

ISSN: 2223-2524

eISSN: 2587-9014

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3>



Спортивная Медицина:

наука и практика



T. 10 №3

2020

Sports
Medicine:

research and practice



ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СЕЧЕНОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Самое современное оборудование
Лучшие специалисты в области реабилитации
Круглосуточный стационар с палатами класса люкс
Безбарьерная среда для маломобильных пациентов
Полный цикл реабилитации в одном здании



ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 9
+7 (977) 860-50-03
www.sechenov.rehab





СЕЧЕНОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



КЛИНИКА ЛУЖНИКИ
спортивная медицина

УЧРЕДИТЕЛИ:

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2
Автономная некоммерческая организация «Клиника Спортивной Медицины-Лужники»
119048, Москва, ул. Лужники, д. 24
Ачкасов Евгений Евгеньевич
121309, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 15/16

Спортивная медицина: наука и практика

научно-практический журнал

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Назначение журнала «Спортивная медицина: наука и практика» — обеспечение спортивных врачей и других специалистов в области спортивной медицины (врачи сборных команд и клубов, врачебно-спортивных диспансеров, фармакологов, кардиологов, травматологов, психологов, физиотерапевтов, специалистов функциональной диагностики и т.д.) информацией об отечественном и зарубежном опыте и научных достижениях в сфере спортивной медицины, антидопингового обеспечения спорта и реабилитационных программ для спортсменов.

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 (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)

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

Ханферьян Р.А. — проф., д.м.н., профессор каф. иммунологии и аллергологии РУДН (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)

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

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

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

Николенко В.Н. — проф., д.м.н., 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)

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 РМАНПО (Россия, Москва) (*Медико-социальная экспертиза и медико-социальная реабилитация*)*

Середа А.П. — д.м.н., профессор каф. восстановительной медицины, лечебной физкультуры и спортивной медицины (курортологии и физиотерапии) Института повышения квалификации 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-Г» (Россия, Москва)

Збигнев Вашкевич — доктор медицины, профессор каф. физического воспитания Академии физического воспитания им. Ежи Кукучки (Польша, Катовицы)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Бернарди Марко — доктор медицины, профессор каф. физиологии и фармакологии «Витторио Эспамер» Университета Салиенца (Италия, Рим)

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 — проф., доктор медицины, 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 здоровью (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



СЕЧЕНОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



КЛИНИКА ЛУЖНИКИ
СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

Founded by:

Sechenov First Moscow State Medical University
(Sechenov University)
8-2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia
Luzhniki Sports Medicine Clinic
24, Luzhniki str., Moscow, 119048, Russia
Evgeny E. Achkasov
15/16, pr-d 1-j Volokolamskij,
Moscow, 121309, Russia

Sports Medicine: Research and Practice

research and practical journal

FOCUS AND SCOPE

“Sports medicine: research and practice” journal provides information for physicians (team physicians, prophylactic centers doctors, pharmacists, cardiologists, traumatologists, psychologists, physiotherapists, functional diagnosticians) based on native and foreign experience and scientific achievements in sports medicine, doping studies and rehabilitation programs for athletes.

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 (Moscow, Russia)

ASSOCIATE EDITORS:

Boris Polyakov — 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)

SCIENTIFIC EDITOR:

Roman Khanferyan — M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Immunology and Allergology of The Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (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. Yevdokimov 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., 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)

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 (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

Zbigniew Waśkiewicz — M.D., Professor of the Faculty of Physical Education of the Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education (Poland, Katowice)

EDITORIAL COUNCIL:

Marco Bernardi — M.D., Professor of the Department of Physiology and Pharmacology «Vittorio Ersipamer» of the Sapienza University of Rome (Rome, Italy)

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 генетика
- Спортивная гигиена
- Спортивное питание
- Спортивная психология
- Спортивная травматология
- Фармакологическая поддержка
- Физиология и биохимия спорта
- Функциональная диагностика
- Новости спортивной медицины

Виды публикуемых материалов:

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

Издатель:

Некоммерческое партнерство «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП «НЭИКОН»)

115114, Москва, ул. Летниковская, д. 4, стр. 5, офис 2.4

тел./факс: +7 (499) 754-99-94

<https://neicon.ru/>

Заведующая редакцией журнала:

Юрку Ксения Алексеевна

Тел.: +7 (926) 648-78-64

E-mail: info@smjournal.ru

Редакция:

119435, Россия, Москва, Большая Пироговская улица, 2с9

Типография:

ООО «БЕАН», 603003, Россия, Нижний Новгород, ул. Баррикад, д. 1

Сайт:

smjournal.ru

neicon.ru

Подписано в печать 25.11.2020

Формат 60x90/8

Тираж 1000 экз.

Цена договорная

Периодическое печатное издание «Спортивная медицина: наука и практика» зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, Выписка из реестра зарегистрированных средств массовой информации по состоянию на 31.05.2019 г. серия ПИИ № ФС77-75872 от «30» мая 2019 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.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License. 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

© Спортивная медицина: наука и практика, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Спортивное питание

В.Н. Ким, Г.А. Просекин, Ю.Н. Федосов, Е.В. Ломазова, С.А. Парастаев
Дегидратация юных спортсменов: методы диагностики, коррекция реологии крови, водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса с помощью изотонического специализированного напитка на основе апифитокомпонентов 5

М.М. Коростелева, И.В. Кобелькова, Р.А. Ханферьян
Нутритивная поддержка в спорте: Часть I. Роль макронутриентов в повышении выносливости спортсменов (обзор зарубежной литературы) 18

Физиология и биохимия спорта

Р.А. Ханферьян, И.В. Радьш, В.В. Суворцев, М.М. Коростелева, И.В. Алешина
Значение физической активности в регуляции противовирусного иммунитета 27

Н.Г. Коновалова, А.С. Штоль
Особенности постуральной регуляции регбистов по данным стабилометрии 40

Реабилитация

С.Н. Деревцова
Восстановление движений в верхней конечности: параллели между соматотипами обследованных 47

О.Д. Лебедева
Методы физической реабилитации при идиопатической пароксизмальной фибрилляции предсердий 54

И.Е. Зеленкова, Д.С. Ильин, В.А. Бадтиева
Возвращение к тренировкам после коронавируса (SARS-CoV-2/COVID-19) 60

Функциональная диагностика

С.В. Гудимов, А.Н. Шкрёбо, И.А. Осетров, В.М. Шаймарданов
Анализ адаптационного эффекта у легкоатлетов на предсоревновательном этапе годового учебно-тренировочного макроцикла 67

А.С. Самойлов, Р.В. Никонов, В.И. Пустовойт, М.С. Ключников
Применение методики анализа вариабельности сердечного ритма для определения индивидуальной устойчивости к токсическому действию кислорода 73

Организация медицины спорта

И.И. Манакин, Е.С. Манакина
Современное состояние врачебно-физкультурной службы в Рязанской области: основные тенденции и пути развития 81

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

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
eLIBRARY.RU

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 Genetics
- Sports Hygiene
- Sports Supplements
- Sports Psychology
- Sports Traumatology
- Sports Pharmacology
- Sports Physiology and Biochemistry
- Functional Testing
- Sports Medicine News

TYPES OF PUBLISHED MATERIALS:

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

Publisher:

Non-Profit Partnership "National Electronic Information Consortium" (NEICON)
4, bldng 5, of. 2.4, Letnikovskaya str., Moscow, 115114, Russia
tel./fax: +7 (499) 754-99-94
<https://neicon.ru/>

Managing editor:

Kseniya A. Yurku
Mobile: +7 (926) 648-78-64
E-mail: info@smjournal.ru

Editorial Office:

2-9, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, 119435, Russia

Printed by

LLC BEAN
1, Barrikad str., Nizhny Novgorod, 603003, Russia

Websites:

smjournal.ru
neicon.ru

Published: 25 November 2020
60x90 / 8 Format
1000 Copies

Media Outlet Registration Certificate PI № FS77-75872, May 30, 2019.

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.

Content is distributed under Creative Commons Attribution 4 License. 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

© Sports medicine: research and practice, 2020

CONTENTS

Sports Supplements

Vitaliy N. Kim, Georgii A. Prosekin, Yuriy N. Fedosov, Elena V. Lomazova, Sergey A. Parastaev
Dehydration of young athletes: diagnostic methods, correction of blood rheology, water-electrolyte and acid-base balance using an isotonic specialized drink based on apian and herbal components. 5

Margarita M. Korosteleva, Irina V. Kobelkova, Roman A. Khanferyan
Nutritional support in sports: Part I. The role of macronutrients in increasing of endurance of athletes (review of foreign literature) 18

Sports Physiology and Biochemistry

Roman A. Khanferyan, Ivan V. Radysh, Viktor V. Surovtsev, Margarita M. Korosteleva, Irina V. Aleshina
The importance of physical activity in the regulation of anti-viral immunity. 27

Nina G. Konovalova, Alexandr S. Shtol'
Features of rugby players' postural regulation by stabilometry data. 40

Rehabilitation

Svetlana N. Derevtsova
The upper limb movement recovery: parallels between the patients somatotypes. 47

Olga D. Lebedeva
Physical rehabilitation in idiopathic paroxysmal atrial fibrillation. 54

Irina E. Zelenkova, Danil S. Ilyin, Victoria A Badtieva
Return to training after coronavirus (SARS-CoV-2/COVID-19) infection. 60

Functional Testing

Stanislav V. Gudimov, Alexander N. Shkrebko, Igor A. Osetrov, Vadim M. Shaimardanov
Analysis of the adaptive effect in female athletes at the pre-competition stage of the annual educational and training macrocycle 67

Alexander S. Samoilov, Roman V. Nikonov, Vasily I. Pustovoit, Mikhail S. Kljuchnikov
Using heart rate variability to determine individual resistance to the hyperbaric oxygen toxicity. 73

Sports Medicine Management

Ivan I. Manakin, Ekaterina S. Manakina
The current state of the medical and physical education service in Ryazan region: The main trends and ways of development. 81

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



<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.5>

УДК 616.151.11-07-08:577.171.53:612.121.3:[615.324:638.1]: 663.635:796.015.84/.86-053.67

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Дегидратация юных спортсменов: методы диагностики, коррекция реологии крови, водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса с помощью изотонического специализированного напитка на основе апифитокомпонентов

В.Н. Ким^{1,*}, Г.А. Просекин¹, Ю.Н. Федосов², Е.В. Ломазова³, С.А. Парастаев⁴

¹ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия

² АУ «Югорский колледж-интернат олимпийского резерва», Ханты-Мансийск, Россия

³ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации»
Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет
им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Оценить гидратацию у юных спортсменов после 1-месячного приема специализированного изотонического напитка для детей на основе апифитокомпонентов F25 IsoDrink Light (IsoDrink-L). **Материалы и методы.** Из 76 юных спортсменов до 18 лет, из которых 70 человек из Югорского колледжа-интерната олимпийского резерва г. Ханты-Мансийска (хоккей с шайбой, плавание, лыжи, биатлон), 6 пловцов высокой квалификации из Центра плавания г. Санкт-Петербурга, в основную группу включили 42 спортсмена с месячным курсом IsoDrink-L. Группа контроля включала 34 человека, которые применяли способы регидратации, принятые в колледже (вода и регулярно приобретаемый изотоник «Х»). Гидратация изучалась с помощью импедансной оценки состава тела, включая расчет общего количества жидкости (ОКЖ), а также внутри- и внеклеточной жидкости (ВнутриКЖ и ВнеКЖ), соотношения ВнеКЖ/ОКЖ и опроса участников о способе регидратации (водой или изотоником). Также оценивались биохимический состав крови, удельная плотность и цвет утренней мочи до и после месячного курса изотоника. **Результаты.** Биоимпедансное измерение количества и соотношения воды организма в сочетании с оценкой гематокрита, натрия, калия, мочевины и лактата в крови, а также удельной плотности и цвета утренней мочи позволило обнаружить дегидратацию у всех спортсменов до приема изотоника. Была детализирована картина обезвоживания в виде клеточной гипергидратации, внеклеточной гипогидратации, гипонатриемии, гиповолемии, «сгущения и закисления» крови. Месячный курс изотоника продемонстрировал его эффективность, дегидратация у спортсменов была устранена. В группе контроля положительной динамики не отмечено, что ставило вопрос о неэффективности изотоника «Х» и вредности воды, которая в 95 % случаев использовалась в качестве средства регидратации. Высокую эффективность IsoDrink-L и биоимпедансного метода подтверждали обратная корреляция ВнеКЖ/ОКЖ с уровнем гематокрита ($r = -0,71$; $p < 0,0001$) и лактата ($r = -0,56$; $p < 0,0001$), ВнеКЖ с уровнем гематокрита ($r = -0,65$; $p < 0,0001$) и лактата ($r = -0,56$; $p < 0,0001$). Соотношения ВнеКЖ/ОКЖ с удельной плотностью мочи ($r = -0,74$; $p < 0,0001$) и ее цветом ($r = -0,65$; $p < 0,0001$), а также прямые корреляции ВнутриКЖ с удельной плотностью мочи ($r = 0,79$; $p < 0,0001$) и ее цветом ($r = 0,87$; $p < 0,0001$). **Заключение.** Бесконтрольная гидратация, особенно водой, не позволяет поддерживать баланс натрия и жидкости у юных спортсменов, в результате возникает внутриклеточная гипергидратация, внеклеточная гипогидратация, гипонатриемия, полицитемическая гиповолемия, ухудшение реологии крови, ее сгущение и закисление. До 95 % юных атлетов проводят регидратацию водой, не подозревая, что этим только усиливают дегидратацию. До 5 % юных спортсменов высокой квалификации применяют изотоники, не зная, эффективны ли они. Изотоник F25 IsoDrink Light вошел в Формуляр ФМБА как специализированный изотонический напиток для юных спортсменов сборных РФ.

Ключевые слова: реология крови, полицитемическая гиповолемия, обезвоживание, гипонатриемия, кислотно-щелочной баланс, детский спорт, специализированный изотоник

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ким В.Н., Просекин Г.А., Федосов Ю.Н., Ломазова Е.В., Парастаев С.А. Дегидратация юных спортсменов: методы диагностики, коррекция реологии крови, водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса с помощью изотонического специализированного напитка на основе апифитокомпонентов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(3):5–17. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.5>

Поступила в редакцию: 24.06.2020

Принята к публикации: 1.08.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Dehydration of young athletes: diagnostic methods, correction of blood rheology, water-electrolyte and acid-base balance using an isotonic specialized drink based on apian and herbal components

Vitaliy N. Kim^{1,*}, Georgii A. Prosekin¹, Yuriy N. Fedosov², Elena V. Lomazova³, Sergey A. Parastaev⁴

¹ Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

² Yugorsky College-Boarding School of Olympic Reserve, Khanty-Mansiysk, Russia

³ Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

⁴ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective. To evaluate the hydration in young athletes after a 1-month intake of a specialized isotonic drink for children based on apian and herbal components F25 IsoDrink Light (IsoDrink-L). **Materials and methods.** From 76 young athletes under 18 years old, of which 70 from the Ugra boarding school of the Olympic reserve of Khanty-Mansiysk (ice hockey, swimming, skiing, biathlon) and 6 highly qualified swimmers from the St. Petersburg Swimming Center Petersburg, the main group included 42 athletes with a monthly course of IsoDrink-L. The control group included 34 people who used college rehydration methods (water and regularly purchased isotonic "X"). Hydration was studied using an impedance assessment of body composition, including the calculation of the total amount of fluid (TAF), as well as intracellular and extracellular fluid (Intracell. fluid and Extracell. fluid), the Extracell. fluid/TAF ratio and a survey of participants about the method of rehydration (water or isotonic). The biochemical composition of blood, specific gravity and color of morning urine before and after a monthly course of isotonic were also evaluated. **Results.** Bioimpedance measurement of the amount and ratio of body water in combination with an assessment of hematocrit, sodium, potassium, urea and lactate in the blood, as well as the specific gravity and color of morning urine made it possible to detect dehydration in all athletes before taking isotonic. The picture of dehydration in the form of cellular hyperhydration, extracellular hypohydration, hyponatremia, hypovolemia, blood "thickening and acidification" was detailed. A monthly course of isotonic demonstrated its efficiency, dehydration in athletes was eliminated. In the control group, no positive dynamics were noted, which raised the question of the inefficiency of the isotonic "X" and the harmfulness of water, which in 95 % of cases was used as a means of rehydration. The high efficiency of IsoDrink-L and the bioimpedance method was confirmed by the inverse correlation of Extracell. fluid/TAF with the level of hematocrit ($r = -0.71$; $p < 0.0001$) and lactate ($r = -0.56$; $p < 0.0001$), Extracell. fluid with the level of hematocrit ($r = -0.65$; $p < 0.0001$) and lactate ($r = -0.56$; $p < 0.0001$). The ratios of Extracell. fluid/TAF with the specific gravity of urine ($r = -0.74$; $p < 0.0001$) and its color ($r = -0.65$; $p < 0.0001$), as well as direct correlations of the Intracellular fluid with the specific gravity of urine ($r = 0.79$; $p < 0.0001$) and its color ($r = 0.87$; $p < 0.0001$). **Conclusion.** Uncontrolled hydration, especially with water, does not allow maintaining a balance of sodium and fluid in young athletes, as a result of which there is intracellular hyperhydration, extracellular hypohydration, hyponatremia, polycythemic hypovolemia, worsening of blood rheology, its thickening and acidification. Up to 95 % of young athletes perform rehydration with water, not suspecting that this only enhances dehydration. Up to 5 % of highly qualified young athletes use isotonic, not knowing if they are effective. Isotonic F25 IsoDrink Light entered the FMBA Formula as a specialized isotonic drink for young athletes of the Russian national teams.

