, Giovanelli N, Antonutto G, Nigris D, Curcio F, Cortese P, Lazzer S.** Changes in cardiac and muscle biomarkers following an uphill-only marathon. *Res Sports Med.* 2017;(23):1-12.
9. **Rosenbloom CA.** Nutrition of athletes (English translation). Kiev: Olympic literature; 2005. Russian.
10. **Köhne JL, Ormsbee MJ, McKune AJ.** Supplementation Strategies to Reduce Muscle Damage and Improve Recovery Following Exercise in Females: A Systematic Review. *Sports.* 2016;4(4):51. DOI: 10.3390/sports4040051.
11. **Konstantinova LI, Mironova GE, Semenova EI, Efremova AV, Olesova LD, Okhlopkova E.D.** Assessment of the

тического питания спортсменов Якутии // Вопросы питания. 2015. Т.84, №3. С.119.

12. Hosseinzadeh J, Maghsoudi Z, Abbasi B, Daneshvar P, Hojjati A, Ghiasvand R. Evaluation of Dietary Intakes, Body Composition, and Cardiometabolic Parameters in Adolescent Team Sports Elite Athletes: A Cross-sectional Study // Adv Biomed Res. 2017. №6. P.107.

13. Лидов П.И., Поляев Б.А. Анализ системы питания спортсменов сборных команд, существующей в Российской Федерации // Вопросы питания. 2014. Т.83, №3. С.126-128.

14. Дуанбекова Г.Б., Исабаев А.С., Карынбаева М.Ж., Аяган Е.С., Дуванбеков Р.С., Дуванбеков А.Е. Анализ методом анкетирования фактического питания студентов-спортсменов // Nauka i studia. 2017. Т.2, №163. С.66-70.

15. Kephart WC, Pledge CD, Roberson PA, Mumford PW, Romero M.A., Mobley C.B. et al. The Three-Month Effects of a Ketogenic Diet on Body Composition, Blood Parameters, and Performance Metrics in CrossFit Trainees: A Pilot Study // Sports. 2018. V.6, №1. P.1. DOI: 10.3390/sports6010001.

16. 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.

17. McCartney D, Desbrow B, Irwin C. Post-exercise Ingestion of Carbohydrate, Protein and Water: A Systematic Review and Meta-analysis for Effects on Subsequent Athletic Performance // Sports Med. 2017. P.2.

18. Laurenson D.M., Dube D.J. Effects of carbohydrate and protein supplementation during resistance exercise on respiratory exchange ratio, blood glucose, and performance // J Clin Transl Endocrinol. 2014. V.2, №1. P.1-5.

19. Дзгоева Ф.Х. Питание при занятиях спортом // Ожирение и метаболизм. 2013. Т.2, №35. С.49-53.

20. Minevich J, Olson M.A., Mannion J.P., Boublik J.H., Mcpherson J.O., Lowery R.P. et al. Digestive enzymes reduce quality differences between plant and animal proteins: an double-blind crossover study // J Int Soc Sports Nutr. 2015. V.12, №1. P.26.

21. Hartley E.M., Hoch M.C., Boling M.C. Y-balance test performance and BMI are associated with ankle sprain injury in collegiate male athletes // J Sci Med Sport. 2017. P.25. Pii: SI440-2440(17)31664-X.

22. Jager R, Campbell B, Kalman D, Antonio J. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise // J of the International Society of Sports Nutrition. 2017. №14. P.20.

23. Kuo M, Eckel R. Intramuscular triglyceride synthesis – importance in partitioning muscle lipids in humans // Am J Physiol Endocrinol Metab. 2017. P.3. Ajpendo.00142.2017.

24. Погожева А.В. Значение БАД к пище в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний // Консилиум Медикум. 2016. Т.18, №12. С.47-51.

25. Зилова И.С., Никитюк Д.Б. Анализ специализированных пищевых продуктов, предназначенных для питания спортсменов // Вопросы питания. 2011. Т.80, №2. С.71-75.

26. Dietary reference values for nutrients: Summary report. EFSA supporting publication. 2017: e15121. 92 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2017.e15121

27. Munoz D, Barrientos G, Alves J, Grijota FJ, Robles M.C., Maynar M. Oxidative stress, lipid peroxidation indexes and antioxidant vitamins in long and middle distance athletes during a sport season // J Sports Med Phys Fitness. 2017. P.24.

actual nutrition of athletes in Yakutia. Problems of Nutrition. 2015;84(3):119. Russian.

12. Hosseinzadeh J, Maghsoudi Z, Abbasi B, Daneshvar P, Hojjati A, Ghiasvand R. Evaluation of Dietary Intakes, Body Composition, and Cardiometabolic Parameters in Adolescent Team Sports Elite Athletes: A Cross-sectional Study. Adv Biomed Res. 2017 Aug;(6):107.

13. Lidov PI, Polyayev BA. Analysis of the nutrition system of athletes of national teams, existing in the Russian Federation. Problems of Nutrition. 2014;83(3):126-128. Russian.

14. Duanbekova GB, Isabaev AS, Karynbaeva M.Zh., Ayaagan ES, Duvanbekov RS, Duvanbekov AE. Analysis of the actual nutrition of students-athletes by questionnaire. Nauka i studia. 2017;2(163):66-70. Russian.

15. Kephart WC, Pledge CD, Roberson PA, Mumford PW, Romero M.A., Mobley C.B. et al. The Three-Month Effects of a Ketogenic Diet on Body Composition, Blood Parameters, and Performance Metrics in CrossFit Trainees: A Pilot Study. Sports 2018;6(1):1. DOI: 10.3390/sports6010001.

16. Vorobyeva VM, Shatnyuk LN, Vorobyova IS, Mikheeva GA, Muraveva NN, Zorina EE, Nikityuk DB. The role of nutritional factors in the case of intensive physical exertion of athletes. Problems of Nutrition. 2011;80(1):70-77. Russian.

17. McCartney D, Desbrow B, Irwin C. Post-exercise Ingestion of Carbohydrate, Protein and Water: A Systematic Review and Meta-analysis for Effects on Subsequent Athletic Performance. Sports Med. 2017 Nov:2.

18. Laurenson DM, Dube DJ. Effects of carbohydrate and protein supplementation during resistance exercise on respiratory exchange ratio, blood glucose, and performance. J Clin Transl Endocrinol. 2014 Nov;2(1):1-5.

19. Dzgoeva F.H. Nutrition when playing sports. Obesity and metabolism. 2013;2(35):49-53. Russian.

20. Minevich J, Olson MA, Mannion JP, Boublik JH, Mcpherson JO, Lowery RP, et al. Digestive enzymes reduce quality differences between plant and animal proteins: an double-blind crossover study. J Int Soc Sports Nutr. 2015;12(Suppl 1):S26.

21. Hartley EM, Hoch MC, Boling MC. Y-balance test performance and BMI are associated with ankle sprain injury in collegiate male athletes. J Sci Med Sport. 2017 Oct:25. Pii: SI440-2440(17)31664-X.

22. Jager R, Campbell B, Kalman D, Antonio J. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. J of the International Society of Sports Nutrition. 2017;(14):20.

23. Kuo M, Eckel R. Intramuscular triglyceride synthesis – importance in partitioning muscle lipids in humans. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2017 Oct:3. Ajpendo.00142.2017.

24. Pogozheva AV. The value of dietary supplements to food in the prevention of cardiovascular diseases. Consilium Medicum. 2016;18(12):47-51. Russian.

25. Zilova IS, Nikityuk DB. Analysis of specialized food products intended for feeding athletes. Problems of Nutrition. 2011;80(2):71-75. Russian.

26. Dietary reference values for nutrients: Summary report. EFSA supporting publication 2017: e15121. 92 pp. DOI:10.2903/sp.efsa.2017.e15121.

27. Munoz D, Barrientos G, Alves J, Grijota FJ, Robles MC, Maynar M. Oxidative stress, lipid peroxidation indexes and antioxidant vitamins in long and middle distance athletes during a sport season. J Sports Med Phys Fitness. 2017 Oct:24.

28. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б. Витамины в питании спортсменов // Вопросы питания. 2009. Т.78, №3. С.67-77.

29. Cialdella-Kam L., Kulpins D., Manore M. M. Vegetarian, Gluten-Free, and Energy Restricted Diets in Female Athletes // Sports. 2016. V.4, №4. С.50. DOI: 10.3390/sports4040050.

30. Hamasaki H. The Effects of Exercise on Natriuretic Peptides in Individuals without Heart Failure // Sports. 2016. V.4, №2. P.32. DOI: 10.3390/sports4020032.

31. Godwin C., Cook M., Willems M. Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Performance during the Running Based Anaerobic Sprint Test in Trained Youth and Recreationally Active Male Football Players // Sports. 2017. V.5, №3. P.69. DOI: 10.3390/sports5030069.

32. Sellami M., Slimeni O., Pokrywka A., Kuvačić G, Hayes L., Milic M., Padulo J. Herbal medicine for sports: a review // Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2018. №15. P.14. DOI: 10.1186/s12970-018-0218-y.

33. Сухов С.В. Влияние БАД к пище на физическую работоспособность и функциональные возможности дзюдоистов // Вопросы питания. 2009. Т.78, №4. С.71-74.

34. Pickering C., Kiely J. Are the Current Guidelines on Caffeine Use in Sport Optimal for Inter-individual Variation in Caffeine Ergogenicity, and a Move Towards Personalised Sports Nutrition // Sports Med. 2018. №48. P.7-16. DOI: 10.1007/s40279-017-0776-1.

35. Погожева А.В., Сорочкина Е.Ю., Батурич А.К., Пескова Е.В., Макурина О.Н., Левин Л.Г., Сото С.Х., Аристархова Т.А., Коростелева М.М., Денисова Н.Н., Солнцева Т.Н., Алешина И.В., Тоболева М.А., Редзюк Л.А., Полякова А.В. Роль консультативно-диагностических центров «Здоровое питание» в диагностике и алиментарной профилактике неинфекционных заболеваний // Вопросы питания. 2014. №6. С.52-57.

28. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Nikityuk DB. Vitamins in the diet of athletes. Problems of Nutrition. 2009;78(3):67-77. Russian.

29. Cialdella-Kam L, Kulpins D, Manore MM. Vegetarian, Gluten-Free, and Energy Restricted Diets in Female Athletes. Sports. 2016;4(4):50. DOI: 10.3390/sports4040050.

30. Hamasaki H. The Effects of Exercise on Natriuretic Peptides in Individuals without Heart Failure. Sports. 2016;4(2):32. DOI: 10.3390/sports4020032.

31. Godwin C, Cook M, Willems M. Effect of New Zealand Blackcurrant Extract on Performance during the Running Based Anaerobic Sprint Test in Trained Youth and Recreationally Active Male Football Players. Sports. 2017;5(3):69. DOI: 10.3390/sports5030069.

32. Sellami M, Slimeni O, Pokrywka A, Kuvačić G, Hayes L, Milic M, Padulo J. Herbal medicine for sports: a review. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2018;(15):14. DOI: 10.1186/s12970-018-0218-y.

33. Sukhov SV. Influence of dietary supplements to food on the physical working capacity and functional capabilities of judo. Problems of Nutrition. 2009;78(4):71-74. Russian.

34. Pickering C, Kiely J. Are the Current Guidelines on Caffeine Use in Sport Optimal for Inter-individual Variation in Caffeine Ergogenicity, and a Move Towards Personalised Sports Nutrition. Sports Med. 2018;(48):7-16. DOI: 10.1007/s40279-017-0776-1.

35. Pogozheva AV, Sorokina EYu, Baturin AK, Peskova EV, Makurina ON, Levin LG, Soto SKh, Aristarkhova TA, Korosteleva MM, Denisova NN, Solntseva TN, Aleshina IV, Tobileva MA, Redzyuk LA, Polyakova AV. The role of consultative and diagnostic centers «Healthy Nutrition» in the diagnosis and nutritional prevention of noncommunicable diseases. Problems of Nutrition. 2014;(6):52-57. Russian.

Сведения об авторах:

Никитюк Дмитрий Борисович, директор ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, член-корр. РАН, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-4968-4517

Погожева Алла Владимировна, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0003-3983-0522 (+7 (916) 884-23-15, allapogozheva@yandex.ru)

Батурич Александр Константинович, руководитель направления оптимальное питание ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-7455-2372

Information about the authors:

Dmitriy B. Nikityuk, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member, Russian Academy of Sciences, Director of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0002-4968-4517

Alla V. Pogozheva, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Leading Researcher of the Laboratory of Epidemiology of Nutrition and Genodiagnosics of Alimentary-Dependent Diseases of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0003-3983-0522 (+7 (916) 884-23-15, allapogozheva@yandex.ru)

Aleksandr K. Baturin, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Optimal Nutrition Department of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0002-7455-2372

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 26.04.2017

Принята к публикации: 1.05.2017

Received: 26 April 2017

Accepted: 1 May 2017

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.63

УДК: 61.612.017.2

Сравнительный анализ методик оценки тревожности у спортсменов

Хассан Варди¹, Е. А. Стаценко¹, И. А. Чарыкова², Д. Н. Цвирко²,
И. М. Лятина³, А. А. Чумакова¹, А. С. Кулагин¹

¹ООО «МРТ ДИАГНОСТИКА», г. Дубна, Россия

²Республиканский научно-практический центр спорта Республики Беларусь, г. Минск, Беларусь

³МОО Федерация художественной гимнастики города Ивантеевки, г. Ивантеевка, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: поиск эффективной методики оценки уровня тревожности у спортсменов. **Материалы и методы:** сформулированы критерии отбора и проведен анализ 9 методик оценки уровня тревожности. Протестированы 79 спортсменов единоборств на подготовительном этапе с использованием цветового теста М. Люшера (ЦТ) и интегративного теста тревожности А.П. Бизюка с соавт. (ИТТ). **Результаты:** Из проанализированных методик наиболее соответствовали заявленным критериям ЦТ с расчетом диагностических коэффициентов и ИТТ. Отмечены достоверные корреляции между расчетными индексами ЦТ, имеющие физиологическое объяснение: между вегетативным коэффициентом и суммарным отклонением от аутогенной нормы, психической работоспособностью, ситуативной тревожностью, а также между суммарным отклонением от аутогенной нормы и психической работоспособностью, полом спортсмена. У спортсменов выявлены низкие показатели ситуативной тревожности и средний уровень личностной тревожности, сопоставимый со среднепопуляционными значениями. **Выводы:** полученные данные дополняют работы других исследователей, которые также подтверждали валидность применения ЦТ и ИТТ в спорте высших достижений для выявления угрожающего срыва психической адаптации и психокоррекционной работы у спортсменов.

Ключевые слова: психологическая адаптация, спортсмены, тревожность, психическая работоспособность

Для цитирования: Варди Хассан, Стаценко Е.А., Чарыкова И.А., Цвирко Д.Н., Лятина И.М., Чумакова А.А., Кулагин А.С. Сравнительный анализ методик оценки тревожности у спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 63-69. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.63.

Comparative analysis of anxiety assessment methods in athletes

H. Wardi¹, Yauhen A. Statsenko¹, Inna A. Charykova², Daria N. Tsvirko²,
Irina M. Lyatina³, Anastasiya A. Chumakova¹, Aleksey S. Kulagin¹

¹MRI DIAGNOSTICA LLC, Dubna, Russia

²Byelorussian Republican Scientific and Practical Center for Sports, Minsk, Belarus

³Federation of Rhythmic Gymnastics of the Ivanteyevka City, Ivanteyevka Russia

ABSTRACT

Objective: to identify the most effective method for anxiety assessment in athletes. **Materials and methods:** the selective criteria were formulated and comparative analysis of 9 most commonly used methods of assessing the level of anxiety was made. 79 athletes of combat sports were tested (34 men, 45 women) in the preparative period of training with Lusher's color test and the integrative anxiety test by A.P. Bizyuk, L.I. Wasserman, B.V. Iovlev. **Results:** among nine methods most frequently mentioned in the literature, Lusher's color test with the calculation of diagnostic coefficients and the integrative anxiety test by A.P. Bizyuk, L.I. Wasserman, B.V. Iovlev were most consistent with the stated criteria. There were significant correlations between the calculated indices of Lusher's color test, which have physiological explanation: the correlation between the vegetative coefficient and the total deviation from the autogenic norm, mental working capacity, situational anxiety, and between total deviation from the autogenic norm and mental performance, sex (increase in the deviation from the autologous norm corresponds to a decrease in mental performance, an increase in the level of anxiety, parasympathetic tone, and need for rest and energy accumulation). The athletes have the low level of situational anxiety and an average level of personal anxiety if compared with average population values. **Conclusions:** the findings complement the results of other researchers who also confirmed the validity of use of color test and integrative anxiety test in professional sports to identify the threatening breakdown of mental adaptation and psycho-correction work among athletes.

Key words: psychological adaptation, athletes, anxiety, mental performance

For citation: Wardi H, Statsenko YaA, Charykova IA, Tsvirko DN, Lyatina IM, Chumakova AA, Kulagin AS. Comparative analysis of anxiety assessment methods in athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):63-69. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.63.

1.1 Введение

Поиск объективных способов оценки и коррекции повышенной тревожности является актуальной проблемой современной психологии и психиатрии. Тем более актуальность данной проблемы высока в практике медицины спорта, экстремальных и чрезвычайных ситуаций, где воздействие стрессового события (соревновательного эпизода или происшествия) может повышать тревожность вплоть до срыва психологической адаптации [1, 2].

Вместе с тем, не существует стандартной универсальной методики для оценки уровня тревожности, также не выработана единая классификация форм тревожных расстройств. Применение международной классификации болезней (МКБ-10) для классификации и описания данных состояний у спортсменов затруднено из-за специфики спортивной медицины и спортивной психологии, занимающейся выявлением соматических и ментальных дисфункций на стадии доклинических форм для их своевременной коррекции. Аналогично нельзя отнести к правильной практике описания предвестников срыва адаптации к спортивным нагрузкам через нозологии МКБ-10, так как они тоже носят донозологический характер, то есть являются предболезнью. Однако чрезвычайно важно диагностировать эти дисфункции на ранних стадиях, выделять конкретные формы с целью назначения специфичной коррекции [3-7].

Таким образом, представляется актуальным не только поиск эффективных методов выявления тревожных состояний в спорте высших достижения, но и выработка единой взаимно приемлемой для врача и психолога номенклатуры для описания и систематизации подобных дисфункций, выработки единой тактики действий при их развитии.

Цель исследования – поиск эффективной методики оценки уровня тревожности у спортсменов и лиц экстремальных профессий.

Задачи исследования:

1. Сформулированы критерии оптимальной искомой методики оценки уровня тревожности, проведен сравнительный анализ существующих и упоминающихся в литературе способов ее оценки, выбраны методики с характеристиками наиболее близкими к предъявляемым требованиям.

2. Произведено обследование спортсменов единоборств, анализ и интерпретация индивидуальных и среднегрупповых значений.

3. Сопоставлены результаты тестирования спортсменов разными методиками, отобранными на первом этапе, для выбора оптимальной из них.

1.2 Материалы и методы

В ходе проведения исследования использовались методы опроса, анкетирования, статистической обработки результатов исследования с применением программного обеспечения SlySoft Statistica: описательная статисти-

ка, оценка нормальности распределения по критерию Шапиро-Уилки, ранговый критерий Манна-Уитни для оценки достоверности отличий двух независимых выборок, ранговый критерий корреляции Спирмена (так как распределение полученных выборок отличалось от нормального). Выполнение теста Люшера и ИТТ производилось на аппаратно-программном комплексе «НС-ПсихоТест» (ООО «Нейрософт», Россия, Иваново).