Keywords: blood rheology, polycythemic hypovolemia, dehydration, hyponatremia, acid-base balance, children's sports, specialized isotonic

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Kim V.N., Prosekin G.A., Fedosov Yu.N., Lomazova E.V., Parastaev S.A. Dehydration of young athletes: diagnostic methods, correction of blood rheology, water-electrolyte and acid-base balance using an isotonic specialized drink based on apian and herbal components. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):5–17 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.5>

Received: 24 June 2020

Accepted: 1 August 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Известно, что важнейшим фактором, лимитирующим спортивную результативность, является недостаточное потребление атлетами жидкости и, как следствие, гипогидратация организма. Поэтому научный консенсус, основанный на результатах исследований слепым способом, предупреждает, что значительное снижение работоспособности и выносливости начинается с уровня дегидратации 2 % и выше [1]. Недостаток воды в организме усиливает жажду, высвобождение аргинина, вазопрессина и активность функции ренин-ангиотензин-альдостероновой системы для восполнения

общей, внутри- и внеклеточной жидкости. Тем самым оказывая негативное влияние на функционирование сердечно-сосудистой системы [2], проявляющееся учащением сердцебиения, гипотонией, олигурией, а также признаками сгущения крови либо компенсаторной гемодилюцией [3]. Наряду с водой организм теряет соль и контроль над терморегуляцией, что особенно важно для детско-юношеского спорта. Поскольку, в отличие от взрослых, детям требуется большее количество жидкости, так как чувство жажды у них, наступает позже [4]. К тому же общая потеря воды и солей во время умеренной физической нагрузки, в течение 60 мин,

при температуре 20–25 °С даже у юных спортсменов может достигать 1 литра и выше [5].

Поэтому физиологически оправданным способом восполнения воды и соли является регулярное потребление специализированных углеводно-электролитных растворов (УЭР), называемых атлетами, тренерами и производителями «спортивные напитки» [6], в которых обязательными ингредиентами являются углеводы (должно быть не менее двух видов углеводов) и натрий. При этом доказано, что натрий — единственный электролит, добавляемый в УЭР, который дает физиологическое преимущество спортсменам [7]. Относительно включения в напитки кальция, калия и магния — эти компоненты рассматриваются как факультативные, поскольку их восполнение должно полностью обеспечиваться употребляемой пищей. Однако данное утверждение является справедливым лишь при условии, что питание юных спортсменов оптимальное и когда питание является необходимым фактором роста и развития ребенка при правильной организации этапов спортивной подготовки и адаптации к возрастающим нагрузкам [5]. К сожалению, в реальной жизни эти важные установки по-прежнему далеки от воплощения в практику, так же как и соблюдение спортсменами питьевого режима.

В частности, обследование в детских спортивных лагерях США показало, что у более половины детей были признаки обезвоживания, при этом от 25 до 30 % юных спортсменов имели симптомы серьезной дегидратации, а 91 % профессиональных игроков в баскетбол, волейбол, гандбол и футбол начинали свои тренировки уже в обезвоженном состоянии [8]. В России масштабных работ по проблеме обезвоживания в спорте не проводится, однако в последнее десятилетие стало публиковаться больше результатов исследований, в которых подтверждены те же негативные тенденции, выявленные за рубежом [9]. Например, то, что у 86 % спортсменов констатируется низкая информированность по вопросу рационального восполнения потерь жидкости и минералов после тяжелых физических нагрузок, тогда как у 73 % спортсменов были обнаружены вероятные признаки разной степени обезвоживания вследствие неконтролируемого употребления воды и напитков. Авторами подчеркивается необходимость повышения профессионализма тренерского состава, активного применения лекарственных препаратов, направленных на снижение утомления, а также использования биологически активных добавок к пище (БАД) и спортивных напитков для ежедневного и эффективного восполнения микронутриентов, воды и соли. Примерно похожие результаты опубликованы в другом исследовании [10], в котором установлено, что основным методом регидратации у 86 % из 280 обследованных спортсменов (кандидаты и мастера спорта) является бутилированная вода. Причем в группе единоборств и силовых видов спорта воду употребляют 95–96 %. В других видах спорта потребителей воды меньше — 67–79 %, однако чай оказался на втором месте. Что касается спортивных

напитков, то их используют лишь во время тренировки и только 31 % высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта и незначительный процент атлетов из группы единоборств.

В этой связи фактическим прорывом в улучшении данной ситуации следует считать выход в 2018 году клинических рекомендаций ФМБА по методам регидратации организма спортсменов [11], согласующихся с главными тезисами Научного комитета Еврокомиссии по продуктам питания, их спецификации, предназначенных для восполнения ежесуточных затрат при большой мышечной работе, особенно у спортсменов [7]. А также с учетом и в соответствии с принятой практикой национального стандарта Российской Федерации [12] по протоколам лечения. И это важно, поскольку нарушение водно-электролитного обмена вследствие усиленного потоотделения относится к жизнеугрожающим состояниям, о чем указано в действующей редакции Международной классификации болезней МКБ10: Т67.3 Тепловое истощение, обезвоживание [Тепловая прострация вследствие истощения запасов воды в организме] и Т67.4 Тепловое истощение вследствие уменьшения содержания соли [Тепловая прострация вследствие истощения запасов солей и воды в организме].

Наконец, еще одной проблемой оказалось то, что удельный вес спортсменов высокой квалификации в возрасте до 18 лет в последние годы прогрессивно повышается. Тогда как специализированные продукты питания для спортсменов детского и юношеского возраста, включая спортивные напитки, фактически отсутствуют. При этом широко представленные на российском рынке напитки, к сожалению, в основном импортного производства, и доля отечественных специализированных пищевых продуктов и напитков невелика [13]. В этой связи результаты представленного исследования могут внести вполне конкретный вклад в разрешение создавшейся ситуации. Работа проведена в рамках прикладных НИР на основе соглашения о сотрудничестве РНИМУ им. Н.И. Пирогова, ФНКЦСМ ФМБА и СибГМУ, а также Югорского колледжа-интерната олимпийского резерва (ЮКИОР) и производителя специализированных продуктов на базе апифитокомпонентов ООО «Тенториум» (Пермь).

Цель работы. Оценить состояние гидратации организма у юных спортсменов после месячного применения специализированного изотонического напитка для детей на основе апифитокомпонентов “F25 IsoDrink Light” (IsoDrink-L).

2. Материалы и методы

В 2017–2019 гг. на площадке ЮКИОР г. Ханты-Мансийска ХМАО Югры выполнено рандомизированное когортное контролируемое исследование юных спортсменов до 18 лет. Рандомизация проводилась с помощью случайных чисел согласно спискам обучающихся. Всего участвовало 76 спортсменов: 70 человек из ЮКИОР и 6 высококвалифицированных пловцов

(Центр плавания г. Санкт-Петербурга). В основную группу вошли 42 спортсмена ($17,5 \pm 0,7$ года; мужчин 91,4 %) с 1-месячным приемом IsoDrink-L: 12 юных хоккеистов, 14 пловцов, 8 лыжников и 8 биатлонистов. Контрольная группа состояла из 34 спортсменов ($17,3 \pm 0,6$ года, мужчин 89 %) — все применяли средства регидратации, принятые в ЮКИОР (вода и централизованно поставляемый изотоник «Х»): 11 — юных хоккеистов, 8 пловцов, 8 лыжников и 7 биатлонистов. Доля спортсменов с уровнем кандидата в мастера спорта и выше в основной группе была 41,0 %, в контрольной группе — 39 %. Сравнимые группы были однородными по возрасту, полу, представительству от видов спорта и мастерству.

Состояние гидратации организма изучалось с помощью определения состава тела на оборудовании "InBody770" (Корея), включая расчет общего количества жидкости (ОКЖ), внутриклеточной и внеклеточной жидкости (ВнутриКЖ и ВнеКЖ), исходного соотношения ВнеКЖ/ОКЖ и опроса участников о способе регидратации (водой или изотоником). Также оценивался биохимический состав крови, удельная плотность и цветность утренней мочи до и после месячного курса IsoDrink-L из расчета по 50 г/сутки: 5 мерных ложек развести в литре холодной воды. Применяли в дни тренировок: во время и в течение 2-х часов после работы. Во время тренировки: 400–600 мл в час (100–150 мл мелкими глотками каждые 20 мин). После тренировки: каждые 30 мин по 100–150 мл. Выпуск: в банке 600 г, с мерной

ложечкой, 10 г. Изучаемый IsoDrink-L был разработан в виде концентрата изотонического напитка, прошел экспертизу на соответствие заявленных компонентов и осмоляльность (325 ± 6 ммоль/кг воды) в ФИЦ «Питания и биотехнологий» и рекомендован к применению спортсменами с 14-летнего возраста. В таблице 1 отражен химико-аналитический состав и энергетическая ценность изотоника IsoDrink-L.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью статистических пакетов SAS 9.4, Statistica 12 и IBM-SPSS-24. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез считалось равным 0,05. В случае превышения достигнутого уровня значимости статистического критерия величины выбирали нулевую гипотезу. При этом проверка нормальности распределения вероятности всех количественных признаков с помощью критерия Колмогорова и критерия Шапиро — Уилка показала, что более 80 % всех количественных признаков в группах сравнения не имели нормального распределения. По этой причине сравнение центральных параметров групп нами осуществлялось с помощью непараметрических методов статистики: классический дисперсионный анализ (ANOVA), Краскела — Уоллиса с использованием ранговых меток Вилкоксона, медианный критерий, а также критерий Ван дер Вардена с применением проверки равенства групповых дисперсий критериями Ансари — Брэдли и Сиджела — Тьюки. При этом для количественных параметров в сравниваемых группах провели оценку средних арифметических,

Таблица 1

Энергетическая ценность и химико-аналитический состав IsoDrink-L

Table 1

Energy value and chemical-analytical composition of the IsoDrink-L

Показатель / Parameters	Содержание концентрата / Concentrate content		
	на 100 г концентрата / per 100 g of concentrate	в порции 25 г на 0,5 л воды / per portion 25 g for 0.5 l of water	доля от РУСП* в порции 25 г на 0,5 л воды, % / the share of RDCL* in a portion of 25 g per 0.5 l of water, %
Углеводы (г), в т. ч. / Carbohydrates (g), incl.	88	22	
фруктоза, г / fructose, g	45,0	11,25	6
глюкоза, г / glucose g	42,0	10,5	34**
сахароза, г / sucrose, g	1,0	0,25	36**
Натрий, мг / Sodium, mg	1250	350	24**
Магний, мг / Magnesium, mg	15	4	1*
Кальций, мг / Calcium, mg	350	88	9*
Калий, мг / Potassium, mg	350	88	4*
Хлориды, мг / Chlorides, mg	2590	648	-
Энергетическая ценность, ккал/кДж / Energy value, kcal / kJ	360/1480	90/376	-

Примечание: * — РУСП — рекомендуемый уровень суточного потребления по ТР ТС 022/2011; ** — Приложение № 5, 2011.

Note: * — RDCL — recommended daily consumption level according to Technical Regulation Customs Union 022/2011; ** — Application No. 5, 2011.

среднеквадратических (стандартных) ошибок среднего. Все дескриптивные статистики по тексту отображены как $M \pm t$, где M — среднее, а t — ошибка среднего. Оценку взаимосвязи признаков проводили с использованием коэффициента Спирмена.

3. Результаты и их обсуждение

3.1. Результаты исследования

Анализируя исходные данные распределения жидкости в организме, полученные на приборе “InBody770” до использования изотоника “F25 IsoDrink Light”, необходимо сразу отметить, что у всех юных спортсменов по сравнению с референсными значениями нормы было обнаружено нарушение гидратации. Причем более выраженные сдвиги наблюдались у лыжников, хоккеистов и биатлонистов (рис. 1 и 2), когда содержание

общего количества, внутриклеточной и внеклеточной жидкостей в организме находилось на верхней границе или выше референсной нормы, а соотношение ВнеКЖ/ОКЖ оказалось на нижней границе диапазона нормальных референсных показателей (от 0,360 до 0,390), составив у лыжников 0,361, хоккеистов 0,361, биатлонистов 0,363 и пловцов — 0,368 ($p < 0,0001$). Таким образом, полученные с помощью оборудования “InBody770” результаты, основанные на измерении биоэлектрического импеданса, свидетельствовали о нарушении распределения жидкости в организме и состоянии дегидратации даже у юных спортсменов. В том числе и у пловцов, у которых показатель ВнеКЖ/ОКЖ выглядел заметно лучше, чем у остальных спортсменов, однако при заметной избыточности общего количества воды и внутриклеточной жидкости, а также значимом дефиците внеклеточной

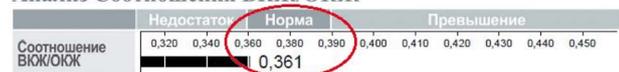
Хоккей / Hockey InBody Общее содержание воды

ID	Рост	Возраст	Пол	Дата / Время проверки
171113-14	175cm	17,4	Мужской	2018.04.26. 08:51

Состав Воды в Организме



Анализ Соотношения ВКЖ/ОКЖ



Лыжи / Skiing InBody Общее содержание воды

ID	Рост	Возраст	Пол	Дата / Время проверки
171030-17	176cm	17,5	Мужской	2017.10.30. 20:52

Состав Воды в Организме



Анализ Соотношения ВКЖ/ОКЖ

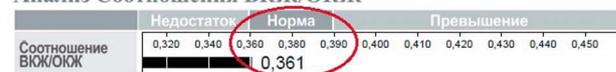


Рис. 1. Распределение воды в организме у хоккеистов и лыжников. Здесь и на рис. 2 в большом круге: сверху — общее количество жидкости (ОКЖ); посередине — Внутриклеточная жидкость (ВнутриКЖ); внизу — Внеклеточная жидкость (ВнеКЖ); в малом круге: отношение ВнеКЖ/ОКЖ

Fig. 1. The distribution of water in the body of hockey players and skiers. Here and in Fig. 2 in a big circle: from above — TBW (Total body water); in the middle — ICW (Intracellular water); down below — ECW (Extracellular water); in a small circle: ratio ECW / TBW

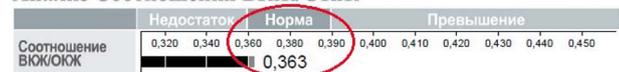
Биатлон / Biathlon InBody Общее содержание воды

ID	Рост	Возраст	Пол	Дата / Время проверки
171031-1	181cm	16,4	Мужской	2018.04.27. 09:26

Состав Воды в Организме



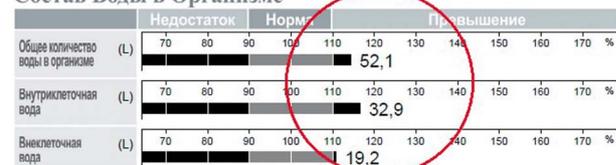
Анализ Соотношения ВКЖ/ОКЖ



Плавание / Swimming InBody Общее содержание воды

ID	Рост	Возраст	Пол	Дата / Время проверки
180426-1	182cm	17,7	Мужской	2018.04.26. 09:17

Состав Воды в Организме



Анализ Соотношения ВКЖ/ОКЖ

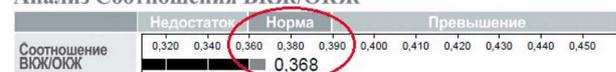


Рис. 2. Распределение жидкости в организме у биатлонистов и пловцов

Fig. 2. The initial distribution of water in the body of biathletes and swimmers

жидкости в организме. В этом плане параметры дегидратации у пловцов приближались к нарушению гидратации юных хоккеистов.

Учитывая обнаруженные факты, для дальнейшего изучения нарушенной гидратации мы обратились к основам физиологии распределения воды в организме. В таблице 2 показано нормальное распределение внутриклеточной и внеклеточной воды, которое соответствует физиологическим константам и определяет водно-электролитное равновесие. Так, например, физиологическое соотношение относительных долей от массы тела ВнутрКЖ и ВнеКЖ составляет 1,5 (36/24), при этом точно таким же 1,5 (60/40) является соотношение и абсолютных долей ВнутрКЖ и ВнеКЖ. Исходя из этого исследование гидратации у всех юных спортсменов до применения изотоника IsoDrink-L выявило статистически значимое отклонение от физиологических констант отношений и абсолютных долей в общем объеме и относительных долей воды от массы тела (табл. 3), которые фактически равнялись 1,8 и 1,9 ($p < 0,0001$) вместо 1,5. В то время как абсолютная и относительная доли внеклеточной жидкости до употребления изотоника были существенно ниже физиологических

констант: абсолютная доля внеклеточной воды составила 36,1 % (норма 40 %; $p < 0,05$); относительная доля от массы тела внеклеточной жидкости — 22,3 % (норма 24 %; $p < 0,05$). В свою очередь, относительная доля внутриклеточной жидкости от массы тела была значимо увеличена по сравнению с физиологической константой до 42,2 % (при норме 36 %; $p < 0,0001$), тогда как абсолютная доля внутриклеточной жидкости не намного, но также была повышена — 63,8 %, (при норме 60 %; $p > 0,05$). Таким образом, биоимпедансный способ измерения количества и соотношения жидкостей в организме позволил не только выявить состояние дегидратации у юных спортсменов, но также детализировать нарушение в распределении воды во вне- и внутриклеточном пространствах, указывающее на явный водно-электролитный дисбаланс.

Поэтому оценка показателей гематокрита, натрия, калия, лактата и мочевины в крови, а также плотности и цветности утренней мочи у всех юных спортсменов до использования IsoDrink-L (табл. 4) также свидетельствовала о дегидратации организма, сгущении крови и нарушении водно-электролитного и кислотно-щелочного равновесия в сторону закисления. В частности,

Таблица 2

Распределение жидкости в организме (из книги: Э. Морган-мл, С.М. Мэгид. Клиническая анестезиология, 2000 [14])

Table 2

Body water distribution (from the book by E. Morgan Jr, S.M. Magid. Clinical Anesthesiology, 2000 [14])

Параметр / Parameter	Внутриклеточная жидкость / Intracellular water	Внеклеточная жидкость / Extracellular water	
		интерстициальная / interstitial	сосудистая / vascular
Относительное содержание в организме (% от массы тела) / The relative content in the body (% of body weight)	36	19	5
		24	
Абсолютная доля в общем объеме (%) / Absolute share in the total volume (%)	60	32	8
		40	
Объем (л) / Volume (L)	25	13,5	3,5

Таблица 3

Фактическое соотношение абсолютных и относительных долей внутриклеточной и внеклеточной воды у всех спортсменов до использования IsoDrink-L, $n = 76$

Table 3

The actual ratio of the absolute and relative shares of intracellular and extracellular water in all athletes before using IsoDrink-L, $n = 76$

Абс. доля ВнутрКЖ, % / Abs. share Intracell. water, %	Абс. доля ВнеКЖ, % / Abs. share Extracell. water, %	Факт. отн. ВнутрКЖ/ВнеКЖ / Act. rat. Intracell./ Extracell. water	p	Отн. доля ВнутрКЖ, % / Rel. share Intracell. water, %	Отн. доля ВнеКЖ, % / Rel. share Extracell. water, %	Факт. отн. ВнутрКЖ/ВнеКЖ / Act. rat. Intracell./ Extracell. water	p
63,8 ± 1,2	36,1 ± 0,7*	1,8	<0,0001	42,2 ± 1,3*	22,3 ± 0,5*	1,9	<0,0001

Примечание: здесь и далее в таблицах p — достигнутый уровень значимости при сравнении фактического отношения с физиологической константой (1,5); * — $p < 0,05$ при сравнении абсолютных и относительных долей с физиологическими константами ВнутрКЖ и ВнеКЖ.
 Note: here and further in tables p — is the achieved level of significance when comparing the actual relationship with the physiological constant (1.5); * — $p < 0.05$ when comparing absolute and relative shares with physiological constants of the Intracellular and Extracellular water.

Таблица 4

Показатели гематокрита, калия и натрия крови, удельной плотности и цвета утренней мочи у всех спортсменов до использования IsoDrink-L, $n = 76$

Table 4

Indicators of hematocrit, potassium and sodium blood, specific gravity and color of the morning urine in all athletes before using IsoDrink-L, $n = 76$

Показатели / Indicators	Фактические значения / Actual Values	Референсная норма / Reference norm	p
Гематокрит, % / Hematocrit, %	50,09 ± 1,8	46,0	<0,005
Калий, ммоль/л / Potassium, mmol / l	3,9 ± 0,06	4,0	0,11
Натрий, ммоль/л / Sodium, mmol / l	142,0 ± 1,9	140	0,54
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol / l	4,90 ± 0,39	4,0	<0,0001
Лактат, ммоль/л / Lactate, mmol / l	1,60 ± 0,07	1,3	<0,0001
Плотность мочи, г/л / Urine Density, g / l	1,030 ± 0,001	1,020	<0,005
Цвет мочи, баллы / Urine color, points	5,9 ± 0,3	3	<0,0001

Таблица 5

Фактическое соотношение абсолютных и относительных долей внутриклеточной и внеклеточной воды у всех спортсменов после использования IsoDrink-L, $n = 42$

Table 5

The actual ratio of the absolute and relative shares of intracellular and extracellular water in all athletes after using IsoDrink-L, $n = 42$

Абс. доля ВнутрКЖ, % / Abs. share Intracell. water, %	Абс. доля ВнеКЖ, % / Abs. share Extracell. water, %	Факт. отн. ВнутрКЖ/ВнеКЖ / Act. rat. Intracell. / Extracell. water	p	Отн. доля ВнутрКЖ, % / Rel. share Intracell. water, %	Отн. доля ВнеКЖ, % / Rel. share Extracell. water, %	Факт. отн. ВнутрКЖ/ВнеКЖ / Act. rat. Intracell. / Extracell. water	p
61,2 ± 1,1**	38,1 ± 1,4**	1,6	0,25	38,1 ± 1,3**	24,0 ± 1,2**	1,6	0,19

Примечание: ** — $p > 0,05$ при сравнении абсолютного содержания воды и относительных долей с физиологическими константами ВнутрКЖ и ВнеКЖ.

Note: ** — $p > 0.05$ when comparing the absolute water content and relative proportions with the physiological constants.

отмечалось значимое повышение значений гематокрита до 50,09 (норма 46,0; $p < 0,005$), мочевины до 4,9 ммоль/л (норма 4,0 ммоль/л; $p < 0,0001$) и лактата до 1,6 ммоль/л (норма 1,3 ммоль/л; $p < 0,0001$), а также существенное увеличение удельной плотности мочи до 1,030 (норма 1,020; $p < 0,005$) и изменение цветности утренней мочи до темно-янтарного оттенка, соответствующего 5,9 балла по цветной карте (норма 3,0 балла; $p < 0,0001$). Таким образом, полученные результаты свидетельствовали о том, что, несмотря на употребление юными спортсменами изотонических напитков и питьевой воды в течение годового цикла спортивной подготовки, тем не менее у них наблюдался дефицит (-10 %) абсолютной доли внеклеточной жидкости и небольшой избыток абсолютной доли (+6,3 %) внутриклеточной воды. Причем более точное изучение фактических относительных долей воды в организме в зависимости от массы тела спортсменов обнаружило, что на самом деле, у юных атлетов имели место небольшая дегидратация внеклеточного пространства (-7,4 %) и статистически значимый переизбыток (+18 %) внутриклеточной жидкости ($p < 0,0001$). Интересно,

что при этом уровень калия был незначительно снижен, а натрия даже несколько повышен.

Показательно, что у спортсменов основной группы через месяц тренировок на фоне использования изотоника "F25 IsoDrink Light" наблюдались положительные изменения со стороны фактического отношения абсолютных и относительных долей внутриклеточной и внеклеточной воды (табл. 5), которое стало равняться 1,6 при физиологической константе отношения ВнутрКЖ к ВнеКЖ равного 1,5. При этом сравнение фактических абсолютных долей воды с физиологическими константами внутри- и внеклеточной жидкости показало, что параметры практически вернулись к своим физиологическим уровням, соответственно, с 63,8 до 61,2 % (при норме 60 %; $p > 0,05$) и с 36,1 до 38,1 % (при норме 40 %; $p > 0,05$). Та же динамика обнаруживалась и при сравнении фактических относительных долей внутри- и внеклеточной жидкости от массы тела с физиологическими значениями, соответственно, с 42,2 до 38,1 % (при норме 36 %; $p > 0,05$) и с 22,3 до 24 % (при норме 24 %; $p > 0,05$). При этом уровни гематокрита, натрия, калия,

Таблица 6

Показатели гематокрита, калия и натрия крови, удельной плотности и цвета утренней мочи у всех спортсменов после использования IsoDrink-L, $n = 42$

Table 6

Indicators of hematocrit, potassium and sodium blood, specific gravity and color of the morning urine in all athletes after using IsoDrink-L, $n = 42$

Показатели / Indicators	Фактические значения / Actual Values	Референсная норма / Reference norm	p
Гематокрит, % / Hematocrit, %	44,5 ± 1,8*	46,0	0,35
Калий, ммоль/л / Potassium, mmol / l	3,80 ± 0,09	4,0	0,87
Натрий, ммоль/л / Sodium, mmol / l	139,0 ± 1,8	140	0,76
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol / l	3,90 ± 0,39	4,0	0,55
Лактат, ммоль/л / Lactate, mmol / l	1,20 ± 0,09*	1,3	0,85
Плотность мочи, г/л / Urine Density, g / l	1,024 ± 0,001*	1,020	0,66
Цвет мочи, баллы / Urine color, points	4,7 ± 0,2*	3,0	<0,005

Примечание: * — $p < 0,05$ при сравнении фактических значений после применения с показателями до применения изотоника IsoDrink-L.
Note: * — $p < 0,05$ when comparing actual values after taking with indicators before taking of IsoDrink-L isotonic.

мочевины и лактата в крови оказались даже чуть ниже нормы, включая в сравнении с показателями до приема IsoDrink-L (табл. 6). Вместе с тем по удельной плотности утренней мочи тоже отмечалась существенная положительная динамика с 1,030 до 1,024 ($p < 0,05$) при референсной норме 1,020 ($p > 0,05$). Так же как и по цветности мочи с 5,9 до 4,7 балла ($p < 0,05$), хотя данный показатель еще оставался выше референсной нормы 3,0 балла ($p < 0,05$). Что касается результатов сравнения в группе контроля, то их данные в статье не приводятся, поскольку через месяц тренировок на фоне приема изотоника «Х» и воды полученные параметры мало отличались от уровней месячной давности, отраженных в таблицах 3 и 4 в качестве исходных показателей. Также в эту работу не включены результаты анкетирования у юных спортсменов с помощью разработанной 9-вопросной анкеты, в том числе содержащей вопрос о способах регидратации. В этой связи можно только упомянуть, что до 95 % юных спортсменов регулярно потребляли воду и 5 % атлетов высокой квалификации для восполнения потери воды и соли применяли изотоник «Х», который централизованно приобретал колледж.

3.2. Обсуждение результатов

Обсуждая обнаруженные факты, следует сразу отметить, что, несмотря на регулярное употребление юными спортсменами изотоников и воды на протяжении годичного периода подготовки, тем не менее у всех наблюдались инструментально-лабораторные проявления дегидратации. В частности, способ биоимпедансного определения количества и характера распределения жидкостей в организме, лабораторное исследование крови и мочи, включая контроль над цветностью утренней мочи по специальной цветной карте, помогли прийти к следующим выводам. Прежде всего оказалось,

что дегидратация может наступать не только у юных спортсменов высокой квалификации, даже если они употребляют воду и изотоники, как в случае с пловцами, но также у юных спортсменов с 1-м взрослым разрядом, как в случае с хоккеистами. При этом, как указывалось выше, характер дегидратации у них оказался схожим. У тех и у других наблюдалось значимое превышение общего количества жидкости в организме за счет опасной внутриклеточной гипергидратации и внеклеточной гипогидратации, причем более выраженной у хоккеистов. Другими словами, фактически у спортсменов этих видов спорта имело место, напротив, избыточное потребление жидкости, а именно воды, что так же опасно в условиях дефицита натрия, вплоть до отека мозга, как и недостаточное потребление жидкостей [15]. При этом у лыжников и биатлонистов также были отмечены схожие признаки дегидратации. Так, соотношение внеклеточной жидкости к общему количеству жидкости составило от 0,361 до 0,363, то есть находилось на нижней границе интервала референсной нормы (от 0,360 до 0,390). Также наблюдались проявления гипергидратации клеток и дегидратации внеклеточного пространства, с той лишь разницей, что абсолютные показатели общего количества, а также внутри- и внеклеточной жидкости были ниже, чем у хоккеистов и пловцов, но в тех же пропорциях относительно друг друга. Данное различие объясняется климатическим влиянием на уровень потребления жидкости, который у представителей зимних видов спорта на открытом воздухе всегда меньше, чем в видах спорта, в которых вся спортивная деятельность проводится в закрытых помещениях [16], как, например, в хоккее с шайбой и плавании. И тем не менее в нашем исследовании у всех юных спортсменов обнаружены практически идентичные признаки дегидратации.

Патогенез такого нарушения объясняется возникновением гипонатриемии, вызванной полидипсией, потовыми потерями натрия, гиповолемией и относительной дилуцией [17]. В своей работе авторы подчеркивают возможность развития тяжелых форм гипонатриемии, энцефалопатии и неотложной угрозы для жизни спортсменов. Таким образом, наша работа не только полностью подтвердила данные иностранных исследователей, но также подняла вопросы качества применяемых в нашем спорте коммерческих спортивных напитков [13], обычно не имеющих клинических апробаций или выполненных не на должном уровне. В этой связи неоднозначной оказывается рекомендация оценивать количество потребляемой жидкости только по разнице массы тела до и после больших нагрузок, следя за тем, чтобы потеря веса не превышала 2 % [1], и выстраивая на этой основе стратегию регидратации. В других исследованиях авторы подчеркивают высокую распространенность гипонатриемии в тех видах спорта, где требуется выносливость, включая марафонский бег и плавание. При этом в качестве лучшей профилактики развития гипонатриемии предлагают снижение использования жидкости во время тренировок [16]. Также опубликованы работы, в которых подвергаются пересмотру еще недавно популярные методы диагностики дегидратации на основе оценки удельной плотности, осмоляльности и цветности мочи. Так, L.M. Sommerfield и соавт. [18] доказали, что чувствительность удельного веса мочи высокая как в гидратированном, так и дегидратированном состоянии для мужчин (92 %) и женщин (80 %). Однако специфичность этого маркера была низкой как в гидратированном, так дегидратированном состояниях для мужчин (10 и 6 % соответственно) и женщин (29 и 40 % соответственно). При этом никаких значимых корреляций между удельным весом мочи с осмоляльностью плазмы крови тоже не было выявлено ни в гидратированном, ни в дегидратированном состояниях для мужчин или женщин. Поэтому авторы рекомендуют с осторожностью применять маркер удельной плотности мочи в качестве полевого показателя состояния гидратации у атлетов мужского и женского пола. Подобные результаты в 2018 году опубликовали D. Zubac и соавт. [19] при исследовании осмоляльности, удельной плотности мочи и стабильности веса тела для оценки баланса жидкости и состояния гидратации. Авторы подчеркивают, что эти маркеры продемонстрировали высокую вариабельность и являются ненадежным инструментом при отслеживании фактической потери массы тела и дегидратации в реальных условиях.

Помимо того, определенные надежды связывались с оценкой дегидратации на основе подсчета потери и состава пота. Однако недавние работы [20], основанные на метаанализе результатов обсервационных исследований 1303 спортсменов, собранных за 2000–2017 гг., в которых использовался стандартизированный метод впитывания потовых пластырей для оценки скорости

потоотделения, с определением потерь натрия и с учетом динамики веса, показали значимую вариабельность результатов. Поэтому сделан вывод, что концентрации натрия в поте не являются предиктором состояния гидратации и скорости потоотделения. Примерно к таким же выводам пришли L.B. Baker и A.S. Wolfe в 2020 году, заключившие, что изучение состава пота как неинвазивного способа диагностики гидратации в реальном времени привлекательно, однако информативность его применения ограничена, поскольку имеется недостаточное количество глубоких исследований, в которых бы подтверждалось, что концентрации растворенного в поте натрия дают полное представление по гидратации [21]. Таким образом, на основе изложенных данных можно сделать вывод, что каждый из методов по-своему объективен, однако все они лишены одного важного нюанса, а именно, не дают представления о распределении внутриклеточной и внеклеточной жидкости, а это, как показала наша работа, имеет принципиальное значение. Справедливости ради следует отметить, что серьезные исследования по изучению распределения жидкостей в организме стали возможны лишь в последнее время, когда появились высокотехнологичные приборы на базе биоимпедансного принципа работы. В частности, в 2018 году опубликована работа [22], в которой исследователи сделали описание вектора биоимпеданса всего тела у девяти непрофессиональных триатлетов с учетом оценки массы тела. С помощью новой методики была обнаружена задержка жидкости в организме, хотя масса тела спортсменов оставалась еще низкой вследствие дегидратации. Авторами установлено, что динамика импедансного вектора соответствовала потере жидкости, обусловленной этим событием, а значит, метод импедансного анализа предоставлял дополнительные данные по изменениям в гидратации по сравнению с информацией только о динамике массы тела.

Вместе с тем благодаря полученным в нашей работе фактам и прежде всего данным биоимпедансной оценки оказалась возможной подробная детализация хорошо известных физиологических процессов, происходящих в тканях. В частности, необходимо учитывать, что помимо разделения на внутри- и внеклеточное пространство, являющееся жидкостной средой, собственно внеклеточное пространство включает сосудистую и интерстициальную части. Причем именно интерстициальная жидкость является буфером между сосудистым и клеточным пространством. При сокращении количества жидкости в одном из пространств происходит ее перемещение из интерстиция в сторону дефицита. Например, при снижении объема циркулирующей крови его восполнение, а также обеспечение адекватной тканевой и органной перфузии происходит за счет миграции жидкости из интерстиция в сосудистое русло, а при дефиците в клеточном пространстве — из интерстиция внутрь клеток. Поэтому, если обсуждать дегидратацию, которая наблюдалась у юных спортсменов

в нашей работе, необходимо учитывать несколько базовых аспектов, составляющих физиологическую суть водно-электролитного обмена и его равновесия [14]. Во-первых, потовая потеря жидкости и натрия всегда приводит к сокращению объема внеклеточной воды, причем ее остаточное содержание пропорционально уровням потери натрия. Во-вторых, внутри- и внеклеточная жидкости всегда уравновешены равным количеством осмотически активных электролитов, катионов натрия во внеклеточном, калия — во внутриклеточном пространствах, составляющих суть закона электронейтральности и изоосмоляльности. Поддерживается такое равновесие мембраносвязанной Na^+/K^+ -АТФ-азой (транспорт-фермент Na^+/K^+ аденозинтрифосфатаза), обеспечивающей движение противоположных потоков натрия и калия в соотношении 3:2. При этом мембрана клеток проницаема для входа ионов K^+ и относительно непроницаема для вхождения ионов Na^+ . В то же время благодаря функционированию калий-натриевого насоса, действие которого энергозависимо — гидролиз АТФ, мембрана активно работает на выведение ионов Na^+ из клетки. Именно поэтому калий концентрируется внутри клеток, а натрий во внеклеточном пространстве. Также натрий и большинство электролитов (ионов небольшого размера) могут свободно перемещаться из интерстициального пространства через капиллярную стенку в плазму крови и наоборот, чем объясняется почти идентичный электролитный состав плазмы и интерстициальной жидкости. В связи с этим увеличение и сокращение объема внеклеточной жидкости возникает одновременно и пропорционально в сосудистом и интерстициальном пространствах. А значит, следует логический вывод, что состояние дегидратации — это результат нарушения водно-электролитного баланса, где решающее значение имеют осмотически активные электролиты, создающие осмотический градиент, благодаря которому жидкость всегда движется в сторону пространства большей осмоляльности, то есть туда, где содержится больше осмотически активных катионов.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что в нашем исследовании у всех юных спортсменов отмечались гипонатриемия, полицитемическая гиповолемиа, ухудшение реологии крови, ее сгущение и закисление, а также снижение количества ионов натрия и воды в интерстициальном и сосудистом пространствах. Поэтому в соответствии с законом изоосмоляльности жидкость стала мигрировать внутрь клетки, в среду, где осмоляльность больше, чтобы ее уменьшить и уравновесить с пониженной осмоляльностью внеклеточной жидкости. Кроме того, благодаря функционированию калий-натриевого насоса ионы Na^+ начали выводиться из клетки, чтобы увеличить осмоляльность внеклеточной воды, однако этого оказалось недостаточно из-за потовых потерь натрия. В итоге развивается дисбаланс по типу внутриклеточной гипергидратации и гипогидратации внеклеточного пространства. Наши

результаты полностью согласуются с выводами Т. New-Butler и соавт. [16], а значит, выявленные сдвиги водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса организма юных спортсменов, во-первых, указывают на общее состояние проблемы регидратации в детско-юношеском спорте и, во-вторых, требуют безусловного устранения. В этой связи следует отметить высокую эффективность оцениваемого изотоника IsoDrink-L в коррекции водно-электролитного и кислотно-щелочного равновесия организма юных спортсменов.