Субъектами исследования выступили 79 спортсменов единоборств, 34 мужчин, 45 женщин, обследованных на подготовительном этапе тренировочного процесса во время прохождения обязательного медицинского обследования. Квалификация субъектов исследования: 2 разряд – 4 человека, 1 разряд – 13, кандидатов в мастера спорта – 17, мастеров спорта – 32, мастеров спорта международного класса – 13.

1.3 Результаты

В ходе решения первой задачи нами было сформулировано, что первостепенным критерием отбора является информативность и высокая чувствительность предъявляемого спортсменам теста. Последнее требование обусловлено необходимостью выявления субклинических форм тревожности у спортсменов на ранней стадии еще до момента осознания данной проблемы самим спортсменом, когда она неминуемо будет влиять на спортивный результат или желание тренироваться. То есть спортивный врач или спортивный психолог на основании искомого оценочного критерия должен выявлять риск развития или формирующееся тревожное состояние до момента обращения спортсмена в качестве пациента за психологической или медицинской помощью.

Необходимость многократного проведения тестирования в динамике на разных этапах подготовки у одного и того же спортсмена вынуждает предъявлять к описываемой методике такие требования как быстрота и простота в исполнении. Большинство описываемых в литературе способов определения тревожности являются опросниками, состоящими из большого числа утверждений и вариантов ответа к ним (табл. 1). Это затрудняет практическое использование методики в динамике подготовки спортсмена и препятствует проведению развернутого проспективного исследования с участием спортсменов высокой квалификации. Притом даже самый полный симптоматический опросник SCL-90-R не является инструментом диагностики личности, то есть не сможет заменить диагностическую работу психолога со спортсменом, у которого были выявлены симптомы-предвестники тревожного расстройства.

С учетом разработанных критериев и анализа положительных и отрицательных сторон наиболее известных методик психодиагностики уровня тревожности, для дальнейшего применения у курируемых спортсменов нами был отобран цветовой тест М. Люшера и интегративный тест тревожности (ИТТ). Оба являются быстрыми. Валидность цветового теста М. Люшера в спорте не-

однократно доказана работами предшественников [1, 3]. Интегративный тест тревожности А.П. Бизюка с соавторами может использоваться для общей структурной экспресс-диагностики тревоги и тревожности, в том числе, в практике спортивной медицины.

В ходе решения второй задачи были получены среднегрупповые значения результатов тестирования ситуативной и личностной тревожности, а также их компонентов, с помощью интегративного теста. Аналогично проанализированы результаты цветового теста М. Люшера с расчетом показателей суммарного отклонения от аутогенной нормы, вегетативного коэффициента Шипоша, психической работоспособности и ситуативной тревожности. Дополнительное произведено гендерное сравнение с оценкой достоверности различий. Результаты изложены в таблицах 2-3.

Значение коэффициента суммарного отклонения от аутогенной нормы (СОАН) отражает устойчивый эмоциональный фон, то есть преобладающее настроение. СОАН принимает только четные значения в диапазоне от 0 до 32, большая величина отклонения служит индикатором психологического неблагополучия. У исследуемых нами спортсменов отмечалось среднепопуляционное значение данного отклонения ($14,70 \pm 0,60$), при этом мужчины отличались достоверными большей величиной отклонения от аутогенной нормы в сравнении с женщинами ($15,97 \pm 0,95$ и $13,73 \pm 0,76$; $p < 0,05$). Показатель психической работоспособности также был выше у мужчин, однако данное отличие носило околостатистический характер ($11,94 \pm 0,57$ и $10,70 \pm 0,45$; $p = 0,07$).

Среднее значение вегетативного коэффициента по Шипошу, основанного на связи предпочтения выбранных цветов с балансом активности симпатической и парасимпатической ветвей нервной системы, соответствовало оптимальному (1,2).

Среднегрупповой показатель ситуативной тревожности имел низкое значение ($3,01 \pm 0,25$), что говорило о благоприятном психоэмоциональном состоянии спортсменов. Достоверных гендерных отличий в уровне тревожности выявлено не было.

Из анализа среднегрупповых результатов прохождения интегративного теста видно, что у спортсменов были в среднем низкие показатели ситуативной тревожности, в структуре которой у женщин преобладал слабо астенический компонент, а у мужчин – социальная тревожность. Низкие показатели ситуативной тревожности объясняются временем проведения исследования – в подготовительный период. Исследования других авторов показали, что тревожность у спортсменов существенно повышается в дни, непосредственно предшествующие соревнованиям.

Уровень личностной тревожности был достоверно выше, чем ситуативной у обоих полов ($4,57 \pm 0,24$ против $2,68 \pm 0,21$; $p < 0,01$), но находился на уровне среднепопуляционной нормы, что согласуется с данными других исследователей, проводивших тестирование в подгото-

вительном периоде [2]. Аналогично отмечалась достоверность отличий по почти всем их составляющим кроме показателя социальной защиты.

Никаких гендерных отличий в показателях интегративного теста тревожности выявлено не было ($p_{3,5} > 0,05$; $p_{4,6} > 0,05$), что противоречит результатам большинства исследований, в которых показано преобладание распространенности и выраженности тревожных расстройств у женщин, в частности у спортсменок. Отсутствие подобной закономерности в нашем исследовании, возможно, было обусловлено относительно небольшим размером выборки в сравнении с приводимыми в литературе популяционными исследованиями, а также разной квалификацией спортсменов мужского и женского пола (отражено в верхней части таблицы 2).

Из корреляционной матрицы видно, что суммарное отклонение от аутогенной нормы проявляет достоверную отрицательную коррекцию с вегетативным коэффициентом Шипоша ($r = -0,588425$; $p < 0,001$). То есть возрастанию отклонений от аутогенной нормы соответствует снижение вегетативного коэффициента. Выявленная закономерность имеет прямое физиологическое обоснование, поскольку снижение коэффициента вегетатики свидетельствует о возрастании парасимпатического тонуса, что говорит о возрастании потребности в отдыхе и накоплении энергии.

Аналогичная закономерность позволяет объяснить достоверную отрицательную корреляцию между коэффициентом вегетатики и психической работоспособностью ($r = 0,2623$; $p = 0,038$) и достоверную положительную корреляцию между коэффициентом вегетатики и ситуативной тревожностью ($r = 0,2623$; $p = 0,02$): возрастание тонуса парасимпатической нервной системы ведет к снижению психической работоспособности и сопровождается возрастанием уровня ситуационной тревожности.

Выявлена достоверная прямая корреляционная зависимость между полом спортсмена и СОАН ($r = 0,2332$; $p = 0,02$), а также околостатистическая прямая корреляция между полом и психической работоспособностью ($r = 0,2032$; $p = 0,072$). Предположительно, это обусловлено гендерными отличиями в квалификации спортсменов и характеристиками преодолеваемых ими физических и психоэмоциональных нагрузок.

Никакой достоверной корреляционной взаимосвязи между показателями тревожности и спортивной квалификацией, а также между показателями цветового теста Люшера и индикаторами интегративного теста тревожности выявлено не было.

1.4 Результаты

1. Сформулированы критерии отбора и проведен сопоставительный анализ методик, применяемых в спорте для выявления и структурной оценки симптомов тревожности. Из 9 наиболее часто упоминающихся в специальной литературе методик больше всего соответство-

Таблица 1

Сравнительная характеристика методик оценки тревожности, применяемых при обследовании спортсменов, по данным литературы и собственного опыта применения

Table 1

Comparative characteristics of anxiety assessment methods used in examining athletes, from literature and according to our own experience

Наименование методики/ Name of the methodology	Краткая характеристика/ Short characteristics	Положительные стороны/ Positive characteristics	Отрицательные стороны/ Negative characteristics
Цветовой тест М. Люшера/ Lusher's color test	Проективная цветовая методика, предназначенная для распознавания специфических критериев эмоциональных расстройств с использованием цветowych карточек	1. Быстрота и простота исполнения. 2. Эмпирическое обоснование эффективности применения теста у спортсменов 3. Проспективный метод диагностики как ситуативного, так и долговременного психического состояния	Преобладает осторожное отношение к тесту, которому, по мнению критиков, недостает строгой научности
Шкала самооценки Ч.Д. Спилбергера и Ю.Л. Ханина (STAI, State – Trait Anxiety Inventory)	40 утверждений с 4 вариантами ответа на каждый из них	Оценка уровня ситуативной и личностной тревожности в баллах	На выходе малое количество данных для психокоррекционной работы (не раскрывается психологическая структура тревожности)
Шкала «Проявления тревожности» (Manifest Anxiety Scale, MAS) разработана в 1953 году J.Taylor	50 утверждений, на которые обследуемый должен ответить «да» или «нет»	Предназначена для измерения проявлений тревожности. Выбор пунктов для шкалы проявления тревожности осуществлялся на основе анализа их способности различать лиц с «хроническими реакциями тревоги»	На выходе малое количество данных для психокоррекционной работы (не раскрывается психологическая структура тревожности)
Шкала оценки тревоги Гамильтона (Hamilton Rating Scale for Depression HDRS)	Опросник содержит 21 пункт, для количественной оценки состояния обследуемого используются первые 17, утверждения оцениваются по 0 до 4-баллов	Личностный опросник, направленный на выявление конституциональной тревожности и ситуационной тревоги	Присутствует субъективизм при проведении опросника, т.к. значительное внимание уделяется поведению во время опроса
Тест Brief Symptom Inventory (BSI)	Короткая версия SCL-90-R для выявления психологических симптомов	Как и SCL-90-R, BSI предназначена для выявления психологического симптоматического статуса: изучение именно степени дискомфорта, причиняемого разными симптомами, независимо от их выраженности в реальности	Заполнение даже этой сокращенной версии требует 8-10 минут, но она охватывает не все области симптоматики важные для практики
Sport Competition Anxiety Test (SCAT)	10 утверждений оцениваются по 3-бальной шкале для оценки тенденции испытывать беспокойство при соревновании	Простой и быстрый	Суммарный балл характеризует только конкурентную тревогу: от 10 (низкая) до 30 (высокая)
Physical Activity and Sport Anxiety Scale (PASAS)	16 утверждений оцениваются по 5-бальной шкале	Разработан для оценки социальной тревожности во время выполнения физической активности. Простой и быстрый	Аналогично SCAT, рассчитывается только суммарный балл без необходимой на практике детализации

вали заявленным критериям цветовой тест М. Люшера с расчетом диагностических коэффициентов и интегративный тест тревожности А.П. Бизюка, Л.И. Вассермана,

Б.В. Иовлева.