В частности, после 1-месячного употребления изотоника отмечалось восстановление физиологических показателей внутриклеточной и внеклеточной жидкости и нормализация гематокрита. При этом интересно, что значения натрия, калия, мочевины и лактата в крови даже несколько понизились. Этот феномен объясняется «эффектом разбавления» и только лишней раз указывает на эффективность изотоника IsoDrink-L, причем даже в отношении коррекции кислотно-щелочного равновесия. И хотя в нашей работе мы не исследовали рН крови, которая зависит от концентрации ионов водорода и бикарбонатов и практически не зависит от концентрации лактата, несмотря на то что это молочная кислота, тем не менее доказано, что лактат «сопровождает» увеличение кислотности плазмы крови [23]. Сначала плавно, а затем, при рН 7,25 резко, на фоне снижения активности сукцинатдегидрогеназы, что запускает значимое сокращение бикарбонатов, накопление метаболитов и карбоновых кислот, вызывающих резкое снижение рН среды и переход энергоснабжения метаболизма на гликолитический источник. Кроме этого, исследования в области анестезиологии также доказывают, что гипонатриемия и гиповолемиа всегда приводят к закислению крови [14]. Поэтому наша работа позволяет аргументированно говорить о том, что у юных спортсменов отмечалось нарушение и кислотно-щелочного баланса. Подтверждением сказанному могут служить обнаруженные обратные корреляции фактического соотношения внеклеточной и общей жидкости в организме с уровнем гематокрита ($r = -0,71; p < 0,0001$) и лактата ($r = -0,56; p < 0,0001$), а также доли внеклеточной жидкости с уровнем гематокрита ($r = -0,65; p < 0,0001$) и лактата ($r = -0,56; p < 0,0001$). На высокую эффективность изотоника указывали и обратные корреляции фактического соотношения внеклеточной и общей жидкости с удельным весом мочи ($r = -0,74; p < 0,0001$) и ее цветом ($r = -0,65; p < 0,0001$), а также прямые корреляции доли внутриклеточной жидкости с удельным весом ($r = 0,79; p < 0,0001$) и цветом мочи ($r = 0,87; p < 0,0001$). При этом показательным являлось то, что обнаруженные корреляции связывали показатели разных диагностических методов с показателями биоимпедансного измерения количества жидкости и ее распределения в организме юных спортсменов. Что увеличивало доказательность эффективности изотоника и высокой диагностической информативности биоимпедансных технологий.

Учитывая обсуждение полученных результатов и высокую эффективность изотоника “F25 IsoDrink Light”, логично представить его рецептуру и химический состав. Во-первых, принимая во внимание юный возраст участников, использовались компоненты природного происхождения, зарекомендовавшие себя в спортивной практике. И продукты пчеловодства как нельзя лучше подходили для разработки нового изотоника для детского возраста, так как уже представляли собой готовые продукты с повышенной биологической ценностью и богатейшим составом макро- и микронутриентов. В частности, использовали мед и маточное молочко. Во-вторых, старались максимально избежать включения в состав ингредиентов, которые применяются в изотонических напитках для взрослых атлетов. Так, например, не были использованы кофеин и специальные включения вроде поливитаминов, аминокислот, L-карнитина и т. п. В-третьих, учитывали, что для регидратации и коррекции гипонатриемии необходимо употреблять изотонические напитки, поскольку изотонический раствор не оказывает влияния на объем клетки, в то время как гипотонический приводит к увеличению объема (вода поступает в клетку), гипертонический, напротив, к снижению, поскольку жидкость выходит из клетки [14]. Наконец, еще одним важным моментом было то, что в новом изотонике «быстрый углевод» мальтодекстрин использовался не в качестве осмотически активного ингредиента, а только как наполнитель-носитель в незначительном количестве для абсорбции ароматических ингредиентов и сохранения порошковой формы концентрата изотоника. Причиной отказа от мальтодекстрина стали гликемический индекс (105–135) и исследования 2019 года [24, 25], в которых установлена возможность данной пищевой добавки нарушать гомеостаз кишечной флоры и способствовать

развитию болезней кишечника, таких как язвенный колит и болезнь Крона. И этого было достаточно для исключения ее из списка обязательных углеводов в изотоническом напитке для детей. Поэтому в качестве обязательных компонентов служили «природный пре-микс углеводов» в виде медового порошка, обогащенного фруктозой, и хлорид натрия. В результате не было затруднений по аналитическому расчету требуемой осмоляльности, составившей (325 ± 6) ммоль/кг воды (ФИЦ питания и биотехнологии). При этом включение экстракта имбиря и лимонной кислоты придавало изотонику приятные вкусовые характеристики.

На основании полученных результатов и представленного научного отчета приказом № 227 от 14.11.2018 года изотонический напиток для спортсменов с 14-летнего возраста “F25 IsoDrink-Light” был включен в Формуляр ФМБА России лекарственных средств, БАД и специализированных пищевых продуктов медицинского и медико-биологического обеспечения сборных команд РФ.

4. Выводы

1. Бесконтрольная гидратация приводит к обезвоживанию у юных спортсменов в виде внутриклеточной гипергидратации и внеклеточной гипогидратации, гипонатриемии, гиповолемии, ухудшения реологии крови, а также ее сгущения и закипания.

2. Технология гидратации юных спортсменов нуждается в постоянном мониторинге с применением биоимпедансных технологий, лабораторного контроля крови и мочи, а также в обязательном потреблении специализированных изотонических напитков.

3. Изотоник “F25 IsoDrink Light” — инновационное специализированное питание для регидратации организма у юных спортсменов с подтвержденной эффективностью и приятными вкусовыми характеристиками.

Вклад авторов:

Ким Виталий Николаевич, Парастаев Сергей Андреевич — концептуализация и методика.

Просекин Георгией Андреевич — программное обеспечение.

Ким Виталий Николаевич, Просекин Георгией Андреевич — статистическая обработка.

Федосов Юрий Николаевич, Ломазова Елена Владимировна — обследование, курация и технические ресурсы.

Ким Виталий Николаевич, Просекин Георгией Андреевич, Парастаев Сергей Андреевич — подготовка-написание оригинального черновика.

Ким Виталий Николаевич, Просекин Георгией Андреевич, Федосов Юрий Николаевич, Ломазова Елена Владимировна, Парастаев Сергей Андреевич — рецензирование и редактирование рукописи.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. James L.J., Moss J., Henry J., Papandopoulou C., Mears S.A. Hypohydration Impairs Endurance Performance: A Blinded Study. *Physiol Rep.* 2017;5(12):13315. <https://doi.org/10.14814/phy2.13315>
2. Watso J.C., Farquhar W.B. Hydration Status and Cardiovascular Function. *Nutrients.* 2019;11(8):1866. <https://doi.org/10.3390/n11081866>

Authors' contributions:

Vitaliy N. Kim, Sergey A. Parastaev — conceptualization and methodology.

Georgii A. Prosekin — software.

Vitaliy N. Kim, Georgii A. Prosekin — statistical processing.

Yuriy N. Fedosov, Elena V. Lomazova — survey, data curation and technical resources.

Vitaliy N. Kim, Georgii A. Prosekin, Sergey A. Parastaev — preparation and writing of the original draft.

Vitaliy N. Kim, Georgii A. Prosekin, Yuriy N. Fedosov, Elena V. Lomazova, Sergey A. Parastaev — reviewing and editing of the manuscript.

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References

1. James L.J., Moss J., Henry J., Papandopoulou C., Mears S.A. Hypohydration Impairs Endurance Performance: A Blinded Study. *Physiol Rep.* 2017;5(12):13315. <https://doi.org/10.14814/phy2.13315>
2. Watso J.C., Farquhar W.B. Hydration Status and Cardiovascular Function. *Nutrients.* 2019;11(8):1866. <https://doi.org/10.3390/n11081866>

3. **Cohen D.** The truth about sports drinks. *BMJ*. 2012;345:4737. <https://doi.org/10.1136/bmj.e4737>
4. **Goulet E.D., Dion T., Savoie F.A.** Does mild hypohydration really reduce cycling endurance performance in the heat? *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(1):207. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3182a17c0e>
5. **Никитюк Д.Б., Мирошникова Ю.В., Бурляева Е.А., Выборнов В.Д., Баландин М.Ю., Тимошенко К.Т.** Методические рекомендации по питанию юных спортсменов. М.; 2017:134.
6. **Campbell B., Wilborn C., La Bounty P., Taylor L., Nelson M.T., Greenwood M., et al.** International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10(1):1. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-1>
7. Report of Science Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen (Adopted by the SCF on 22/6/2000, corrected by the SCF on 28/2/2001) [Internet]. Available at: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out64_en.pdf
8. **Arnautis G., Kavouras S.A., Kotsis Y.P., Tsekouras Y.E., Makrillos M., et al.** Ad Libitum Fluid Intake Does Not Prevent Dehydration in Suboptimally hydrated young soccer players during a training session of a summer camp. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2013;23(3):245–251. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.3.245>
9. **Парастаев С.А., Мирошникова Ю.В., Пушкина Т.А., Курашвили В.А., Яшин Т.А., Выходец И.Т. и др.** К вопросу об актуализации проблемы обезвоживания в спорте. *Вестник РГМУ*. 2017;(6):13–18.
10. **Мартинчик А.Н., Баева В.С., Пескова Е.В., Кудрявцева К.В., Денисова Н.Н., Лавриненко С.В. и др.** Фактическое потребление жидкости спортсменами высокой квалификации в режиме тренировочного процесса. *Вопр. питания*. 2018;(3):36–44. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10029>
11. **Выходец И.Т., Курашвили В.А., Мирошникова Ю.В., Нистратов С.Л., Парастаев С.А., Поляев Б.А. и др.** Клинические рекомендации по методикам регидратации организма спортсмена в различных олимпийских видах спорта во время тренировочных мероприятий и спортивных соревнований. Москва: ФМБА России; 2018:54.
12. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56034–2014: Клинические рекомендации (протоколы лечения). Общие положения. Москва: Стандартинформ; 2015:20.
13. **Гаврилова Н.Б., Шетинин М.П., Молибога Е.А.** Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов. *Вопр. питания*. 2017;(2):100–106. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00039>
14. **Морган-мл. Э., Мэгид С.М.** Клиническая анестезиология. Кн. 2-я М.—СПб.: Издательство БРШОМ-Невский Дialect; 2000. 366 с. ил.
15. **McDermott B.P., Anderson S.A., Armstrong L.E., Casa D.J., Chevront S.N., Cooper L., et al.** National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. *J Athl Train*. 2017;52(9):877–895. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.9.02>
16. **Knechtle B., Chlibkova D., Nikolaidis P.T.** Exercise-Associated Hyponatremia in Endurance Performance. *Praxis*. 2019;108(9):615–632. <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a003261>
17. **Hew-Butler T.** Exercise-Associated Hyponatremia. *Front Horm Res*. 2019;52:178–189. <https://doi.org/10.1159/000493247>
3. **Cohen D.** The truth about sports drinks. *BMJ*. 2012;345:4737. <https://doi.org/10.1136/bmj.e4737>
4. **Goulet E.D., Dion T., Savoie F.A.** Does mild hypohydration really reduce cycling endurance performance in the heat? *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(1):207. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3182a17c0e>
5. **Nikityuk D.B., Miroshnikova Yu.V., Burlyayeva E.A., Vybornov V.D., Balandin M.Yu., Timoshenko K.T.** Methodical recommendations for nutrition of young athletes. Moscow; 2017:134. (In Russ.).
6. **Campbell B., Wilborn C., La Bounty P., Taylor L., Nelson M.T., Greenwood M., et al.** International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10(1):1. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-1>
7. Report of Science Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen (Adopted by the SCF on 22/6/2000, corrected by the SCF on 28/2/2001) [Internet]. Available at: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out64_en.pdf
8. **Arnautis G., Kavouras S.A., Kotsis Y.P., Tsekouras Y.E., Makrillos M., et al.** Ad Libitum Fluid Intake Does Not Prevent Dehydration in Suboptimally hydrated young soccer players during a training session of a summer camp. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2013;23(3):245–251. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.3.245>
9. **Parastaev S.A., Miroshnikova Yu.V., Pushkina T.A., Kurashvili V.A., Yashin T.A., Vykhodets I.T., et al.** An update on dehydration in athletes. *Vestnik RGMU = Bulletin of Russian State Medical University*. 2017;(6):13–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.24075/brsmu.2017-06-02>
10. **Martinchik A.N., Baeva V.S., Peskova E.V., Kudryavtseva K.V., Denisova N.N., Lavrinenko S.V., et al.** Actual liquid consumption by highly qualified athletes in the mode of the training process. *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition* 2018; (3):36–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10029>
11. **Vykhodets I.T., Kurashvili V.A., Miroshnikova Yu.V., Nistratov S.L., Parastaev S.A., Polyayev B.A., et al.** Clinical guidelines for the methods of rehydration of the athlete's body in various Olympic sports during training events and sports competitions. Moscow: FMBA Rossii; 2018:54. (In Russ.).
12. National standard of the Russian Federation GOST R 56034–2014: Clinical guidelines (treatment protocols). General Provisions. Moscow: Standartinform; 2015:20. (In Russ.).
13. **Gavrilova N.B., Shchetinin M.P., Moliboga E.A.** Modern state and prospects of the development of production of specialized foodstuffs for athletes. *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition*. 2017;(2):100–106. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00039>
14. **Morgan-junior E., Megid S.M.** Clinical Anesthesiology. Book 2. Moscow, SPb.: Publishing house BRSHOM-Nevsky Dialect; 2000. 366 p.
15. **McDermott B.P., Anderson S.A., Armstrong L.E., Casa D.J., Chevront S.N., Cooper L., et al.** National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. *J Athl Train*. 2017;52(9):877–895. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.9.02>
16. **Knechtle B., Chlibkova D., Nikolaidis P.T.** Exercise-Associated Hyponatremia in Endurance Performance. *Praxis*. 2019;108(9):615–632. <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a003261>
17. **Hew-Butler T.** Exercise-Associated Hyponatremia. *Front Horm Res*. 2019;52:178–189. <https://doi.org/10.1159/000493247>

18. Sommerfield L.M., McAnulty S.R., McBride J.M., Zwetsloot J.J., Austin M.D., Mehlhorn J.D., et al. Validity of urine specific gravity when compared with plasma osmolality as a measure of hydration status in male and female NCAA collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2016;30(8):2219–2225. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001313>

19. Zubac D., Cular D., Marusic U. Reliability of Urinary Dehydration Markers in Elite Youth Boxers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(3):374–381. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0621>

20. Barnes K.A., Anderson M.L., Stofan J.R., Dalrymple K.J., Reimel A.J., Roberts T.J., et al. Normative Data for Sweating Rate, Sweat Sodium Concentration, and Sweat Sodium Loss in Athletes: An Update and Analysis by Sport. *J Sports Sci.* 2019;37(20):2356–2366. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1633159>

21. Baker L.B., Wolfe A.S. Physiological mechanisms determining eccrine sweat composition. *Eur J Appl Physiol.* 2020;120(4):719–752. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04323-7>

22. Castizo-Olier J., Carrasco-Marginet M., Roy A., Chaverri D., Iglesias X., Perez-Chirinos C., et al. Bioelectrical Impedance Vector Analysis (BIVA) and Body Mass Changes in an Ultra-Endurance Triathlon Event. *J Sports Sci Med.* 2018;17(4):571–579.

23. Соловьев В.Б., Володин Р.Н. Изучение роли сукцинатдегидрогеназы в механизмах повышения концентрации молочной кислоты при пороге анаэробной нагрузки. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2016;16(4):38–43. <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2016-4-4>

24. Arnold A.R., Chassaing B. Maltodextrin, Modern Stressor of the Intestinal Environment. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol.* 2019;7(2):475–476. <https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2018.09.014>

25. Laudisi F., Srolfi C. Impact of Food Additives on Gut Homeostasis. *Nutrients.* 2019;11(10):2334. <https://doi.org/10.3390/nu11102334>

18. Sommerfield L.M., McAnulty S.R., McBride J.M., Zwetsloot J.J., Austin M.D., Mehlhorn J.D., et al. Validity of urine specific gravity when compared with plasma osmolality as a measure of hydration status in male and female NCAA collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2016;30(8):2219–2225. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001313>

19. Zubac D., Cular D., Marusic U. Reliability of Urinary Dehydration Markers in Elite Youth Boxers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(3):374–381. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0621>

20. Barnes K.A., Anderson M.L., Stofan J.R., Dalrymple K.J., Reimel A.J., Roberts T.J., et al. Normative Data for Sweating Rate, Sweat Sodium Concentration, and Sweat Sodium Loss in Athletes: An Update and Analysis by Sport. *J Sports Sci.* 2019;37(20):2356–2366. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1633159>

21. Baker L.B., Wolfe A.S. Physiological mechanisms determining eccrine sweat composition. *Eur J Appl Physiol.* 2020;120(4):719–752. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04323-7>

22. Castizo-Olier J., Carrasco-Marginet M., Roy A., Chaverri D., Iglesias X., Perez-Chirinos C., et al. Bioelectrical Impedance Vector Analysis (BIVA) and Body Mass Changes in an Ultra-Endurance Triathlon Event. *J Sports Sci Med.* 2018;17(4):571–579.

23. Solov'ev V.B., Volodin R.N. Izuchenie roli suktinatdehidrogenazy v mekhanizmakh povysheniya kontsentratsii molochnoy kisloty pri poroge anaerobnoy nagruzki. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences. 2016;16(4):38–43. (In Russ.). <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2016-4-4>

24. Arnold A.R., Chassaing B. Maltodextrin, Modern Stressor of the Intestinal Environment. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol.* 2019;7(2):475–476. <https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2018.09.014>

25. Laudisi F., Srolfi C. Impact of Food Additives on Gut Homeostasis. *Nutrients.* 2019;11(10):2334. <https://doi.org/10.3390/nu11102334>

Информация об авторах:

Ким Виталий Николаевич*, д.м.н., профессор кафедры биофизики и функциональной диагностики, заведующий отделением функциональной диагностики клиник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Россия, Томск, Московский тракт, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1351-038X> (+7 (903) 914-38-36, doctorkim@rambler.ru)

Просекин Георгием Андреевич, врач отделения функциональной диагностики клиник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Россия, Томск, Московский тракт, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-167X>

Федосов Юрий Николаевич, к.м.н., заведующий лабораторией медико-биологического сопровождения спортивной подготовки АУ «Югорский колледж-интернат олимпийского резерва», 628011, Россия, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 31. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4261-4935>

Ломазова Елена Владимировна, к.м.н., врач спортивной медицины ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации» Федерального медико-биологического агентства России, 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, 28. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6034-9878>

Парастаев Сергей Андреевич, д.м.н., профессор, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>

Information about the authors:

Vitaliy N. Kim*, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Biophysics and Functional Diagnostics, Head of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University of Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1351-038X> (+7 (903) 914-38-36, doctorkim@rambler.ru)

Georgii A. Prosekin, M.D., Physician of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University of Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-167X>

Yuriy N. Fedosov, M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Laboratory of Medical and Biological Support of Athletic Training of the Yugorsky College-Boarding School of Olympic Reserve, 31, str. Student, Khanty-Mansiysk, Tyumen region, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra, 628011, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4261-4935>

Elena V. Lomazova, M.D., Ph.D. (Medicine), Doctor Sports Medicine, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency of Russia, 28, Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6034-9878>

Sergey A. Parastaev, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education of the Pirogov University of Health Ministry of Russia, 1, str. Ostrovityanova, Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-9936>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.18>

УДК 614.4

Тип статьи: Обзор литературы / Review



Нутритивная поддержка в спорте: Часть I. Роль макронутриентов в повышении выносливости спортсменов (обзор зарубежной литературы)

М.М. Коростелева¹, И.В. Кобелькова², Р.А. Ханферьян^{3,}*

¹ ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», Москва, Россия

² ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
Москва, Россия

³ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Сбалансированный рацион питания и обоснованное включение в него специализированных пищевых продуктов играют ключевую роль в расширении адаптационного потенциала атлетов и влияют на эффективность тренировочного процесса. В обзоре рассматриваются современные научные данные, касающиеся потребностей спортсменов в пищевых веществах и энергии, для увеличения выносливости. Приводится сравнительная характеристика различных источников белка, углеводов, характеризуется значение жиров в спортивной практике, а также эффективность применения комбинаций различных макронутриентов при интенсивных физических нагрузках.

Ключевые слова: выносливость, спорт высоких достижений, макронутриенты, белки, углеводы, жиры

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: публикация подготовлена при поддержке программы РУДН «5-100».

Для цитирования: Коростелева М.М., Кобелькова И.В., Ханферьян Р.А. Нутритивная поддержка в спорте: Часть I. Роль макронутриентов в повышении выносливости спортсменов (обзор зарубежной литературы). *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(3):18–26. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.18>

Поступила в редакцию: 01.06.2020

Принята к публикации: 31.08.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Nutritional support in sports: Part I. The role of macronutrients in increasing of endurance of athletes (review of foreign literature)

Margarita M. Korosteleva¹, Irina V. Kobelkova², Roman A. Khanferyan^{3,}*

¹ All-Russian Research Institute of the Dairy Industry, Moscow, Russia

² Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

³ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT

A balanced diet and intake of Specialized foodstuffs products play a key role in expanding the adaptive potential of athletes and affect the effectiveness of the training process. The review examines the current scientific evidence regarding the nutritional and energy needs of athletes to increase endurance. Comparative characteristics of various sources of protein, carbohydrates are given, the value of fats in sports practice, as well as the effectiveness of the use of combinations of various macronutrients during intense physical exertion are characterized.

Keywords: endurance, high performance sports, macronutrients, proteins, carbohydrates, fats

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the publication was prepared with the support of the RUDN University “5-100” Program.

For citation: Korosteleva M.M., Kobelkova I.V., Khanferyan R.A. Nutritional support in sports: Part I. The role of macronutrients in increasing of endurance of athletes (review of foreign literature). *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):18–26 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.18>

Received: 1 June 2020
Accepted: 31 August 2020
Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Оптимизация питания спортсменов, учитывающая фазное состояние организма, индивидуальные, возраст-но-половые и другие особенности, является важнейшей составляющей в медико-биологическом обеспечении не только спортивных сборных команд Российской Федерации, но и их резервного состава. Особое внимание должно быть уделено растущему поколению спортсменов. Полноценное оптимальное питание для всех указанных категорий спортсменов создает условия для максимальной физической работоспособности, повышает устойчивость организма к стрессам и воздействиям любых неблагоприятных факторов. Контроль за адекватностью питания, его оптимизация входят в структуру необходимых комплексных обследований и наблюдений за спортсменами, обеспечивающих своевременность выявления динамики здоровья и тренированности. Для повышения выносливости элитных спортсменов необходимо удовлетворять их потребности в энергии, макро- и микронутриентах, особенно в углеводах и белках, для поддержания массы тела, пополнения запасов гликогена и обеспечения восстановительных процессов в тканях после интенсивных тренировок в постсоревновательный период.

Обеспеченность энергией спортсменов, особенно высококвалифицированных («элитных»), играет ключевую роль в рационе питания, поскольку поддерживает оптимальное функционирование всех систем организма, определяет способность потреблять макроэлементы и микроэлементы, а также помогает управлять составом тела. Энергетические потребности спортсмена связаны с периодичностью тренировок и цикла соревнований, варьируют изо дня в день в течение годового плана спортивной деятельности в зависимости от изменений в объеме и интенсивности тренировок. Энергия поступает с приемом различных пищевых продуктов, в том числе специализированных (СПП), включая напитки и БАД для питания спортсменов. Между тем существуют и другие факторы, увеличивающие энергетические потребности, к которым относятся воздействие холода или жары, эмоциональные и иные виды стресса, высокогорная гипоксия при тренировках и соревнованиях в высокогорных условиях, некоторые физические травмы, прием некоторых лекарственных препаратов, кофеина, никотина, увеличение массы тела, фазы менструального цикла и другие. С другой стороны, потребности в энергии снижаются при сокращении времени и интенсивности тренировочного цикла, при старении, снижении массы тела и, возможно, фолликулярной фазы менструального цикла [1]. Энерготраты пропорциональны уровню физической активности спортсменов. Так, лица,

занимающиеся по общим фитнес-программам (например, выполняя упражнения в течение 30–40 мин в день 3 раза в неделю), могут, как правило, удовлетворять энергетические потребности, используя обычные пищевые продукты в структуре сбалансированного рациона. Их энерготраты могут быть в пределах 1800–2400 ккал в день или около 25–35 ккал/кг в день. Спортсмены, имеющие умеренный уровень тренировок (2–3 ч в день до 5–6 раз в неделю) или большой объем интенсивных тренировок (3–6 ч в день интенсивных тренировок по 1–2 тренировки в течение 5–6 дней в неделю), дополнительно затрачивают 600–1200 ккал/час и более [1, 2].

Для элитных спортсменов расход энергии во время тяжелых тренировок или соревнований может быть огромным. Например, расчетное расходование энергии для велосипедистов, участвующих в «Тур де Франс», равнялось 12 000 ккал/сут [3, 4]. Кроме того, потребность в калориях для спортсменов с высокой массой тела (например, 100–150 кг) может находиться в диапазоне от 6000–12 000 ккал/сут в зависимости от объема и интенсивности различных тренировочных занятий [3].

Энерготраты спортсменов могут быть рассчитаны в соответствии с рекомендациями Американского колледжа спортивной медицины [5]:

Пример расчета потребности в энергии (ПЭ)

Общая масса тела = 60 кг (МТ), 20 % ВФ, 80 % мышечная масса тела (=48,0 кг ММТ), общие энерготраты (ОЭ) = 2400 ккал/сут, затраты энергии во время тренировки (ЭТ) = 500 ккал/сут.

$$\text{ПЭ} = (\text{ОЭ} - \text{ЭТ}) / \text{ММТ} = (2400 - 500) \text{ ккал/сутки} / 48,0 \text{ кг} = 39,6 \text{ ккал} / \text{ММТ/сут.}$$

Наряду с этим следует учитывать особенности трех типов энергопродукции, имеющих значительные различия:

- аэробная энергопродукция — в спортивных видах, требующих выносливости (марафон, лыжные гонки, шоссейные гонки и др.);
- анаэробная энергопродукция — способность выполнять мышечную работу в условиях кислородной недостаточности, которая реализуется преимущественно в видах спорта, требующих кратковременного выброса энергии (тяжелая атлетика, спринт и др.);
- смешанная анаэробная-аэробная энергопродукция, характерная для видов спорта с чередующимися нагрузками (спортивные единоборства, игровые виды спорта и др.).

При этом важнейшим соображением является то, что для удовлетворения потребностей каждого спортсмена в пищевых веществах и энергии необходим

индивидуальный подход. Высокая потребность в энергии и субстратах отмечается во время предсезонной подготовки и матчей, а умеренная во время тренировок в соревновательном сезоне; при этом планирование питания должно включать достаточное количество углеводов при умеренном энергетическом бюджете, а также удовлетворять потребности в белке [1–3]. Например, для увеличения выносливости современные рекомендации предлагают спортсменам потребление приблизительно 60 % углеводов, 15 % белка и 25 % жира от общей энергетической ценности рациона питания [4].

2. Роль белка в питании спортсменов

Рекомендуемое количество белка для поддержания положительного азотистого баланса и удовлетворения метаболических потребностей указывают в пределах 1,2–2,1 г/кг/сут [5–7]. Белок при физических нагрузках выступает в роли триггера и субстрата для синтеза сократительных мышечных волокон и метаболических белков, а также способствует структурным изменениям в связочном аппарате и костной ткани спортсменов [8, 9]. Исследования показывают, что стимуляция синтеза мышечных белков в ответ на даже однократную спортивную нагрузку происходит как минимум в течение 24 часов, при этом повышается чувствительность к включению белка, поступающего в организм из пищевых продуктов, в мышечные ткани [10].

Существуют исследования, показывающие, что потребление белка менее 1,6 г/кг массы тела/сут может привести к отрицательному азотному балансу у атлетов, тренирующих выносливость [6]. В других работах спортсменам, основным качеством которых должна быть выносливость, показано употребление белка на уровне не более 1,2–1,4 г/кг МТ/сут. Однако для спортсменов с более высокими потребностями в энергии может потребоваться относительно непродолжительное потребление белка до 2,5 г/кг/сут. В отчете Phillips [7] были обобщены результаты, касающиеся потребности в белке у спортсменов силовых видов спорта. Используя регрессионный подход, он пришел к выводу, что следует рекомендовать потребление белка в количестве 1,2 г/кг массы тела в день, а при включении верхнего предела 95 % доверительного интервала приближенное количество составляет 1,33 г/кгМТ/сут. Тем не менее международное общество питания спортсменов полагает, что для большинства разновидностей физических упражнений достаточно ежедневного потребления белка в диапазоне 1,4–2,0 г/кг/сут [11]. Имеются вместе с тем данные, что более высокое потребление белка (более 3,0 г/кг/сут) может оказывать положительное влияние на состав тела у спортсменов и высокие дозы белка в идеале должны быть равномерно распределены на каждые 3–4 часа в течение дня. Так, в оригинальных исследованиях ряда авторов, в которых спортсмены потребляли чрезвычайно высокое количество белка (3,4–4,4 г/кг/день), говорится об отсутствии

вредных эффектов [12–14]. Однако, несмотря на наличие исследований, демонстрирующих безопасность, все еще существует большой риск в отношении клинических последствий потребления высокого количества белка, особенно для функции почек и печени.

Улучшение состава тела за счет снижения массы жира и увеличения безжировой массы тела часто связано с повышением физической работоспособности спортсменов. В этом отношении во многих исследованиях указывается, что добавление к рациону питания белка приводит к значительным улучшениям мышечной массы тела по сравнению с контрольной группой спортсменов, получавших плацебо [15–18]. Andersen и соавт. [19] обследовали 22 здоровых мужчин, которые прошли 14-недельную программу силовых тренировок, дополняя рационы питания либо 25 г белковой смеси, либо 25 г углеводов. При этом в группе, получавшей белок, произошло значительное увеличение безжировой массы тела и площади поперечного сечения мышечных волокон как I, так и II типов по сравнению с изменениями, наблюдаемыми при потреблении углеводов. В метаанализе [20] говорится о среднем увеличении безжировой массы тела на 0,69 кг (95 % доверительный интервал: 0,47–0,91 кг) в группах, получавших белок, по сравнению с лицами, получавшими плацебо во время программы силовых тренировок. Авторы других обзоров [21, 22] подтверждают, что введение в рацион питания СПП, содержащих белок (15–25 г в течение 4–14 недель), при тренировках с нагрузкой увеличивает рост мышечной массы. Увеличение ежедневного потребления белка до 2,4 г/кгМТ/сут, т.е. до уровней, превышающих рекомендованную суточную норму, при ограничении суточной энергетической ценности рациона питания (снижение на 30–40 %) значительно снижает потерю жировой ткани, а также способствует поддержанию безжировой массы [23, 24]. Обращаем внимание, что повышенное потребление белка должно быть кратковременным.

Анализируя литературные данные многих исследователей по повышению в рационе белка во время силовых тренировок, Bosse и Dixon [25] выдвинули гипотезу о том, что потребление белка должно превышать на 59 % базовый уровень, чтобы произошли значительные изменения в безжировой массе тела. У молодых людей прием 20–30 г белка с высокой биологической ценностью до или после упражнений с нагрузкой оказывается достаточным для максимальной стимуляции синтеза мышечного белка [26]. В исследовании Masnoughton и соавт. установлено, что прием 40 г белка молочной сыворотки значительно увеличивает синтез мышечного белка [27].

Известно, что эссенциальные аминокислоты (ЭАК) в свободной форме, белки сои, молока, молочной сыворотки, казеинат и другие белковые гидролизаты способны активировать синтез мышц. Максимальная стимуляция этого синтеза, которая

приводит к увеличению чистой мышечной массы, является следствием увеличения паттерна и частоты повышенной концентрации ЭАК в крови, которая и модулирует синтез мышечной ткани [28].

Существует несколько методов определения качества белка, таких как структурные особенности, коэффициент эффективности белка, биологическая ценность, аминокислотный коэффициент усвояемости белка (PDCAAS) и индикаторное окисление аминокислот (IAAO). В конечном счете качество белка *in vivo* обычно определяется тем, насколько эффективно белок стимулирует прирост мышечной массы [29]. В целом исследования показали, что продукты, содержащие белки животного происхождения, содержат самый высокий процент ЭАК и приводят к синтезу белка и большей гипертрофии мышц после тренировки с нагрузками по сравнению с контролем — вегетарианским белком, в котором обычно отсутствует одна или несколько ЭАК [30]. Еще одно исследование указывает на то, что сывороточный белок молока имеет явное преимущество перед другими источниками белка, включая сою и казеин, по отношению к усилению синтеза мышечного белка [31].

В большинстве научных исследований изучали эффективность приема источников одного вида белка, но продолжают накапливаться доказательства того, что комбинирование источников белка может дать дополнительные преимущества [32]. Так, например, 10-недельное исследование лиц, тренировавшихся с нагрузками, проведенное Kerkick и соавт. [33], продемонстрировало, что комбинация 40 г белка молочной сыворотки (БМС) и 8 г казеина дает наибольшее увеличение безжировой массы по сравнению с комбинацией 40 г БМС, 5 г глутамин и 3 г СПП, содержащего комплекс разветвленных аминокислот (BCAA), а также приемом плацебо, содержавшего 48 г мальтодекстрина. А прием после тренировки более предпочтителен, чем до нее, для восстановления и повышения производительности. В 2013 году Reidys и соавт. [34] указали, что смесь сывороточного и соевого белков также увеличивала синтез мышечного белка в ранний период после приема продукта (0–2 ч) по сравнению с потреблением только сывороточного белка и адекватная концентрация аминокислот поддерживалась в крови более длительный период.

Свойства молочных белков особенно широко исследованы, что связано с их потенциально ключевой ролью в развитии выносливости спортсменов. Так, было показано, что употребление молока после упражнений ускоряет восстановление организма, увеличивает количество гликогена, улучшает состояние водного и белкового баланса, что в конечном счете приводит к увеличению прироста скелетных мышц. Кроме того, молочный белок имеет наивысшую оценку в рейтинговой системе

PDCAAS и в целом содержит наибольшее количество лейцина [35–38].

Время приема пищи, богатой белком, в течение дня также может повлиять на адаптацию к физическим нагрузкам. В исследованиях последних десятилетий было установлено, что синтез мышечных белков увеличивается примерно на 30–100 % при потреблении продуктов, содержащих высокое количество белка [39, 40]. После приема таких продуктов повышается синтез мышечных белков, что приводит к их положительному балансу. Концентрация ЭАК в крови регулирует скорость синтеза белка в мышцах в покое и после тренировки [41]. Интересно, что введение в рацион СПП, содержащего 15 г ЭАК и 30 г углеводов, приводит к большему анаболическому эффекту (увеличению фенилаланинового баланса), чем прием пищевых продуктов с макронутриентами, несмотря на тот факт, что оба пищевых набора содержали одинаковую дозу ЭАК [42].