2. Отмечены достоверные корреляции между расчетными индексами цветового теста М. Люшера, которые

Таблица 2

Спортивная квалификация субъектов исследования и гендерные отличия показателей тревожности по результатам применения цветового теста М. Люшера

Table 2

Sports qualification of study subjects and gender differences in anxiety indicators based on the results of the color test by M. Lusher

Показатель/Index	Оба пола/ Both sex (n ₁ =79) M ₁ ±m ₁	Мужчины/Men (n ₂ =34) M ₂ ±m ₂	Женщины/Women (n ₃ =45) M ₃ ±m ₃	P ₂₋₃
Квалификация спортсменов-субъектов исследования/Qualification of athletes (subjects of a study)				
2 спортивный разряд/2 category	4	0	4	-
1 спортивный разряд/1 category	13	4	9	-
Кандидаты в мастера спорта/Candidate master of sports	17	7	10	-
Мастера спорта/Master of sports	31	13	19	-
Мастера спорта международного класса/ international master of sports	13	10	3	-
Цветовой тест М. Люшера/Lusher's color test				
Суммарное отклонение от аутогенной нормы/ total deviation from autogenic norm	14,70±0,60	15,97±0,95	13,73±0,76	<0,05
Вегетативный коэффициент/vegetative coefficient	1,22±0,06	1,18±0,09	1,25±0,09	>0,05
Психическая работоспособность/mental performance	11,23±0,36	11,94±0,57	10,70±0,45	0,07
Ситуативная тревожность/state anxiety	3,01±0,25	2,91±0,35	3,09±0,36	>0,05

Таблица 3

Сравнение показателей ситуативной тревожности (СТ) и личностной тревожности (ЛТ) у спортсменов по результатам интегративного теста

Table 3

Comparison of the indicators of state anxiety and trait anxiety in athletes by integrative test

Показатель/Index	Оба пола/Both sex (n=79)			Мужчины/Men (n=34)			Женщины/Women (n=45)			P ₃₋₅	P ₄₋₆
	СТ M ₁ ±m ₁	ЛТ M ₂ ±m ₂	P ₁₋₂	СТ M ₃ ±m ₃	ЛТ M ₄ ±m ₄	P ₃₋₄	СТ M ₅ ±m ₅	ЛТ M ₆ ±m ₆	P ₅₋₆		
Общее значение/Total	2,68±0,21	4,57±0,24	<0,01	2,71±0,31	4,85±0,31	<0,01	2,67±0,30	4,36±0,36	<0,01	>0,05	>0,05
Эмоциональный дискомфорт/ emotional discomfort	2,71±0,22	4,97±0,20	<0,01	2,71±0,34	5,00±0,28	<0,01	2,71±0,30	4,96±0,28	<0,01	>0,05	>0,05
Астенический компонент/ Asthenic component	3,81±0,25	4,87±0,26	<0,01	3,76±0,41	4,97±0,44	<0,01	3,84±0,33	4,80±0,33	<0,01	>0,05	>0,05
Фобический компонент/ Phobic component	3,32±0,27	4,65±0,26	<0,01	3,24±0,39	4,94±0,38	<0,01	3,38±0,36	4,42±0,35	<0,01	>0,05	>0,05
Тревожная оценка перспектив/ Anxistent assessment of prospects	2,72±0,24	4,16±0,25	<0,01	2,85±0,38	4,26±0,34	<0,01	2,62±0,32	4,09±0,36	<0,01	>0,05	>0,05
Социальная защита/ Social protection	3,72±0,25	3,68±0,27	>0,05	4,03±0,42	3,91±0,43	>0,05	3,49±0,31	3,51±0,35	>0,05	>0,05	>0,05

Примечание: Оценка достоверности отличий независимых выборок (P₁₋₂, P₃₋₄, P₅₋₆) оценивалась критерием Манна-Уитни. Связанные выборки (P₃₋₅, P₄₋₆) оценивались непараметрическим критерием Вилкоксона.
Note: Evaluation of the reliability of differences in independent samples (P₁₋₂, P₃₋₄, P₅₋₆) was evaluated by the Mann-Whitney test. Related samples (P₃₋₅, P₄₋₆) were assessed by the non-parametric Wilcoxon test

- ситуационная тревожность/state anxiety
- личностная тревожность/trait anxiety

Таблица 4

Матрица значений коэффициентов корреляции показателей цветового теста М. Люшера, интегративного теста тревожности, пола и спортивной квалификации

Table 4

Correlation matrix of diagnostic coefficients of Lusher's color test, integrative anxiety test, sex and sports qualification

	Цветовой тест М. Люшера/Lusher's color test							
	Суммарное отклонение от аутогенной нормы/ total deviation from autogenic norm		Вегетативный коэффициент/ vegetative coefficient		Психическая работоспособность/ mental performance		Ситуативная тревожность/ state anxiety	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Вегетативный коэффициент/ vegetative coefficient	-0,5884	<0,001	-	-	-	-	-	-
Психическая работоспособность/ mental performance	0,8935	<0,001	-0,6469	<0,001	-	-	-	-
Ситуативная тревожность/ state anxiety	-0,0851	0,456	0,2623	0,020	-0,1311	0,249	-	-
Пол спортсмена/athlete's sex	0,2332	0,038	-0,0528	0,644	0,2032	0,072	-0,0175	0,878
Спортивная квалификация/ Sports qualification	-0,0220	0,847	0,0726	0,525	-0,0801	0,483	0,1624	0,153
Ситуативная тревожность/ state anxiety	-0,0003	0,997	0,0263	0,818	0,0630	0,581	0,0177	0,877
Эмоциональный дискомфорт/ emotional discomfort	0,0121	0,916	0,0758	0,506	0,0344	0,763	-0,0516	0,651
Астенический компонент/ Asthenic component	0,1133	0,320	0,0088	0,938	0,0299	0,793	-0,0339	0,767
Фобический компонент/ Phobic component	-0,0785	0,491	-0,0362	0,751	-0,0032	0,977	-0,0539	0,637
Тревожная оценка перспектив/ Anxistent assessment of prospects	-0,0323	0,777	0,0656	0,565	0,0713	0,532	-0,1004	0,378
Социальная защита/Social protection	-0,1318	0,247	0,1852	0,102	-0,0771	0,499	0,1473	0,195
Личностная тревожность/ trait anxiety	0,0829	0,467	0,0030	0,979	0,0595	0,602	0,0729	0,523
Эмоциональный дискомфорт/ emotional discomfort	0,0699	0,540	0,0035	0,975	0,0610	0,593	0,0737	0,519
Астенический компонент/ Asthenic component	0,1078	0,344	0,0328	0,774	0,0393	0,731	0,0005	0,996
Фобический компонент/ Phobic component	0,0069	0,952	-0,0853	0,455	-0,0204	0,858	0,0449	0,694
Тревожная оценка перспектив/ Anxistent assessment of prospects	0,0339	0,766	0,0961	0,399	0,0465	0,684	0,0645	0,572
Социальная защита/Social protection	0,0502	0,660	-0,0131	0,909	0,0654	0,566	-0,0653	0,567

имеют физиологическое объяснение: корреляции между вегетативным коэффициентом и суммарным отклонением от аутогенной нормы, психической работоспособностью, ситуативной тревожностью, а также между суммарным отклонением от аутогенной нормы и психической работоспособностью, полом спортсмена.

3. По результатам исследования в подготовительный сезон у спортсменов отмечаются низкие показатели ситуативной тревожности и средний уровень личностной

тревожности, сопоставимый со среднепопуляционными значениями.

4. Полученные данные дополняют работы других исследователей, которые также подтверждали валидность применения цветового теста М. Люшера и интегративного теста тревожности А.П. Бизюка, Л.И. Вассермана, Б.В. Иовлева в спорте высших достижений для выявления угрожающего срыва психической адаптации и психокоррекционной работы у спортсменов.

Список литературы

1. Мельников В.И., Леонтьев В.Г. Применение модифицированного теста Люшера для диагностики психических состояний личности. // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2001. Т.16, №2. С.112-114. DOI: ISSN1999-6241.
2. Schaal K.I., Tafflet M., Nassif H., Thibault V., Pichard C., Alcotte M. et al. Psychological balance in high level athletes: gender-based differences and sport-specific patterns // PLoS One. 2011. Vol.5, №6. P.1-9. DOI: 10.1371/journal.pone.0019007.
3. Foskett R.L., Longstaff F. The mental health of elite athletes in the United Kingdom // Journal of Science and Medicine in Sport, 2017, Vol.15. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(17\)31821-2/fulltext](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(17)31821-2/fulltext). DOI: 10.1016/j.jsams.2017.11.016.
4. Gulliver A., Griffiths K.M., Mackinnon A., Batterham P.J., Stanimirovic R. The mental health of Australian elite athletes Journal of Science and Medicine in Sport. 2015. Vol.18, №3. P.255-261. DOI: 10.1016/j.jsams.2014.04.006.
5. Vertommen T., Kampen J., Schipper-van Veldhoven N., Uzieblo K., Van Den Eede F. Severe interpersonal violence against children in sport: Associated mental health problems and quality of life in adulthood // Child Abuse and Neglect. 2018. Vol.76. P.459-468. DOI: 10.1016/j.chiabu.2017.12.013.
6. Fortes L.S., da Costa B.D.V., Paes P.P.1., do Nascimento Júnior J.R.A., Fiorese L., Ferreira M.E.C. Influence of Competitive-Anxiety on Heart Rate Variability in Swimmers // Journal of Sports Science and Medicine. 2017. Vol.16. №4. P.498-504.
7. Черемушкин И.И., Витун Е.В., Петросиенко Е.С., Нотова С.В. Возможности теста Люшера (8-цветовой вариант) в диагностике характерологических и поведенческих особенностей студентов с различным уровнем физической подготовки // Вестник ОГУ. 2010. Т.118, №12. С.108-110.