Показатели синтеза мышечных белков в течение 30 минут после приема белка быстро повышаются до пикового уровня и поддерживаются на нем в течение трех часов, прежде чем начинают снижаться до базовых значений, даже если концентрация аминокислот в крови остается повышенной [43]. В другом исследовании прием 48 г белка молочной сыворотки здоровыми молодыми лицами мужского пола в течение 45–90 минут увеличивал в три раза скорость синтеза миофибриллярного белка, после чего наблюдалось медленное снижение синтеза до базового, при этом концентрация ЭАК в плазме оставалась значительно повышенной [44].

В ряде исследований показано, что прием изолированных ЭАК стимулирует синтез белка в той же степени, как и целый белок с тем же содержанием ЭАК [45, 46]. Например, Borsheim и соавт. [47] обнаружили, что 6 г ЭАК стимулировали синтез белка в два раза больше, чем смесь 3 г не ЭАК в сочетании с 3 г ЭАК. Paddon-Jones и соавт. [48] обнаружили, что продукт, содержащий 15 г ЭАК и имеющий энергетическую ценность 180 ккал, с более значительной скоростью стимулирует синтез белка, чем пищевые продукты с калорийностью 850 ккал при аналогичном содержании ЭАК.

3. Роль углеводов в питании спортсменов

Рекомендуемое суточное потребление углеводов, по многочисленным данным, составляет 5–12 г/кг МТ/день. Углеводы необходимы для восстановления резервного гликогена в мышечной ткани и печени, удовлетворения метаболических потребностей мышц, центральной нервной системы и других жизненно важных систем организма. Гликоген абсолютно необходим спортсменам для обеспечения потребности в энергии во время продолжительного тренировочного процесса. При этом верхний предел данного диапазона предназначен для тех спортсменов, которые тренируются с умеренной или высокой интенсивностью ($\geq 70\% \text{VO}_{2\text{max}}$) свыше 12 ч в неделю [49, 50]. В свете этих соображений уровни гликогена

в мышцах могут быть быстро и максимально восстановлены с помощью приема углеводов после тренировки. Было показано, что прием от 0,6 до 1,0 г/кг МТ в течение первых 30 минут после завершения тренировки и через каждые два часа в течение следующих четырех-шести часов способствует максимальному пополнению запасов гликогена [51]. Такие же положительные результаты были продемонстрированы при приеме 1,2 г/кг МТ углеводов через каждые 30 минут в течение 3,5-часового периода [52].

Прием углеводов в течение длительных упражнений средней или высокой интенсивности способен значительно улучшить выносливость. Хотя точный механизм, обеспечивающий эргогенные эффекты, до сих пор неясен, вероятно, это связано с сохранностью гликогена в скелетных мышцах, предотвращением истощения его количества в печени и последующего развития гипогликемии. При длительных 2–3-часовых физических упражнениях спортсменам рекомендуют употреблять углеводы в количестве 60 г/ч, то есть со скоростью 1,0–1,1 г/мин, чтобы обеспечить максимальные уровни окислительных процессов. Тем не менее хорошо тренированные на выносливость спортсмены, соревнующиеся дольше 2,5 ч, могут усваивать до 90 г/ч (1,5–1,8 г/мин) углеводов. Даже небольшое количество принимаемых во время тренировки углеводов может улучшить результаты при более коротких по продолжительности (45–60 минут) и более интенсивных тренировках (>75 % пикового поглощения кислорода). Чтобы поддержать быстрое пополнение запасов гликогена после тренировок, должен быть обеспечен прием спортсменами большого количества дополнительных углеводов (1,2 г/кг МТ/ч) [52].

Основной формой углеводов, в которой их обычно потребляют во время и после тренировок, являются полимеры глюкозы. Однако абсорбция глюкозы в желудочно-кишечном тракте может быть ограничена возможностями («пропускной способностью») транспортной системы глюкозы кишечника (SGLT1). Адсорбция фруктозы в кишечнике регулируется другой транспортной системой и в значительной степени зависит от GLUT5, в отличие от транспортеров SGLT1. Комбинированный прием глюкозы и фруктозы может еще больше увеличить общую доступность экзогенных углеводов и обеспечить более высокие скорости их окисления, тем самым улучшая показатели выносливости по сравнению с приемом только эквивалентных количеств глюкозы [53].

В других исследованиях отмечается, что сахара, содержащие фруктозу, ускоряют восстановление гликогена в печени после физической нагрузки и могут сократить время восстановления почти вдвое по сравнению с приемом только глюкозы. Поэтому спортсменам для быстрого восстановления во время многоступенчатых соревнований следует рассмотреть возможность употребления сахаров, содержащих фруктозу. Употребление углеводов

со скоростью более 1,2 г/кг МТ/час, по-видимому, повышает уровень восстановления запасов гликогена после тренировки и одновременно минимизирует желудочно-кишечные расстройства [54, 55].

Употребление СПП, содержащих комбинации углеводов и белков, — это традиционная стратегия, используемая для развития выносливости, а также для повышения эффективности упражнений, стимулирования выработки гликогена, сведения к минимуму повреждения мышц и обеспечения положительного азотистого баланса [56]. Кроме того, показано, что добавление белка к углеводам увеличивает скорость восстановления гликогена в периоды, когда необходимо быстрое восстановление, или если поступает неоптимальное количество углеводов, что может способствовать уменьшению симптомов повреждения мышц [57]. Rustad и соавт. [58] также сообщили, что добавление белка (0,4 г/кг МТ/ч) к углеводам (0,8 г/кг МТ/ч) в течение 2 ч после завершения начального цикла велотренировок привело к значительному увеличению спортивной продуктивности на следующий день тренировочного процесса по сравнению с приемом только углеводов. В серии исследований, опубликованных Bird и соавт. [59, 60], изучалось влияние потребления различных комбинаций углеводов и аминокислот АК на показатели работоспособности, гормональных реакций и уровней циркулирующих белков крови, характеризующих повреждение мышц. В одном из указанных исследований [59] 32 участника были распределены в группы для регулярного приема либо 6 % раствора углеводов, либо 6 % раствора углеводов + 6 г ЭАК, либо плацебо без пищевых веществ в течение 60-минутных интенсивных тренировок. Результаты этого исследования показали, что уровни кортизола в сыворотке крови снижались при приеме внутрь 6 % раствора углеводов или 6 % углеводов + 6 г раствора ЭАК по сравнению с приемом плацебо; также сообщалось, что уровень маркеров распада мышечного белка в моче снижался на 27 %, когда потреблялась комбинация углеводов + ЭАК, тогда как в группе плацебо наблюдалось их увеличение на 56 %. Предполагается, что комбинации углеводов и белков во время интенсивных тренировок способствует синтезу мышечного белка за счет повышения реакции на инсулин. В частности, инсулин способствует антикатаболическим эффектам в мышцах [61], тем самым сдвигая белковый баланс в пользу анаболизма.

Остается актуальным вопрос о том, как размер, состав и время приема пищи перед тренировкой могут влиять на степень адаптации. В частности, в исследовании с использованием напитков, содержащих белки, потребляемых за 30 минут до сна, было показано его благоприятное воздействие на синтез мышечного белка, восстановление мышц и общий метаболизм [62]. В другом исследовании показано, что прием 30–40 г казеинового белка за 30 минут до сна [63] увеличивает мышечную массу в течение ночи.

Таблица 1

Углеводы: стратегии в зависимости от стадии тренировочного процесса (модифицировано из [5])

Table 1

Carbohydrates: strategies depending on the stage of the training process (modified from [5])

Стратегии приема углеводов / Carbohydrate ingestion strategies			
Время обычного приема углеводов / Time of regular carbohydrate intake	<90 мин до начала тренировки / <90 min before training	7–12 г/кг/сутки для покрытия дневной нормы углеводов / 7–12 g/kg/day to cover daily carbohydrate intake	Примечания / Notes Спортсмены могут употреблять обогащенную углеводами пищу с низким содержанием пищевых волокон, комфортную для кишечника / Athletes can eat carbohydrate-fortified, low-fiber foods that are gut-friendly
Углеводная нагрузка / Carbohydrate load	>90 мин до умеренной/прерывистой тренировки / > 90 min before moderate / intermittent training	10–12 г/кг/сутки в течение 36–48 час / 10–12 g/kg/day during 36–48 hours	Полезен частый прием легких закусок, богатых углеводами / Frequent carbohydrate snacks are healthy Время приема, количество и частота должны соответствовать поставленным задачам и пищевым пристрастиям / Time of intake, quantity and frequency should be appropriate for the tasks and food habits
Быстрое насыщение углеводами / Fast carbohydrate saturation	<8 часов перерыва между двумя приемами углеводов / <8 hours break between two carbohydrate intakes	1–1,2 г/кг/час в первые 4 часа и далее дополнить до дневной нормы / 1–1.2 g/kg hour in the first 4 hours and then reach the daily intake	Избегать приема богатых жирами / белками / пищевыми волокнами продуктов / Avoid eating foods rich in fat / protein / fiber Продукты с низким гликемическим индексом предпочтительны в случаях, когда углеводы невозможно принимать в полном объеме в тренировочный период / Low glycemic index foods are preferred when carbohydrates cannot be taken in full during training period

Разработка стратегии приема углеводов в различные тренировочные фазы — крайне важный вопрос спортивной результативности и здоровья спортсменов. В таблице 1 представлены принципы назначения углеводов, разработанные диетологами Канады и Американского колледжа спортивной медицины.

4. Роль жиров в питании спортсменов

Питание здорового человека должно обеспечивать умеренное количество энергии, вырабатываемой организмом из потребленного жира (от 20 до 25 %). Для здоровья или физической активности человека употребление рациона, содержащего жира менее 15 % от калорийности рациона, малоэффективно. Потребление жиров в диапазоне от 1,0 до 1,5 г/кг МТ/сут является достаточным, хотя при определенных условиях спортсменам может потребоваться потребление жиров, близкое к 2,0 г/кг МТ/сут [1, 7]. Один из подходов к потреблению макроэлементов для изменения метаболических процессов в пользу окисления жиров — это использование кетогенных диет. Они традиционно связаны с существенными изменениями соотношения жиры : белки или жиры : углеводы, равному 4:1. Также имеются данные, что модифицированные кетогенные диеты (70 % потребления энергии из жиров) увеличивают метаболизм жиров [64], но могут быть более устойчивы по сравнению с традиционными кетогенными подходами.

Были изучены различные кетогенные стратегии (например, циклическое, прерывистое голодание), приводящие к увеличению выработки кетонов и последующего

их окисления (кетоз 0,5–3,0 ммоль/л). Ранее исследования у спортсменов, тренирующих выносливость, продемонстрировали потенциальные эргогенные эффекты краткосрочной кетогенной диеты. Тем не менее было показано, что кетогенные диеты снижают мышечный гликолиз [65]. В группе бегунов после 3-часового бега на беговой дорожке с субмаксимальной нагрузкой кетогенная диета способствовала скорости окисления жира (примерно 1,2 г/мин), что значительно выше, чем у лиц, которые пользовались диетой с высоким содержанием углеводов (0,75 г/мин) [66]. Кроме того, кетогенные диеты приводили к развитию острой негативной симптоматики, включая усталость, головные боли, плохую концентрацию внимания, сонливость, дискомфорт в ЖКТ, тошноту и снижение массы тела.

Исследования, проведенные на лабораторных животных, указывают на потенциальную пользу включения в рацион среднецепочечных триглицеридов для усиления митохондриального биогенеза, тем самым повышая показатели выносливости [67]. В другой работе было показано, что сложный эфир кетона (500 мг/кг) увеличивал концентрацию бета-гидроксибутирата (D-βHB) до уровней, наблюдаемых при пищевом кетозе (~3 ммоль/л), и окисление жира в мышечной ткани даже при наличии максимальных депонированных запасов гликогена или при приеме внутрь эфира кетона с углеводами [68]. Более того, такие метаболические изменения приводили к значительному (2 %) увеличению выносливости, хотя это происходило во время упражнений продолжительностью до 120 минут.

Таким образом, нутритивная поддержка спортсменов для повышения их выносливости во многом зависит не только от соотношения принимаемых макронутриентов, но и от сбалансированности рациона по энергетической ценности, что является ключевым фактором

Вклад авторов:

Коростелева Маргарита Михайловна, Кобелькова Ирина Витальевна — подбор литературы, обработка информации и написание статьи.

Ханферьян Роман Авакович — написание и редактирование статьи.

в повышении адаптационного потенциала атлетов и влияет на эффективность тренировочного процесса. При этом нутритивная поддержка должна учитывать особенности фаз и нагрузок тренировочного процесса, а также периодов спортивной активности спортсменов.

Authors' contributions:

Margarita M. Korosteleva, Irina V. Kobelkova — selection of literature, information processing and article writing.

Roman A. Khanferyan — writing and editing an article.

Список литературы / References

1. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Am Diet Assoc.* 2000;100(12):1543–1556. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(00\)00428-4](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(00)00428-4)
2. **Stellingwerff T., Maughan R.J., Burke L.M.** Nutrition for Power Sports: Middle-Distance Running, Track Cycling, Rowing, Canoeing/Kayaking, and Swimming. *J Sports Sci.* 2011;29(1):S79–S89. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.589469>
3. **Holway F.E., Spriet L.L.** Sport-specific Nutrition: Practical Strategies for Team Sports. *J Sports Sci.* 2011;29(1):S115–S125. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.605459>
4. **Tiller N.B., Roberts J.D., Beasley L., Chapman S., Pinto J.M., Smith L., et al.** International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultramarathon training and racing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019;16(1):50. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0312-9>
5. **Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M.** Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3):501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
6. **Kato H., Suzuki K., Bannai M., Moore D.R.** Protein requirements are elevated in endurance athletes after exercise as determined by the Indicator amino acid oxidation method. *PLoS One.* 2016;11(6):e0157406. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157406>
7. **Phillips S.M.** Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition.* 2004;20(7–8):689–695. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.009>
8. **Phillips S.M., Van Loon L.J.** Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci.* 2011;29(1):S29–S38. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204>
9. **Phillips S.M.** Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *Br J Nutr.* 2012;108(S2):S158–S167. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002516>
10. **Burd N.A., West D.W., Moore D.R., Atherton P.J., Staples A.W., Prior T., et al.** Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *J Nutr.* 2011;141(4):568–573. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135038>
11. **Jäger R., Kerksick C.M., Campbell B.I., Cribb P.J., Wells S.D., Skwiat T.M., et al.** International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14(1):20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
12. **Antonio J., Ellerbroek A., Silver T., Orris S., Scheiner M., Gonzalez A., Peacock C.A.** A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women—a follow-up investigation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12(1):39. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0100-0>
13. **Antonio J., Ellerbroek A., Silver T., Vargas L., Tamayo A., Buehn R., Peacock C.A.** A high protein diet has no harmful effects: a one-year crossover study in resistance-trained males. *J Nutr Metab.* 2016;2016:9104792. <https://doi.org/10.1155/2016/9104792>
14. **Wolfe R.R., Cifelli A.M., Kostas G., Kim Il-Young.** Optimizing protein intake in adults: interpretation and application of the recommended dietary allowance compared with the acceptable macronutrient distribution range. *Adv Nutr.* 2017;8(2):266–275. <https://doi.org/10.3945/an.116.013821>
15. **Cribb P.J., Williams A.D., Stathis C.G., Carey M.F., Hayes A.** Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):298–307. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000247002.32589.ef>
16. **Kukuljan S., Nowson C.A., Sanders K., Daly R.M.** Effects of resistance exercise and fortified milk on skeletal muscle mass, muscle size, and functional performance in middle-aged and older men: an 18-mo randomized controlled trial. *J Appl Physiol* (1985). 2009;107(6):1864–1873. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00392.2009>
17. **Hulmi J.J., Kovanen V., Selanne H., Kraemer W.J., Hakkinen K., Mero A.A.** Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino Acids.* 2009;37(2):297–308. <https://doi.org/10.1007/s00726-008-0150-6>
18. **Josse A.R., Tang J.E., Tarnopolsky M.A., Tarnopolsky M.A., Phillips S.M.** Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(6):1122–1130. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c854f6>
19. **Andersen L.L., Tufekovic G., Zebis M.K., Cramer R.M., Verlaan G., Kjaer M., et al.** The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metabolism.* 2005;54(2):151–156. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2004.07.012>
20. **Cermak N.M., Res P.T., De Groot L.C., Saris W.M.H., van Loon L.J.C.** Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(6):1454–1464. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.037556>
21. **Phillips S.M.** The science of muscle hypertrophy: making dietary protein count. *Proc Nutr Soc.* 2011;70(1):100–103. <https://doi.org/10.1017/S002966511000399X>
22. **Pasiakos S.M., McEellan T.M., Lieberman H.R.** The effects of protein supplements on muscle mass, strength, and aerobic and anaerobic power in healthy adults: a systematic review. *Sports Med.* 2015;45(1):111–131. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0242-2>
23. **Kreider R.B., Serra M., Beavers K.M., Moreillon J., Kresta J.Y., Byrd M., et al.** A structured diet and exercise program promotes favorable changes in weight loss, body composition, and weight maintenance. *J Am Diet Assoc.* 2011;111(6):828–843. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2011.03.013>

24. **Kerksick C., Thomas A., Campbell B., Taylor L., Wilborn C., Marcello B., et al.** Effects of a popular exercise and weight loss program on weight loss, body composition, energy expenditure and health in obese women. *Nutr Metab (Lond)*. 2009;6:23. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-6-23>
25. **Bosse J.D., Dixon B.M.** Dietary protein to maximize resistance training: a review and examination of protein spread and change theories. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012;9(1):42. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-42>
26. **Tipton K.D.** Role of protein and hydrolysates before exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2007;17(S1):S77-S86. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.s1.s77>
27. **Macnaughton L.S., Wardle S.L., Witard O.C., McGlory C., Hamilton D.L., Jeromson S., et al.** The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiol Rep*. 2016;4(15):e12893. <https://doi.org/10.14814/phy2.12893>
28. **Tang J.E., Moore D.R., Kujbida G.W., Tarnopolsky M.A., Phillips S.M.** Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol* (1985). 2009;107(3):987-992. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00076.2009>
29. **Lemon P.W.** Beyond the zone: protein needs of active individuals. *J Am Coll Nutr*. 2000;19(5):513S-521S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718974>
30. **Katsanos C.S., Chinkes D.L., Paddon-Jones D., Zhang X.J., Aarsland A., Wolfe R.R.** Whey protein ingestion in elderly persons results in greater muscle protein accrual than ingestion of its constituent essential amino acid content. *Nutr Res*. 2008;28(10):651-658. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.06.007>
31. **West D.W., Burd N.A., Coffey V.G., Baker S. K., Burke L.M., Hawley J. A., et al.** Rapid aminoacidemia enhances myofibrillar protein synthesis and anabolic intramuscular signaling responses after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*. 2011;94(3):795-803. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.013722>
32. **Paul G.L.** The rationale for consuming protein blends in sports nutrition. *J Am Coll Nutr*. 2009;28(4):464S-472S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2009.10718113>
33. **Kerksick C.M., Rasmussen C.J., Lancaster S.L., Magu B., Smith P., Melton C., et al.** The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):643-653. <https://doi.org/10.1519/R-17695.1>
34. **Reidy P.T., Walker D.K., Dickinson J.M., Gundermann D.M., Drummond M.J., Timmerman K.L., et al.** Protein blend ingestion following resistance exercise promotes human muscle protein synthesis. *J Nutr*. 2013;143(4):410-416. <https://doi.org/10.3945/jn.112.168021>
35. **Cockburn E., Stevenson E., Hayes P.R., Robson-Ansley P., Howatson G.** Effect of milk-based carbohydrate-protein supplement timing on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35(3):270-277. <https://doi.org/10.1139/H10-017>
36. **Wojcik J.R., Walber-Rankin J., Smith L.L., Gwazdauskas F.C.** Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2001;11(4):406-419. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.11.4.406>
37. **Hartman J.W., Tang J.E., Wilkinson S.B., Tarnopolsky M.A., Lawrence R.L., Fullerton A.V., et al.** Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(2):373-381. <https://doi.org/10.1093/ajcn/86.2.373>
38. **Norton L., Wilson G.J.** Optimal protein intake to maximize muscle protein synthesis. *Agro Food Industry Hi-Tech*. 2009;20:54-57.
39. **Rennie MJ, Bohe J, Wolfe RR.** Latency, duration and dose response relationships of amino acid effects on human muscle protein synthesis. *J Nutr*. 2002;132:3225S-3227S.
40. **Burd N.A., Yang Y., Moore D.R., Tang J.E., Tarnopolsky M.A., Phillips S.M.** Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. Micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. *Br J Nutr*. 2012;108(6):958-962. <https://doi.org/10.1017/S0007114511006271>
41. **Coffey V.G., Moore D.R., Burd N.A., Rerecich T., Stellingwerff T., Garnham A.P., et al.** Nutrient provision increases signaling and protein synthesis in human skeletal muscle after repeated sprints. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(7):1473-1483. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1768-0>
42. **Paddon-Jones D., Sheffield-Moore M., Aarsland A., Wolfe R.R., Ferrando A.A.** Exogenous amino acids stimulate human muscle anabolism without interfering with the response to mixed meal ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2005;288(4):E761-E767. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00291.2004>
43. **Bohe J., Low J.F., Wolfe R.R., Rennie M.J.** Latency and duration of stimulation of human muscle protein synthesis during continuous infusion of amino acids. *J Physiol*. 2001;532(2):575-579. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0575f.x>
44. **Atherton P.J., Etheridge T., Watt P.W., Wilkinson D., Selby A., Rankin D., et al.** Muscle full effect after oral protein: time-dependent concordance and discordance between human muscle protein synthesis and mtorc1 signaling. *Am J Clin Nutr*. 2010;92(5):1080-1088. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29819>
45. **Katsanos C.S., Chinkes D.L., Paddon-Jones D., Zhang X.J., Aarsland A., Wolfe R.R.** Whey protein ingestion in elderly persons results in greater muscle protein accrual than ingestion of its constituent essential amino acid content. *Nutr Res*. 2008;28(10):651-658. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.06.007>
46. **Phillips S.M., Tipton K.D., Aarsland A., Wolf S.E., Wolf R.R.** Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Phys*. 1997;273(1 Pt 1):E99-107. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99>
47. **Borsheim E., Tipton K.D., Wolf S.E., Wolfe R.R.** Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002;283(4):E648-E657. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00466.2001>
48. **Paddon-Jones D., Sheffield-Moore M., Aarsland A., Wolfe R.R., Ferrando A.A.** Exogenous amino acids stimulate human muscle anabolism without interfering with the response to mixed meal ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2005;288(4):E761-E767. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00291.2004>
49. **Howarth K.R., Moreau N.A., Phillips S.M., Gibala M.J.** Coingestion Of Protein With Carbohydrate During Recovery From Endurance Exercise Stimulates Skeletal Muscle Protein Synthesis In Humans. *J Appl Physiol* (1985). 2009;106(4):1394-1402. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.90333.2008>
50. **Van Loon L., Saris W.H., Kruijshoop M., Wagenmakers A.J.** Maximizing Postexercise Muscle Glycogen Synthesis: Carbohydrate Supplementation And The Application Of Amino Acid Or Protein Hydrolysate Mixtures. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(1):106-111. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.1.106>

51. **Jentjens R., Jeukendrup A.** Determinants Of Post-Exercise Glycogen Synthesis During Short-Term Recovery. *Sports Med.* 2003;33(2):117–144. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333020-00004>
52. **Cermak N.M., van Loon L.J.C.** The Use of Carbohydrates During Exercise as an Ergogenic Aid. *Sports Med.* 2013;43(11):1139–1155. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0079-0>
53. **Fuchs C.J., Gonzalez J.T., van Loon L.J.C.** Fructose Co-Ingestion to Increase Carbohydrate Availability in Athletes. *J Physiol.* 2019;597(14):3549–3560. <https://doi.org/10.1113/JP277116>
54. **Gonzalez J.T., Betts J.A.** Dietary Sugars, Exercise and Hepatic Carbohydrate Metabolism. *Proc Nutr Soc.* 2019 May;78(2):246–256. <https://doi.org/10.1017/S0029665118002604>
55. **Gonzalez J.T., Fuchs C.J., Betts J.A., van Loon L.J.C.** Glucose Plus Fructose Ingestion for Post-Exercise Recovery-Greater Than the Sum of Its Parts? *Nutrients.* 2017;9(4):344. <https://doi.org/10.3390/nu9040344>
56. **Alghannam A.F., Gonzalez J.T., Betts J.A.** Restoration of Muscle Glycogen and Functional Capacity: Role of Post-Exercise Carbohydrate and Protein Co-Ingestion. *Nutrients.* 2018;10(2):253. <https://doi.org/10.3390/nu10020253>
57. **Mclellan T.M., Pasiakos S.M., Lieberman H.R.** Effects Of Protein In Combination With Carbohydrate Supplements On Acute Or Repeat Endurance Exercise Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2014;44(4):535–550. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0133-y>
58. **Rustad P.L., Sailer M., Cumming K.T., Jeppesen P.B., Kolnes K.J., Sollie O., et al.** Intake Of Protein Plus Carbohydrate During The First Two Hours After Exhaustive Cycling Improves Performance The Following Day. *PLoSOne.* 2016;11(4):E0153229. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153229>. eCollection 2016
59. **Bird S.P., Mabon T., Pryde M., Feebrey S., Cannon J.** Tri-phasic Multinutrient Supplementation During Acute Resistance Exercise Improves Session Volume Load And Reduces Muscle Damage In Strength-Trained Athletes. *Nutr Res.* 2013;33(5):376–387. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2013.03.002>
60. **Bird S.P., Tarpennig K.M., Marino F.E.** Independent And Combined Effects Of Liquid Carbohydrate/Essential Amino Acid Ingestion On Hormonal And Muscular Adaptations Following Resistance Training In Untrained Men. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97(2):225–238. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0127-z>
61. **Abdulla H., Smith K., Atherton P.J., Idris I.** Role Of Insulin In The Regulation Of Human Skeletal Muscle Protein Synthesis And Breakdown: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Diabetologia.* 2016;59(1):44–55. <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3751-0>
62. **Kinsey A.W., Ormsbee M.J.** The Health Impact Of Night-time Eating: Old And New Perspectives. *Nutrients.* 2015;7(4):2648–2662. <https://doi.org/10.3390/nu7042648>
63. **Res P., Groen B., Pennings B., Beelen M., Wallis G.A., Gijzen A.P., et al.** Protein Ingestion Before Sleep Improves Postexercise Overnight Recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(8):1560–1569. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31824cc363>
64. **Phinney S.D., Bistrian B.R., Evans W.J., Gervino E., Blackburn G.L.** The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism.* 1983;32(8):769–76. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(83\)90106-3](https://doi.org/10.1016/0026-0495(83)90106-3)
65. **Cox P.J., Kirk T., Ashmore T., Willerton K., Evans R., Smith A., et al.** Nutritional ketosis alters fuel preference and thereby endurance performance in athletes. *Cell Metab.* 2016;24(2):256–268. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.07.010>
66. **Volek J.S., Freidenreich D.J., Saenz C., Kunces L.J., Creighton B.C., Bartley J.M., et al.** Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism.* 2016;65(3):100–110. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.10.028>
67. **Wang Y., Liu Z., Han Y., Xu J., Huang W., Li Z.** Medium chain triglycerides enhances exercise endurance through the increased mitochondrial biogenesis and metabolism. *PLoSOne.* 2018;13(2):e0191182. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191182>
68. **Cox P.J., Clarke K.** Acute nutritional ketosis: implications for exercise performance and metabolism. *Extrem Physiol Med.* 2014;3:17. <https://doi.org/10.1186/2046-7648-3-17>

Информация об авторах:

Коростелева Маргарита Михайловна, к.м.н., старший научный сотрудник ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> (+7 (985) 567-78-22, korostel@bk.ru)

Кобелькова Ирина Витальевна, к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-5147> (+7 (910) 406-40-31, irinavit66@mail.ru)

Ханферьян Роман Авакович*, профессор, д.м.н., профессор кафедры иммунологии и аллергологии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-7534> (+7 (916) 927-02-36, khanfer1949@gmail.com)

Information about the authors:

Margarita M. Korosteleva, Ph.D., Senior Researcher, All-Russian Research Institute of the Dairy Industry, 2/14, Ustinsky proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> (+7 (985) 567-78-22, korostel@bk.ru)

Irina V. Kobel'kova, Ph.D., Leading Researcher, Laboratory of Sports Anthropology and Nutrition, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology and Food Safety, 2/14, Ustinsky proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-5147> (+7 (910) 406-40-31, irinavit66@mail.ru)

Roman A. Khanferyan*, Professor, D.M.Sci., Professor, Department of Immunology and Allergology, Peoples' Friendship University of Russia, 6, str. Miklouho-Maclay, Moscow, 117198, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-7534> (+7 (916) 927-02-36, khanfer1949@gmail.com)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.27>

УДК 614.4

Тип статьи: Обзор литературы / Review



Значение физической активности в регуляции противовирусного иммунитета

Р.А. Ханферьян^{1,}, И.В. Радыш¹, В.В. Суrowцев¹, М.М. Коростелева², И.В. Алешина³*

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

² ФГНАУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», Москва, Россия

³ ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Обзор литературы посвящен современным данным о влиянии и роли физической активности различной интенсивности в профилактике инфицирования различными респираторными вирусами, гриппом и коронавирусом SARS-CoV-2. Обсуждаются различия по влиянию физической активности различной интенсивности на состояние противовирусного иммунитета, клеточный и цитокиновый ответ при инфицировании респираторными вирусами, влияние физической активности на эффективность вакцинации и роль регулярной физической активности умеренной интенсивности в профилактике инфицирования вирусами у больных с ожирением, избыточной массой тела, диабетом и другими метаболическими нарушениями. Приводятся литературные данные о роли физической активности в профилактике SARS-CoV-2 вирусной инфекции, а также в условиях самоизоляции и карантина.

Ключевые слова: физическая активность, противовирусный иммунитет, цитокины, коронавирус, физическая активность и профилактика осложнений

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: публикация подготовлена при поддержке программы РУДН «5-100».

Для цитирования: Ханферьян Р.А., Радыш И.В., Суrowцев В.В., Коростелева М.М., Алешина И.В. Значение физической активности в регуляции противовирусного иммунитета. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(3):27–39. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.27>

Поступила в редакцию: 03.06.2020

Принята к публикации: 12.09.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

The importance of physical activity in the regulation of anti-viral immunity

Roman A. Khanferyan^{1,}, Ivan V. Radysh¹, Viktor V. Surovtsev¹,
Margarita M. Korosteleva², Irina V. Aleshina³*

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

² All-Russian Research Institute of the Dairy Industry, Moscow, Russia

³ Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

ABSTRACT

The paper reviews the current data on the effect and role of varying intensity physical activity in the prevention of various respiratory virus infections, including influenza virus and SARS-CoV-2 coronavirus. The paper discusses the effect of varying intensity physical activity on antiviral immunity, cellular and cytokine responses to respiratory virus infections, physical activity influence on vaccination effectiveness and the role of regular moderate intensity physical activity in the prevention of viral infection in patients with obesity, overweight, diabetes and other metabolic disorders. The paper analyzes physical activity role in the prevention of SARS-CoV-2 infection, as well as in the conditions of self-isolation and quarantine.

Keywords: physical activity, antiviral immunity, cytokines, coronavirus, physical activity and prevention of complications

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the publication was prepared with the support of the RUDN University "5-100" Program.

For citation: Khanferyan R.A., Radysh I.V., Surovtsev V.V., Korosteleva M.M., Aleshina I.V. The importance of physical activity in the regulation of anti-viral immunity. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):27–39 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.27>

Received: 3 June 2020

Accepted: 12 September 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

Исследования на животных и людях подтверждают тесную связь между уровнем физической активности и эффективностью иммунной защиты от вирусного инфицирования [1]. Известно, что эффективность защиты от вирусных инфекций в значительной степени коррелирует со степенью активности физической нагрузки. И этот процесс главным образом зависит от состояния иммунной системы и по-разному проявляется при разной интенсивности физической активности.

Состояние иммунной системы играет важную роль в достижении и поддержании спортивной формы, обеспечении максимальных физических возможностей. Вследствие стресс-реакции на экстремальные физические нагрузки у спортсменов нередко отмечается транзиторный иммунодефицит, реализующийся повышением респираторной заболеваемости, недостаточной эффективностью тренировочного процесса [2]. В данном обзоре обсуждаются особенности антивирусной иммунной защиты организма при гриппе и других респираторных вирусных инфекциях, в том числе и вызванной новым видом вируса — SARS-CoV-2, в зависимости от степени физической активности людей.

1. Физическая нагрузка высокой интенсивности и противовирусный иммунитет

Наиболее ранние исследования по влиянию тяжелой спортивной физической нагрузки на снижение противовирусной иммунной защиты были сосредоточены на анализе связи между мышечной усталостью и устойчивостью к патогенам еще в экспериментальных исследованиях еще в 1932 году [3].

Исследователь пришел к выводу, что тяжелые по интенсивности упражнения до или сразу после инфекции могут приводить к более быстрой гибели экспериментальных животных. Эти данные были подтверждены в дальнейшем многочисленными исследованиями на экспериментальных животных и людях [4–26].

Ряд важных данных по влиянию инфицирования на состояние иммунной системы при вакцинировании был получен с применением классической методики — теста Порсолта «вынужденного плавания» [27], который изначально предназначался для оценки депрессивного поведения (в частности, «отчаяния»). Однако в силу своей простоты данный тест широко используется для оценки эффектов стимуляторов работоспособности в условиях стресса. Тест принудительного плавания представляет собой комбинированный жесткий

вид стресса, сочетающий физический и эмоциональный компоненты [28, 29]. В экспериментальных исследованиях было установлено, что вирулентность гриппа, вируса простого герпеса и вируса Коксаки увеличивается, когда мыши прививаются до или после того, как их заставляют плавать в тесте вынужденного плавания или в тесте вынужденного бега до изнеможения [30]. Тяжелые физические упражнения, приводящие к увеличению заболеваемости и смертности от вирусных инфекций у животных, были связаны с иммунной дисфункцией, в том числе с уменьшением количества и активности макрофагов [31], снижением антивирусной резистентности и нарушением презентации антигенов, снижением цитотоксичности натуральных клеток-киллеров и нейтрофилов, а также их окислительной активности [32–43].

Экспериментальные лабораторные данные получили подтверждение и во многих клинических исследованиях. Уже в середине XX века было показано, что некоторые пациенты с тяжелым вирусным заболеванием — полиомиелитом непосредственно перед или во время начала заболевания имели тяжелую физическую нагрузку. Кроме того, было показано, что клинические проявления были наиболее выраженными у пациентов с полиомиелитом, которые продолжали физическую активность уже после появления симптомов заболевания [45, 46]. Эти данные получили подтверждение и в экспериментальном исследовании с зараженными вирусом полиомиелита макаками-резус, которые были подвергнуты изнурительным упражнениям [47].

Указанные данные дают основание предполагать, что физические упражнения до или во время заражения системными инфекциями, такими как респираторные вирусы, грипп или COVID-19, могут привести к более тяжелой и длительной по продолжительности болезни, в некоторых случаях со смертельным результатом [48–50].

В последующем было опубликовано множество работ об увеличении длительности болезни, повышенной утомляемости и внезапной смерти у молодых здоровых людей, которые во время острого вирусного заболевания занимались физическими упражнениями [51–58].