Сведения об авторах:

- Варди Хассан**, специалист-консультант по клинической психологии ООО «МРТ ДИАГНОСТИКА». ORCID ID: 0000-0003-3107-9367
Стаценко Евгений Александрович, доцент, врач-рентгенолог ООО «МРТ ДИАГНОСТИКА», д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-7713-3333 (+7 (915) 405-95-86, e.a.statsenko@gmail.com)
Чарыкова Инна Александровна, заведующая лабораторией психологии спорта Республиканского научно-практического центра спорта Республики Беларусь, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-5676-6991
Цвирко Дарья Николаевна, младший научный сотрудник лаборатории психологии спорта Республиканского научно-практического центра спорта Республики Беларусь. ORCID ID: 0000-0002-2883-2488
Лягина Ирина Михайловна, тренер-преподаватель по художественной гимнастике, МОО Федерация Художественной гимнастики города Ивантеевки. ORCID ID: 0000-0003-1454-8686
Чумакова Анастасия Александровна, клинический психолог, администратор ООО «МРТ ДИАГНОСТИКА». ORCID ID: 0000-0002-6055-1467
Кулагин Алексей Сергеевич, сервисный инженер ООО «МРТ ДИАГНОСТИКА». ORCID ID: 0000-0001-9143-3407

Information about the authors:

- Hassan Wardi**, Specialist-Consultant in Clinical Psychology of the MRI DIAGNOSTICA LLC. ORCID ID: 0000-0003-3107-9367
Yauhen A. Statsenko, M.D., D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Radiologist of the MRI DIAGNOSTICA LLC. ORCID ID: 0000-0002-7713-3333 (+7 (915) 405-95-86, e.a.statsenko@gmail.com)
Inna A. Charykova, M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Laboratory of Sports Psychology of the Byelorussian Republican Scientific and Practical Center for Sports. ORCID ID: 0000-0002-5676-6991
Daria N. Tsvirko, Research Assistant of the Laboratory of Sports Psychology of the Byelorussian Republican Scientific and Practical Center for Sports. ORCID ID: 0000-0002-2883-2488
Irina M. Lyatina, Coach-Teacher of Rhythmic Gymnastics of the Federation of Rhythmic Gymnastics of the Ivanteyevka City. ORCID ID: 0000-0003-1454-8686
Anastasiya A. Chumakova, Clinical Psychologist, Administrator of the MRI DIAGNOSTICA LLC. ORCID ID: 0000-0002-6055-1467
Aleksey S. Kulagin, Service Engineer of the MRI DIAGNOSTICA LLC. ORCID ID: 0000-0001-9143-3407

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 27.01.2018

Принята к публикации: 25.02.2018

Received: 27 January 2018

Accepted: 25 February 2018

References

1. Melnikov VI, Leontiev V.G. Application of the modified Lusher test for the diagnosis of mental states of the individual. Psycho-pedagogy in law enforcement agencies. 2001;16(2):112-4. DOI: ISSN1999-6241. Russian.
2. Schaal KI, Tafflet M, Nassif H, Thibault V, Pichard C, Alcotte M et al. Psychological balance in high level athletes: gender-based differences and sport-specific patterns. PLoS One. 2011;5(6):1-9. DOI: 10.1371/journal.pone.0019007.
3. Foskett RL, Longstaff F. The mental health of elite athletes in the United Kingdom. Journal of Science and Medicine in Sport [Internet]. 2017;15. Available at: [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(17\)31821-2/fulltext](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(17)31821-2/fulltext). DOI: 10.1016/j.jsams.2017.11.016.
4. Gulliver A, Griffiths KM, Mackinnon A, Batterham PJ, Stanimirovic R. The mental health of Australian elite athletes. Journal of Science and Medicine in Sport. 2015;18(3):255-61. DOI: 10.1016/j.jsams.2014.04.006.
5. Vertommen T, Kampen J, Schipper-van Veldhoven N, Uzieblo K, Van Den Eede F. Severe interpersonal violence against children in sport: Associated mental health problems and quality of life in adulthood. Child Abuse and Neglect. 2018;76:459-68. DOI: 10.1016/j.chiabu.2017.12.013.
6. Fortes LS, da Costa BDV, Paes PPI, do Nascimento Júnior JRA, Fiorese L, Ferreira MEC. Influence of Competitive-Anxiety on Heart Rate Variability in Swimmers. Journal of Sports Science and Medicine. 2017;16(4):498-504.
7. Chermushkin II, Vitun EV, Petrosienko ES, Notova SV. Features of the Lusher test (8-color version) in the diagnosis of characterological and behavioral characteristics of students with different levels of physical training. Bulletin of the OSU. 2010;118(12):108-10. Russian.

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.70

УДК: 613.863-059:617-001]-055.2:796.8

Волевая саморегуляция и эмоциональное выгорание у профессиональных спортсменов-самбистов, перенесших спортивные травмы

Д. Р. Миков, В. Г. Черкасова, С. В. Муравьев, П. Н. Чайников, А. М. Кулеш

*ФГБОУ ВО Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера,
Министерство здравоохранения РФ, г. Пермь, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить уровень волевой саморегуляции и эмоционального выгорания у мужчин-самбистов, перенесших спортивные травмы разной степени тяжести. **Материалы и методы:** обследовано 60 мужчин-самбистов, которые были разделены на 3 группы по 20 человек на основании данных о перенесенных спортивных травмах. **Результаты:** обнаружен достоверно ($p=0,001$) меньший уровень волевой саморегуляции у спортсменов третьей группы, перенесших большее количество спортивных травм (общая шкала: $Q_1=6,0$; $Me=8,0$; $Q_3=10,0$; «настойчивость»: $Q_1=5,0$; $Me=5,5$; $Q_3=8,0$; «самообладание»: $Q_1=4,0$; $Me=4,5$; $Q_3=5,0$). Более выраженное эмоциональное выгорание возникает у спортсменов, перенесших большее количество травм ($Q_1=64,5$; $Me=69,0$; $Q_3=71,0$; $p=0,001$). Неадекватное эмоциональное реагирование и эмоционально-нравственная дезориентация нивелируется при усугублении тяжести и увеличении количества травм ($Q_1=25,0$; $Me=44,0$; $Q_3=61,0$; $p=0,039$). Показано, что напряжение системы психологической адаптации проявляется выраженным эмоциональным истощением и снижением волевой саморегуляции при увеличении количества и усугублении тяжести травм. **Выводы:** при увеличении количества и усугублении тяжести травм у самбистов-мужчин наблюдается сниженный уровень волевой саморегуляции и возникает эмоциональное выгорание, которое характеризуется напряжением системы психологической адаптации.

Ключевые слова: волевая саморегуляция, эмоциональное выгорание, самбо, спортивная травма

Для цитирования: Миков Д.Р., Черкасова В.Г., Муравьев С.В., Чайников П.Н., Кулеш А.М. Волевая саморегуляция и эмоциональное выгорание у профессиональных спортсменов-самбистов, перенесших спортивные травмы // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 70-76. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.70.

Volitional self-regulation and emotional burnout of professional sambo-athletes who suffered from sports injuries

*Dmitriy R. Mikov, Vera G. Cherkasova, Sergey V. Muravev, Pavel N. Chainikov,
Anna M. Kulesh*

E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the level of volitional self-regulation and emotional burnout in male sambo-athletes who underwent sports injuries of various degrees of severity. **Materials and methods:** 60 male sambo-athletes were examined. They were divided into 3 groups of 20 people in each group based on types of sports injuries. **Results:** significantly ($p=0,001$) lower level of volitional self-regulation was found in the third group who underwent more injuries (total scale: $Q_1=6,0$; $Me=8,0$; $Q_3=10,0$; «perseverance»: $Q_1=5,0$; $Me=5,5$; $Q_3=8,0$; «self-control»: $Q_1=4,0$; $Me=4,5$; $Q_3=5,0$). More pronounced emotional burnout occurred in athletes who had more injuries ($Q_1=64,5$; $Me=69,0$; $Q_3=71,0$; $p=0,001$). Inadequate emotional response and emotional and moral disorientation was leveled down with aggravation of the severity of injuries ($Q_1=25,0$; $Me=44,0$; $Q_3=61,0$; $p=0,039$). Adaptation systems strain is manifested by a marked emotional exhaustion and decrease in volitional self-regulation with an increase in the number of injuries. **Conclusions:** if incidence and severity of injuries increases in sambo-athletes the level of volitional self-regulation reduces and emotional burnout occurs, which is characterized by the stress of the system of psychological adaptation.

Key words: volitional self-regulation, emotional burnout, sambo, sports injury

For citation: Mikov DR, Cherkasova VG, Muravev SV, Chainikov PN, Kulesh AM. Volitional self-regulation and emotional burnout of professional sambo-athletes who suffered from sports injuries. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):70-76. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.70.

1.1 Введение

Спорт на протяжении многих тысячелетий занимает важное место в жизни общества и объединяет в себе различные аспекты человеческого бытия. Не смотря на то, что спортивная деятельность – неотъемлемый компонент гармоничного формирования личности [1], зачастую занятия как профессиональным, так и любительским спортом становятся причиной обострения хронических заболеваний, возникновения травм и психопатологических состояний [2-4].

Спорт набирает популярность, и спортсмены предсказуемо стремятся к повышению спортивной успешности [5, 6]. Во многих видах спорта (хоккей, фигурное катание, баскетбол, футбол), уже на ранних этапах спортивной карьеры, спортсмен стоит перед выбором между занятием любительским спортом и карьерой спортсмена-профессионала, когда спорт становится профессиональной деятельностью и источником материального благополучия [7]. Для повышения эффективности и совершенствования результатов спортсменам необходимо целенаправленно развивать волевую саморегуляцию произвольной активности [8-10]. В том случае, если уровень и состояние здоровья [11, 12] не становятся преградой к повышению спортивного мастерства, перспективным препятствием для профессионального роста спортсмена может оказаться процесс физиологической и психологической адаптации.

Проблема адаптации организма к стрессовым факторам среды изучается с позиции здорового и больного человека [13], однако до сих пор не представлено данных, свидетельствующих о нарушении адаптационных процессов – в том числе, их психологических компонентов: волевой саморегуляции и эмоционального выгорания [14, 15] – среди профессиональных спортсменов в свете перспективной и перенесенной спортивной травмы.

Цель исследования: изучить уровень волевой саморегуляции и эмоционального выгорания у спортсменов-самбистов, перенесших спортивные травмы разной степени тяжести.

1.2 Материалы и методы

В исследовании приняли участие 60 спортсменов-самбистов мужского пола, в возрасте от 20 до 30 лет (средний возраст $23,52 \pm 3,75$), обладающих спортивным званием «мастер спорта международного класса» и «мастер спорта России», занимающихся самбо более 10 лет и имеющие опыт международных соревнований. Все испытуемые входили в состав сборной команды Приволжского Федерального округа и/или сборной команды России в течение пяти лет и более.

Все испытуемые были разделены на 3 группы на основании данных интервью. Критерии включения испытуемых в группы сравнения представлены в таблице 1.

Понятие «тяжелая травма» включало в себя остро развившиеся патологические состояния, которые привели к госпитализации, длительному лечению в течение месяца и более. Термин «травма средней тяжести» опи-

сывал выраженные изменения в организме, потребовавшие амбулаторного или стационарного лечения в течение 10-30 дней [16].

Для определения уровня развития волевой саморегуляции использовался тест-опросник А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана [17], который содержит 30 вопросов. Методика позволяет определить уровень волевой саморегуляции по шкалам «Общая шкала» (ОШ), «Настойчивость» (ШН), «Самообладание» (ШС). Результаты оценки теста-опросника представлены в баллах.

Для исследования уровня эмоционального выгорания была использована методика «Диагностика уровня эмоционального выгорания» Бойко В.В. [18]. Методика позволяет оценить наличие эмоционального выгорания по трем шкалам, которые, в свою очередь, включают в себя по четыре ведущих симптома: «напряжение» (Шн, переживание психотравмирующих обстоятельств, неудовлетворенность собой, «загнанность в клетку», тревога и депрессия), «резистенция» (Шр, неадекватное избирательное эмоциональное реагирование, эмоционально-нравственная дезориентация, расширение сферы экономии эмоций, редукция профессиональных обязанностей), «истощение» (Ши, эмоциональный дефицит, эмоциональная отстраненность, личная отстраненность, психосоматические и психовегетативные нарушения). Результаты использования методики также представлены в баллах.

Настоящее исследование проводилось при наличии информированного согласия респондентов на опрос и проведение оценки индивидуальных результатов представленных методик.

Статистическая обработка проводилась с использованием программного пакета Statistica 8.0 для WindowsXP. Данные представлены в виде медианы (Me), первого и третьего квартилей (Q1 и Q3 соответственно). Для оценки достоверных межгрупповых различий использовался U-критерий Манн-Уитни для несвязанных выборок. Корреляционные связи оценивали при помощи коэффициента корреляции Спирмена (SR). Достоверным считали значение $p < 0,05$.

1.3 Результаты и их обсуждение

Результаты анализа и достоверные отличия данных теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана и методики «Диагностика эмоционального выгорания» в группах сравнения представлены в таблице 2 и на рисунке.

При оценке результатов теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана по всем трем шкалам сумма баллов оказалась достоверно выше в группе 1 по сравнению с группами 2 и 3, а в группе 2 по сравнению с группой 3, что свидетельствует о снижении уровня волевой саморегуляции спортсменов в процессе увеличения количества и усугубления тяжести перенесенных травм.

При анализе результатов методики «Диагностика уровня эмоционального выгорания» по шкале «истощение» сумма баллов оказалась достоверно выше в группе

Таблица 1

Характеристика групп сравнения по данным интервью

Table 1

Characteristics of comparison groups according to the interview

Характеристика/ Characteristics	Группы/Groups		
	Группа 1 (n=20)/Group 1 (n=20)	Группа 2 (n=20)/Group 2 (n=20)	Группа 3 (n=20)/Group 3 (n=20)
Количество травм средней степени тяжести за последние 5 лет/The number of moderate-degree injuries in the last 5 years	Менее 4	5-7	Более 7
Количество тяжелых травм за последние 5 лет/The number of serious injuries in the last 5 years	0	1	2-3
Факт и продолжительность ограничения тренировочной и соревновательной деятельности/The fact and duration of the restriction of training and competitive activities	Не было	1-2 месяца	6-9 месяцев
Способ лечения травм/ Method of treatment of injuries	Консервативный, либо лечение не проводилось	Консервативный	Консервативный и оперативный

n – количество испытуемых/number of subjects

3 по сравнению с группами 1 и 2 и в группе 2 по сравнению с группой 1 соответственно. В то же время по шкале «Резистенция», сумма баллов в группе 2 достоверно превышала аналогичный показатель в группах 1 и 3. Примечательно, что достоверных межгрупповых отличий при оценке результатов методики по шкале «напряжение» обнаружено не было.

Анализ коэффициентов корреляции (табл. 3) обнаружил достоверную положительную корреляционную связь между величинами суммы баллов по общей шкале и шкале «самообладание» в группах 1 и 3, и в группах 2 и 3 по общей шкале и шкале «настойчивость» по результатам теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана. Кроме того, по данным этой методики достоверная корреляционная связь была выявлена между значениями суммы баллов по шкалам «настойчивость» и «самообладание» в группе 3.

В группе 2 достоверные положительные корреляционные связи были выявлены между величинами суммы баллов по шкалам «напряжение» и «истощение» по методике «Диагностика эмоционального выгорания». К тому же в группе 2 была обнаружена достоверная корреляционная связь между суммой баллов по шкале «истощение» и величиной суммы баллов по общей шкале теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана.

Таким образом, полученные результаты позволяют сформировать психологический «портрет» профессиональных самбистов мужского пола в свете перенесенной спортивной травмы в относительном сравнении.

«Разнополярные» позиции по выраженности волевой саморегуляции заняли респонденты 1 и 3 групп, тогда как испытуемые 2 группы представляют «экватор» с позиции волевой саморегуляции у профессиональных мужчин-самбистов, перенесших спортивные травмы.

Спортсмены 1 группы по результатам исследования оказались более эмоционально зрелыми, активными, целеустремленными и самостоятельными. Их характеризуют выраженное чувство собственного долга, развитые навыки рефлексии личных мотивов. Они планомерно реализуют возникшие намерения, умеют распределять усилия и способны контролировать свои поступки. Вместе с тем стремление к постоянному самоконтролю, чрезмерное сознательное ограничение спонтанности может приводить к повышению внутренней напряженности. Для них может быть свойственно нарастание внутренней напряженности, связанной со стремлением проконтролировать собственное поведение и тревогу по поводу его спонтанности. Для таких людей в большей степени характерно трепетное соблюдение социальных норм, стремление полностью подчинить им свое поведение, хотя именно они чаще проявляют тенденции к новаторству и радикализму [17].

Спортсмены 3 группы оказались более чувствительными, гибкими, эмоционально неустойчивыми и ранимыми, неуверенными в себе. Рефлексивность у них невысока, а активность снижена. Им свойственна импульсивность, неустойчивость намерений, что может быть связано с незрелостью личности. К тому же они более лабильны и склонны к вольной трактовке социальных норм [17].

Таблица 2

Результаты и их достоверные отличия теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана и методики «Диагностика эмоционального выгорания» в группах сравнения

Table 2

Significant differences of the results of test-questionnaire of A.V. Zverkov and E. V. Eydman and method of «Diagnostics of emotional burnout» in comparison groups

Методика/Method	Шкалы/ Scale	1 группа/group 1 (n=20)			2 группа/group 2 (n=20)			3 группа/group 3 (n=20)			P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
		Q ₁	Me	Q ₃	Q ₁	Me	Q ₃	Q ₁	Me	Q ₃			
Тест-опросник А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана/ The test-questionnaire of A.V. Zverkov and E. V. Eydman	ОШ	17,0	19,0	21,5	10,0	12,0	13,0	6,0	8,0	10,0	0,001	0,001	0,003
	ШН	12,0	13,0	14,0	8,0	9,0	10,0	5,0	5,5	8,0	0,001	0,001	0,001
	ШС	8,0	9,0	11,0	5,5	6,5	7,5	4,0	4,5	5,0	0,001	0,001	0,001
«Диагностика уровня эмоционального выгорания»/"Diagnostics of emotional burnout"	Шн	25,0	30,0	37,5	30,0	36,0	40,0	31,0	36,0	37,5	0,250	0,256	0,665
	ШР	25,5	32,0	55,0	49,0	57,0	65,5	25,0	44,0	61,0	0,006	0,358	0,039
	ШИ	20,0	24,0	28,0	25,0	44,0	45,5	64,5	69,0	71,0	0,005	0,001	0,001

p₁₋₂ – значение уровня достоверности, при сравнении результатов 1 и 2 групп;

p₁₋₃ – значение уровня достоверности, при сравнении результатов 1 и 3 групп;

p₂₋₃ – значение уровня достоверности, при сравнении результатов 2 и 3 групп.

p₁₋₂ – value of confidence level, when comparing results of groups 1 and 2

p₁₋₃ – value of confidence level, when comparing results of groups 1 and 3

p₂₋₃ – value of confidence level, when comparing results of groups 2 and 3

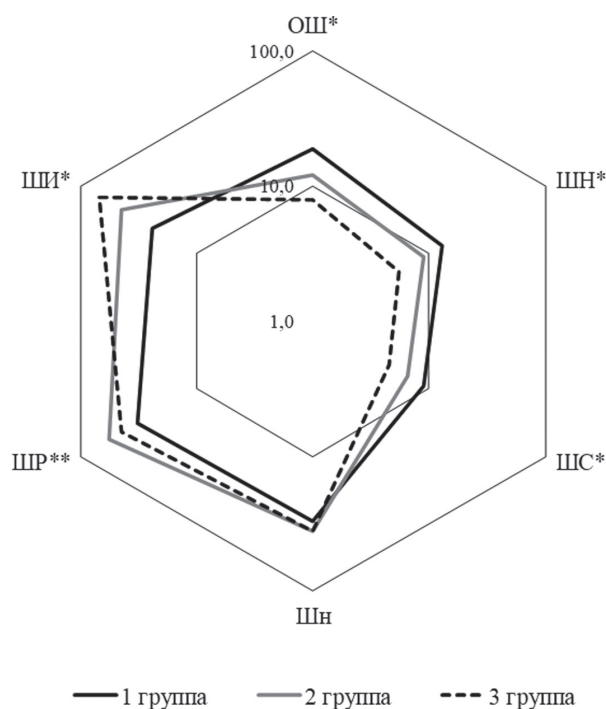


Рис. Результаты (Me, логарифмическая шкала) и их достоверные отличия теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана и методики «Диагностика эмоционального выгорания» в группах сравнения.

Pic. Significant differences of the results (Me, logarithmic scale) of test-questionnaire of A.V. Zverkov and E. V. Eydman and method of «Diagnostics of emotional burnout» in comparison groups

* - достоверные межгрупповые отличия p₁₋₂, p₁₋₃, p₂₋₃ по соответствующим шкалам/significant intergroup differences p₁₋₂, p₁₋₃, p₂₋₃ according to the scales

** - достоверные межгрупповые отличия p₁₋₂, p₂₋₃ по соответствующим шкалам/significant intergroup differences p₁₋₂, p₂₋₃ according to the scales

Таблица 3

Достоверные значения коэффициентов корреляции Спирмена (SR) результатов теста-опросника А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана и методики «Диагностика эмоционального выгорания» в группах сравнения

Table 3

Significant values of the coefficients of Spearman correlation (SR) of the results of the test-questionnaire of A.V. Zverkov and E. V. Eydman and method of «Diagnostics of emotional burnout» in the comparison groups

Группа/Group	Шкалы/Scales		Коэффициент Спирмена(SR)/Spirmen coefficient
1 группа/Group 1 (n=20)	ОШ	ШС	0,506
2 группа/Group 2 (n=20)	ОШ	ШН	0,739
	ШН	ШИ	0,648
3 группа/Group 3 (n=20)	ОШ	ШН	0,763
	ОШ	ШС	0,552
	ОШ	ШИ	0,467
	ШН	ШС	0,877

Результаты оценки выраженности эмоционального выгорания обнаружили большую степень эмоционального истощения и отстраненности, одновременно связанных с возникновением психовегетативных и психосоматических явлений, в процессе нарастания количества и усугубления тяжести спортивных травм у испытуемых. В то же время проявления неадекватного избирательного эмоционального реагирования, эмоционально-нравственной дезориентации и расширения сферы экономии эмоций [18], более выражены у спортсменов 2 группы, что может служить признаком защитного реагирования, которое нивелируется при усугублении тяжести и увеличении количества спортивных травм, вероятно за счет напряжения системы психологической адаптации, о чем свидетельствует достоверная положительная корреляционная связь между выраженностью эмоционального истощения и уровнем волевой саморегуляции в группе 3.

1.4 Выводы

В процессе увеличения количества и усугубления тяжести перенесенных спортивных травм у професси-

ональных самбистов-мужчин наблюдается сниженный уровень волевой саморегуляции и возникает эмоциональное выгорание, которое характеризуется эмоциональной дестабилизацией и напряжением системы психологической адаптации в результате усугубления тяжести и увеличения количества перенесенных спортивных травм.

Результаты исследования требуют двунаправленного комплекса мер. Во-первых, представляется необходимым внедрение реабилитационного комплекса, который должен включать помимо мероприятий, направленных на восстановление соматического здоровья профессионального спортсмена, адекватный инструмент психологической помощи, ориентированный на рост волевой саморегуляции и предупреждение прогрессирования эмоционального выгорания. Во-вторых, важно интенсифицировать мероприятия по предупреждению профессиональной травмы у спортсменов и разработать систему прогнозирования спортивных травм, основанную на прицельной оценке психологических черт профессиональных спортсменов, с целью выявления групп риска спортивной травматизации.

Список литературы

1. Ильин Е.П. Психология спорта (Серия «Мастера психологии»). СПб.: Питер, 2012. 352 с.
2. Ачкасов Е.Е., Пузин С.Н., Литвиненко А.С., Куршев В.В., Безуглов Э.Н. Влияние вида спорта и возраста спортсменов на особенности патологических изменений опорно-двигательного аппарата // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. №11-12. С.80-83.
3. Svensson K., Alricsson M., Olausson M., Werner S. Physical performance tests – a relationship of risk factors for muscle injuries in elite level male football players // Journal of Exercise Rehabilitation. 2018. №4. P.282-288. DOI: 10.12965/jer.1836028.014.

References

1. Ilyin EP. Psychology of sports (Series «Masters of psychology»). Saint-Petersburg: Piter; 2012. Russian.
2. Achkasov EE, Puzin SN, Litvinenko AS, Kurshev VV, Bezuglov JeN. The effects of different types of sport and athletes on pathological changes of the musculoskeletal system. Annals of the Russian Academy of medical Sciences. 2014;(11-12):80-3. Russian.
3. Svensson K, Alricsson M, Olausson M, Werner S. Physical performance tests – a relationship of risk factors for muscle injuries in elite level male football players. Journal of Exercise Rehabilitation. 2018;(4):282-8. DOI: 10.12965/jer.1836028.014.
4. Flanagan SD, Sinnott AM, Krajewski KT, Johnson CD, Eagle SR, LaGoy AD et al. Prevention of exertional lower body

4. **Flanagan S.D., Sinnott A.M., Krajewski K.T., Johnson C.D., Eagle S.R., LaGoy A.D. et al.** Prevention of exertional lower body musculoskeletal injury in tactical populations: protocol for a systematic review and planned meta-analysis of prospective studies from 1955 to 2018 // *System Reviews*. 2018. №7. P.73. DOI: 10.1186/s13643-018-0730-9.

5. **Чайников П.Н., Черкасова В.Г., Кулеш А.М.** Когнитивные функции и умственная работоспособность спортсменов игровых видов спорта // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2017. №1. С.79-85. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.79.

6. **Da Silva RT.** Sports injuries of the upper limbs // *Revista Brasileira De Ortopedia*. 2015. №45. P.122-131. DOI: 10.1016/S2255-4971(15)30280-9.

7. **Починкин А.В.** Противостояние любительского и профессионального спорта в олимпийском движении: историко-теоретический анализ // *Теория и практика физической культуры*. 2005. №5. С.14-18.

8. **Ломов Б.Ф., Коссов Б.Б., Конопкин О.А.** Теоретические проблемы самоконтроля и управления спортивной деятельностью // *Сборник «Познавательные процессы у спортсменов»*. 1976. Т.2. С.9-30.

9. **Злоказов К.В.** Эмпирический анализ типов деструктивности сотрудников правоохранительных органов // *Юридическая наука и правоохранительная практика*. 2014. №4. С.195-201.

10. **Моросанова В.И., Аронова Е.А.** Самосознание и саморегуляция поведения. М.: «Институт психологии РАН», 2007. 215 с.

11. **Антропов Е.С., Черкасова В.Г., Муравьев С.В., Крылова И.В.** Сравнительная характеристика состояния костно-мышечной и вегетативной нервной систем скалолазов детского и подросткового возраста в зависимости от уровня спортивного мастерства // *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2016. Т.11, №4. С.195-202. DOI: 10.14526/01_1111_167.

12. **Barroso G.C., Thiele E.S.** Muscle injuries in athletes // *Revista Brasileira De Ortopedia*. 2015. Vol.46, №4. P.354-358. DOI: 10.1016/S2255-4971(15)30245-7.

13. **Кравцова Е.Ю., Обухов А.В.** Состояние адаптационно-компенсационных систем у детей с органическими поражениями мозга в процессе учебного года по данным вариационной кардиоинтервалографии // *Медицинский альманах*. 2012. №5. С.119-121.

14. **Китаева М.В.** Психология победы в спорте: учебное пособие (Серия «Психологический факультет»). Рн/Д.: Феникс, 2006. 203 с.

15. **Pranjic N., Males-Bilic L.** Work ability index, absenteeism and depression among patients with burnout syndrome // *Materia Socio Medica*. 2014. №26. P.249-252. DOI: 10.5455/msm.2014.249-252.

16. **Алексеев С.В., Гостев Р.Г., Курамшин Ю.Ф.** Физическая культура и спорт в Российской Федерации: новые вызовы современности: Монография. М.: Теория и практика физической культуры, 2013. 780 с.

17. **Райгородский Д.Я.** Психологическое консультирование. Практическое руководство. Самара: Бахрах-М, 2016. 824 с.

18. **Баданина Л.П.** Диагностика и развитие познавательных процессов. Практикум по общей психологии. М.: Флинта, 2017. 160 с.

musculoskeletal injury in tactical populations: protocol for a systematic review and planned meta-analysis of prospective studies from 1955 to 2018. *System Reviews*. 2018;(7):73. DOI: 10.1186/s13643-018-0730-9.

5. **Chainikov PN, Cherkasova VG, Kulesh AM.** Cognitive functions and mental performance of team sports athletes. *Sports medicine: science and practice*. 2017;(1):79-85. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.79.

6. **Da Silva RT.** Sports injuries of the upper limbs. *Revista Brasileira De Ortopedia*. 2015;45:122-31. DOI: 10.1016/S2255-4971(15)30280-9.

7. **Pochinikin AV.** The opposition of Amateur and professional sports in the Olympic movement: a historical-theoretical analysis. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2005;(5):14-8. Russian.

8. **Lomov BF, Kossov BB, Konopkin OA.** Theoretical problems of self-control and management of sports activity. Collection «Cognitive Processes in Athletes». 1976;(2):9-30. Russian.

9. **Zlokazov KV.** Empirical analysis of types of destructive law enforcement officers. *Legal Science and Law Enforcement Practice*. 2014;(4):195-201. Russian.

10. **Morosanova VI, Aronova EA.** Consciousness and self-regulation of behavior. Moscow: Institute of Psychology of RAS; 2007. Russian.

11. **Antropov ES, Cherkasova VG, Muravev SV, Krylova IV.** The comparative characteristic of cone-muscular and autonomic nervous systems condition of childhood and adolescence ages mountain climbers, depending on the level of sportsmanship. *Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sport*. 2016;(4):195-202. Russian. DOI: 10.14526/01_1111_167.

12. **Barroso GC, Thiele ES.** Muscle injuries in athletes. *Revista Brasileira De Ortopedia*. 2015;46:354-8. DOI: 10.1016/S2255-4971(15)30245-7.

13. **Kravцова EYu, Obuhov AV.** State of adaptive-compensation systems in children with organic brain lesions during the school year according to the data of the variation cardiointervalography. *Medical Almanac*. 2012;(5):119-21. Russian.

14. **Kitaeva MV.** Psychology of victory in sports: textbook (Series «Psychological Faculty»). Rostov-on-Don: Feniks; 2006. Russian.

15. **Pranjic N, Males-Bilic L.** Work ability index, absenteeism and depression among patients with burnout syndrome. *Materia Socio Medica*. 2014;26:249-52. DOI: 10.5455/msm.2014.249-252.

16. **Alekseev SV, Gostev RG, Kuramshin YuF.** Physical culture and sport in the Russian Federation: new challenges of our time: Monograph. Moscow: Theory and practice of Physical Culture; 2013. Russian.

17. **Raigorodskiy DYa.** Psychological consultation. Practical guide. Samara: Bahrah-M; 2016. Russian.

18. **Badanina LP.** Diagnosis and development of cognitive processes. Workshop on General psychology. Moscow: Flint; 2017. Russian.

Сведения об авторах:

Миков Дмитрий Рудольфович, методист научно-образовательного центра спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России. ORCID ID: 0000-0001-8114-7861

Черкасова Вера Георгиевна, заведующая кафедрой медицинской реабилитации, спортивной медицины, физической культуры и здоровья, директор научно-образовательного центра спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, профессор, д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-7372-6457

Муравьев Сергей Владимирович, доцент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физической культуры и здоровья ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-3342-4710 (+7 (952) 339-02-89, sergey89.m@mail.ru)

Чайников Павел Николаевич, доцент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физической культуры и здоровья ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-3158-2969

Кулеш Анна Михайловна, доцент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физической культуры и здоровья ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-8991-0531

Information about the authors:

Dmitriy R. Mikov, Methodist of the Scientific-Educational Center of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the E.A. Wagner Perm State Medical University ORCID ID:0000-0001-8114-7861

Vera G. Cherkasova, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Director of the Scientific-Educational Center of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the E.A. Wagner Perm State Medical University ORCID ID:0000-0002-7372-6457

Sergey V. Muravev, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health of the E.A. Wagner Perm State Medical University ORCID ID:0000-0002-3342-4710 (+7 (952) 339-02-89, sergey89.m@mail.ru)

Pavel N. Chainikov, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health of the E.A. Wagner Perm State Medical University ORCID ID:0000-0002-3158-2969

Anna M. Kulesh, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health of the E.A. Wagner Perm State Medical University ORCID ID:0000-0002-8991-0531

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 02.02.2018

Принята к публикации: 18.02.2018

Received: 2 February 2018

Accepted: 18 February 2018

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



К 65-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЕКСАНДРА ВИКТОРОВИЧА КАРАУЛОВА

11 мая 2018 года исполнится 65 лет со дня рождения Караулова Александра Викторовича – известного российского ученого, академика РАН, заслуженного деятеля науки РФ, заведующего кафедрой клинической иммунологии и аллергологии Первого МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовского Университета).

Вся научная деятельность А.В. Караулова связана с иммунологией. Он получил классическое иммунологическое образование, работал в ведущих иммунологических центрах, принимал деятельное участие в организации иммунологического сообщества в нашей стране.

Уже первые научные исследования А.В. Караулова выявили биологические характеристики различных субпопуляций иммунокомпетентных клеток, что позволило создать и внедрить оригинальную методологию оценки состояния иммунной системы человека и животных. В дальнейшем им получены новые данные о регуляции иммунных реакций в норме и при патологии человека и установлены новые клеточные и молекулярные механизмы вторичных иммунодефицитов. Работы последнего десятилетия посвящены исследованию механизмов мукозального иммунитета респираторного и урогенитального тракта, изучению иммунорегуляторной роли растворимых форм мембранных антигенов клеток иммунной системы человека в норме и при патологии, иммуномониторингу при применении лекарственных пре-

паратов и клеточной терапии, созданию инновационных технологий диагностики и лечения иммунозависимых заболеваний. Особое внимание академик А.В. Караулов уделяет развитию технологий восстановления стрессиндуцированных изменений в системе иммунитета, в том числе и при занятиях спортом.

А.В. Караулов активно участвует в реализации научно-технического сотрудничества с ведущими биомедицинскими центрами, работал в Институте Пастера в Париже в рамках программы ЮНЕСКО «Человек против вируса», в Тропическом центре, учился и успешно закончил Гарвардские курсы по менеджменту биомедицинских исследований, курсы ВОЗ по клиническим исследованиям, являлся активным участником и приглашенным лектором на международных форумах, школах и семинарах по иммунологии, редактировал международные журналы «Медикал Маркет» и «Практикующий врач». В настоящее время – член редколлегий двух международных журналов: «International Archives of Allergy and Immunology», «Molecular Medicine Reports».

Караулов А.В. – председатель комиссии здравоохранения Российской ассоциации содействия ООН, в качестве советника и эксперта – член российских делегаций на Исполкомах, Генассамблеях, комитетах ВОЗ, активный участник международных форумов и съездов, являлся представителем стран Восточной Европы в комитете

ВОЗ/ЮНФПА/ ЮНИСЕФ. В настоящее время координирует исследования по молекулярной аллергологии в Первом МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовском Университете) в рамках Международной сети медицинских Университетов и факультетов последипломного медицинского образования по Молекулярной Аллергологии и Иммунологии (INUNIMAI). В 2018 году эта работа была отмечена Премией Признания INUNIMAI в честь пятилетнего юбилея этой организации и признания заслуг Сеченовского Университета в научной и образовательной деятельности в области молекулярной аллергологии. Активно участвует в Проекте по повышению конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров «5-100». В 2014-2016 годах организовал лабораторию молекулярной иммунологии в «Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского», а в 2018 – лабораторию иммунопатологии в Первом МГМУ имени И.М. Сеченова.

А.В. Караулов проявил себя как активный ученый и педагог: он автор первых учебников, атласов и учебных пособий по клинической иммунологии и аллергологии, тридцати монографий и книг, победитель открытого конкурса Совета ректоров медицинских вузов страны – «Лучший преподаватель медицинского вуза» в номинации «За подготовку научно-педагогических кадров». А.В. Караулов – председатель Экспертного Совета ВАК по медико-профилактическим наукам, руководитель научной школы по клинической иммунологии и онкоиммунологии, отме-

ченной Советом по грантам Президента РФ и грантами РФФИ. Избран заместителем руководителя медико-биологической секции Отделения медицинских наук РАН. Работает экспертом РАН, РНФ, Минобрнауки, членом профильной комиссии по аллергологии и иммунологии Минздрава России членом Секции Межведомственного совета по присуждению премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники, главным внештатным консультантом по иммунологии Медцентра УД Президента РФ.

А.В. Караулов – руководитель научной школы по клинической иммунологии. Он автор первых в России учебников, атласов и учебных пособий по клинической иммунологии. Им подготовлено 17 докторов и 30 кандидатов наук. Он опубликовал более 600 печатных работ, включая 460 статей в международных и отечественных реферируемых журналах, получил 11 патентов.

Награжден орденом Почета, медалью Ордена «За заслуги перед Отечеством 2 степени», другими правительственными и ведомственными медалями, знаками и грамотами. А.В. Караулов – лауреат премии Москвы в области медицины за 2009 год, премии Правительства Российской Федерации в области образования за 2012 год и премии Правительства в области науки и техники за 2017 год.

Редакция журнала «Спортивная медицина: наука и практика» поздравляет члена редколлегии Александра Викторовича Караулова с юбилеем и желает ему здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!