Интенсивные острые и хронические физические нагрузки вызывают различные уровни физиологического, метаболического и психологического стресса, приводящего к иммунной дисрегуляции, воспалению, окислительному стрессу, повреждению мышц и повышенному риску заболеваний [59–62]. В частности, тяжелые физические нагрузки приводят к значительному снижению

функции клеток врожденного иммунитета, включая макрофаги, нейтрофилы и естественные клетки-киллеры [63]. Ключевое значение в нарушении функций иммунной системы играет продукция цитокинов, особенно провоспалительных. В ранее проведенных сравнительных исследованиях [64] нами было показано, что у спортсменов, имеющих более высокие физические нагрузки и, соответственно, энергозатраты (бобслеисты), продукция цитокинов более выражена, чем у спортсменов с более низкой физической активностью (стрелковый спорт). При этом наблюдаются отличия в продукции цитокинов *in vitro* дендритными и мононуклеарными клетками у спортсменов. Так, установлено, что секреция ряда провоспалительных цитокинов (ИФН- α , ИЛ-31, ФНО- α) происходила в более высокой степени в отличие от контрольной группы. Авторы исследования указывают, что экстремальные физические нагрузки индуцируют иммунный ответ, схожий с таковым при инфекции. При этом наблюдается повышение концентрации циркулирующих нейтрофилов, моноцитов и НК-клеток, некоторых гормонов в плазме (адреналин, кортизол, гормон роста, пролактин), индуцируется синтез ряда про- и противовоспалительных цитокинов [65].

Недавние эпидемиологические исследования показывают, что вероятность острого респираторного заболевания после марафона или ультрамарафона резко возрастает, особенно в сочетании с психическим напряжением, нарушением сна и поездками спортсменов [63].

Острые респираторные инфекции особенно опасны не только для спортсменов, но и для военнослужащих, в первую очередь в условиях боевых действий, что связано с экстремально высоким режимом физической активности и влиянием других факторов, таких как тяжелые психологические стрессы, пребывание в экологически неблагоприятных условиях, нарушение режима сна и отдыха, режима питания и др. Военнослужащие часто вынуждены тренироваться даже при наличии заболеваний. Клинические и аутопсийные записи 19 внезапных смертельных случаев вследствие остановки сердечной деятельности среди новобранцев военно-воздушных сил США во время базовой подготовки показали, что наиболее частой причиной их внезапной смерти был миокардит [66]. Вирусное заболевание является эндемическим в казармах для новобранцев, находящихся в непривычных для них условиях, и неадекватная физическая нагрузка может усугубить вызванные вирусом субклинические случаи миокардита. Анализ данных исследования причин внезапной смерти 20 солдат армии обороны Израиля, умерших в течение 24 часов после напряженной физической нагрузки, дал основание полагать, что вирусное инфицирование могло быть причиной смерти в некоторых из случаев смерти солдат [67].

Существующие данные позволяют говорить о том, что физические упражнения, особенно интенсивные, не рекомендуются в регионах и условиях, где риск передачи вирусов, в том числе и SARS-CoV-2, высок, а также

следует избегать физических упражнений, когда человек уже инфицирован SARS-CoV-2 или другими респираторными вирусами.

2. Физическая активность умеренной интенсивности и противовирусный иммунитет

В отличие от тяжелой, экстремально высокой физической нагрузки данные, полученные на экспериментальных животных и людях, подтверждают, что регулярная физическая активность умеренной интенсивности улучшает иммунологический надзор и снижает заболеваемость и смертность от вирусных инфекций и острых респираторных заболеваний.

Эпидемиологические и рандомизированные клинические исследования подтверждают снижение заболеваемости на 40–45 %, числа дней болезни при острых респираторных инфекциях, таких как простуда, как у молодых, так и пожилых взрослых лиц, по сравнению с лицами, ведущими преимущественно сидячий образ жизни [63, 68].

Как указывалось, основную роль в профилактике вирусных заболеваний, безусловно, играет состояние иммунной системы. Имеются подтверждения того, что привычные физические упражнения улучшают регуляцию иммунной системы у пожилых людей и задерживают начало иммунного старения, обеспечивают уменьшение числа «стареющих» Т-клеток, увеличение числа нейтрофилов, естественных клеток-киллеров и улучшают функции основных регуляторных субпопуляций Т-клеток, приводя к ослаблению системного воспаления [69–73].

Исследования на лабораторных животных подтверждают положительную связь между физическими упражнениями, активным иммунитетом и снижением риска развития гриппа и пневмонии [74–76].

В ряде исследований анализируется эффективность 47 различных регулярных аэробных упражнений, по активности соответствующих 30–60-минутной быстрой ежедневной ходьбе, показано, что эти упражнения улучшают иммунологический контроль за болезнетворными микроорганизмами, стимулируя активность межклеточных взаимодействий основных лимфоидных субпопуляций и постоянный обмен между иммунными клетками крови и тканей [74, 77–85]. При этом показано, что уровни стрессорных гормонов, в частности уровень кортизола и воспалительных реакций, при умеренной физической активности остаются на низком уровне, в то время как циркуляция нейтрофилов, естественных клеток-киллеров, цитотоксических Т-клеток, незрелых В-клеток и моноцитов происходит более активно по сравнению с их циркуляцией при обычном тренировочном процессе и последующем восстановительном процессе. При регулярном повторении аэробных упражнений антимикробные и антивирусные клеточные и гуморальные показатели улучшаются, иммунологический надзор за инфекциями более эффективен,

что способствует снижению риска развития заболеваний и системного воспаления [69, 73, 85–89].

Важную роль физические упражнения играют у лиц с ожирением и повышенной массой тела [90]. Экспериментальными исследованиями показана тесная связь между ожирением, повышенной массой тела и воспалением, продукцией основных провоспалительных цитокинов и хемокинов. Так, в исследованиях на мышцах линии C57Bl/6, у которых рационами питания вызывали ожирение, были установлены значимые корреляции между медиаторами ожирения (лептин, грелин) и концентрациями IL-12(p40), IL-2, IL-9, IL-13, G-CSF и RANTES [90]. В другом исследовании, также с использованием мышей линии C57Bl/6, у которых моделировали ожирение и повышенную массу тела, 8-недельные тренировки с последующим инфицированием вирусом гриппа A/PR/8/34-H1N1 уменьшили тяжесть заболевания в обеих группах животных [74].

Было установлено, что хронические умеренные физические нагрузки в течение 8–14 недель с последующим инфицированием вирусом гриппа мышшей привели к снижению симптомов патологии в сочетании с пониженной вирусной нагрузкой и концентрацией провоспалительных цитокинов и хемокинов. Результаты исследований показали, что физические упражнения снижали титр вируса в легких к 8-му дню после заражения у мышшей с ожирением и без ожирения и приводили к снижению концентраций эотаксина, G-CSF, IL-10, MIP-1 альфа, MIP-1 бета и RANTES в бронхоальвеолярном лаваже [74, 75].

Таким образом, риск развития тяжелого гриппа и, без сомнения, других вирусных патологий связан с отсутствием или низкой физической активностью и значительным распространением ожирения [92]. Наряду с этим регулярные физические упражнения хорошо коррелируют с уменьшением распространенности гриппа и смертности у лиц пожилого возраста [93].

Крайне важно, что привычные физические упражнения, аэробная активность, осуществляемая почти ежедневно, повышает эффективность вакцинации против различных заболеваний, в том числе гриппа [69, 70]. В одном из крупных 12-недельных исследований, проведенных в течение зимнего и осеннего сезонов с участием 1002 взрослых лиц (в возрасте 18–85 лет), было установлено, что количество дней с симптомами острых респираторных заболеваний сократилось на 43% у лиц, которые занимались 5 и более дней в неделю аэробными упражнениями, по сравнению с теми, кто вел в основном сидячий образ жизни [94]. При этом тяжесть и симптоматика заболевания также были снижены на 32–41%. Эти данные указывают на то, что регулярная физическая активность и частота аэробных упражнений — важные факторы сокращения продолжительности заболевания с острыми респираторными инфекциями и снижения тяжести симптоматики в наиболее активные сезоны заболеваний.

Физическая подготовка и физические упражнения также были связаны с уменьшением риска латентной вирусной реактивации, обусловленной стрессом у космонавтов [81].

Результаты других исследований подтверждают последовательное и заметное снижение заболеваемости и смертности от пневмонии и гриппа при регулярных физических нагрузках [95–103]. Установлено, что регулярные физические упражнения снижают и риск смертности, в частности от гриппа на 6–9% [97]. Эти данные подтверждаются исследованиями на мышцах, которые показали, что умеренные физические нагрузки в первые дни после заражения вирусом гриппа снижали смертность животных от инфекции [104]. В продолжительных 9-летних исследованиях на большой популяции населения (97 844 мужчин и женщин) показано, что риск смертности от инфекционных заболеваний (прежде всего пневмонии и сепсиса) был на 40% ниже у взрослых, занимающихся физической активностью более 150 минут в неделю, по сравнению с теми, кто был физически неактивен [105]. 15-летнее исследование 64 027 лиц показало, что инфекционные поражения крови были почти в 5 раз чаще у тучных и физически неактивных людей [106].

Исследования на животных подтверждают позитивную связь между физическими упражнениями, активным иммунитетом и снижением риска развития гриппа и пневмонии [74–76, 104].

Таким образом, регулярные физические упражнения можно рассматривать как системный адъювант иммунитета, имеющий ключевое клиническое профилактическое и лечебное значение при вирусном инфицировании, особенно для пожилых людей, лиц с ожирением, сердечно-сосудистыми заболеваниями, диабетом и другими метаболическими нарушениями [75].

3. Физическая активность и коронавирусная COVID-19-инфекция

Физическая активность — мощное профилактическое и терапевтическое вмешательство для большинства ранее существовавших хронических состояний, которые увеличивают риск тяжелого инфицирования SARS-CoV-2 и смертности от него [107, 108]. Симптоматика у больных, инфицированных коронавирусом за короткий промежуток времени, подробно описана, получены многие новые данные о состоянии иммунной системы у больных. Вместе с тем многие аспекты реагирования иммунной системы остаются неясными.

Установлены множественные изменения в системе врожденного иммунитета, чаще всего в виде выраженной воспалительной реакции в нижних дыхательных путях, проявлявшиеся повреждением пневмоцитов II порядка, явлениями апоптоза, глиализацией альвеолярных мембран, очаговым или генерализованным отеком легких. Деструктивные процессы в респираторном отделе сопровождались миграцией в очаг воспаления моноцитов/макрофагов и нейтрофильных

гранулоцитов. Для SARS-CoV-2 характерны симптомы вторичной иммунодепрессии, проявляющиеся в позднем начале синтеза интерферонов и активации ключевого фактора воспаления — NLRP3-инфламмосомы [109].

Инфицирование коронавирусом сопровождается выработкой в первую очередь провоспалительных цитокинов. Ранее было установлено, что уровни таких цитокинов, как ИЛ-2, ИЛ-10, Г-КСФ, IP-10, MIP-1α и ФНО, положительно коррелируют с тяжестью заболевания [109], что указывает на развитие «цитокинового шторма», отражающего высокую тяжесть воспаления. Лимфопения и повышение сывороточных уровней различных цитокинов и хемокинов были ранее обнаружены и у пациентов с другими инфекциями, такими как вирусы, вызывающие тяжелый острый респираторный синдром (SARS) и ближневосточный респираторный синдром (MERS), также относящийся к семейству коронавирусов [110–113].

Поскольку умеренные физические нагрузки способствуют нормализации иммунного ответа, в том числе и снижению цитокинового воспаления, не вызывает сомнения, что физическая активность умеренной интенсивности имеет быстрое и эффективное положительное влияние на иммунную функцию и воспаление, что должно способствовать снижению степени тяжести исходов COVID-19 [63, 114] и/или быть методом профилактики, особенно для лиц с сопутствующими заболеваниями, такими как метаболические нарушения, особенно у пожилых лиц.

Как уже отмечалось, регулярные физические упражнения укрепляют иммунную систему. Так действительно ли физические упражнения помогают иммунной системе бороться с инфекцией SARS-CoV-2? Однозначного ответа на этот вопрос пока нет. Но хотя нет четких доказательств того, что физические упражнения снижают количество острых респираторных инфекций, в том числе и COVID-19, известно, что регулярная физическая

активность уменьшает тяжесть инфекционных эпизодов и количество дней с симптомами заболевания [112].

Показано, что в условиях пандемии COVID-19, наряду с развитием осложнений заболевания, одним из наиболее значимых симптомов не только у заболевших, но и не болеющего населения и особенно лиц, длительное время находящихся на карантине и самоизоляции, являются психосоматические нарушения, явления тревожности и депрессии. В связи с этим эффективность физической активности в предотвращении и лечении тревоги и депрессии может иметь преимущества во всем мире во время этого стрессового глобального кризиса [114].

Важно, что физическая активность повышает и эффективность вакцин [115], поэтому активный образ жизни будет продолжать быть актуальным на каждом этапе пандемии [116].

4. Заключение

Регулярные физические упражнения можно рассматривать как системный адъювант иммунитета [75], имеющий ключевое клиническое значение при практически любом вирусном инфицировании, в любой возрастной группе, и это особенно актуально для пожилых людей, лиц с ожирением, сердечно-сосудистыми заболеваниями, диабетом и другими метаболическими нарушениями.

В заключение следует отметить, что умеренные физические нагрузки оказывают положительный эффект на иммунную систему человека, снижая риск заболеваемости и тяжести течения вирусных инфекций, в то время как пролонгированные и высокоинтенсивные физические и большие психоэмоциональные нагрузки в спорте могут оказать противоположный эффект, став причиной иммуносупрессии и повышения риска возникновения вирусных и оппортунистических инфекций.

Authors' contributions:

Roman A. Khanferyan, Ivan V. Radyshev — selection and analysis of literature, writing the 1st section of the article.

Viktor V. Surovtsev — selection and analysis of literature, writing the 2nd section of the article.

Irina V. Aleshina, Margarita M. Korosteleva — selection and analysis of literature, writing the 3rd section of the article, editing.

Вклад авторов:

Ханферьян Роман Авакович, Радыш Иван Васильевич — подбор и анализ литературы, написание 1-го раздела статьи.

Суровцев Виктор Васильевич — подбор и анализ литературы, написание 2-го раздела статьи.

Алешина Ирина Владимировна, Коростелева Маргарита Михайловна — подбор и анализ литературы, написание 3-го раздела статьи, редактирование.

Список литературы

1. Nieman D.C., Wentz L.M. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Health Sci.* 2019;8(3):201–217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>
2. Кулененков О.С. Фармакология спорта в таблицах и схемах. 2-е изд. М.: Спорт; 2015. 176 с.
3. Baetjer A. The effect of muscular fatigue upon resistance. *Physiol Rev.* 1932;12(3):453–468. <https://doi.org/10.1152/physrev.1932.12.3.453>
4. Horstmann D.M. Acute poliomyelitis: relation of physical activity at the time of onset to the course of the

References

1. Nieman D.C., Wentz L.M. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Health Sci.* 2019;8(3):201–217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>
2. Kulenenkov O.S. Pharmacology of sports in tables and diagrams. 2nd ed. Moscow: Sport; 2015. 176 p. (in Russ.).
3. Baetjer A. The effect of muscular fatigue upon resistance. *Physiol Rev.* 1932;12(3):453–468. <https://doi.org/10.1152/physrev.1932.12.3.453>
4. Horstmann D.M. Acute poliomyelitis: relation of physical activity at the time of onset to the course of the

disease. *JAMA*. 1950;142(4):236–241. <https://doi.org/10.1001/jama.1950.02910220016004>

5. **Levinson S.O., Milzer A., Lewin P.** Effect of fatigue, chilling and mechanical trauma on resistance to experimental poliomyelitis. *Am J Hygiene* 1945;42(2):204–213. <https://doi.org/10.1093/oxford-journals.aje.a119037>

6. **Weinstein L.** Poliomyelitis: a persistent problem. *N Engl J Med* 1973;288(7):370–372. <https://doi.org/10.1056/nejm197302152880714>

7. **Reyes M.P., Lerner A.M.** Interferon and neutralizing antibody in sera of exercised mice with Coxsackievirus B-3 myocarditis. *Exp Bio Med* 1976;151(2):333–338. <https://doi.org/10.3181/00379727-151-39204>

8. **Ilbäck N.G., Friman G., Beisel W.R., Johnson A.J., Berendt R.F.** Modifying effects of exercise on clinical course and biochemical response of the myocardium in influenza and tularemia in mice. *Infect Immun* 1984;45(2):498–504. <https://doi.org/10.1128/iai.45.2.498-504.1984>

9. **Davis J.M., Murphy E.A., McClellan J.L., Carmichael M.D., Gangemi J.D.** Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;295(2):R505–R509. <https://doi.org/10.1152/ajp-regu.90319.2008>

10. **Murphy E.A., Davis J.M., Carmichael M.D., Gangemi J.D., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise stress increases susceptibility to influenza infection. *Brain Behav Immun* 2008;22(8):1152–1155. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2008.06.004>

11. **Murphy E.A., Davis J.M., Brown A.S., Carmichael M.D., Carson J.A., Van Rooijen N., et al.** Benefits of oat beta-glucan on respiratory infection following exercise stress: role of lung macrophages. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;294(5):R1593–R1599. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00562.2007>

12. **Shi Y., Shi H., Nieman D.C., Hu Q., Yang L., Liu T., et al.** Lactic acid accumulation during exhaustive exercise impairs release of neutrophil extracellular traps in mice. *Front Physiol*. 2019;10:709. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00709>

13. **Chao C.C., Strgar F., Tsang M., Peterson P.K.** Effects of swimming exercise on the pathogenesis of acute murine *Toxoplasma gondii* Me49 infection. *Clin Immunol Immunopathol*. 1992;62(2):220–226. [https://doi.org/10.1016/0090-1229\(92\)90075-y](https://doi.org/10.1016/0090-1229(92)90075-y)

14. **Davis J.M., Kohut M.L., Colbert L.H., Jackson D.A., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise, alveolar macrophage function, and susceptibility to respiratory infection. *J Appl Physiol*. 1997;83(5):1461–1466. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.5.1461>

15. **Ceddia M.A., Voss E.W., Woods J.A.** Intracellular mechanisms responsible for exercise-induced suppression of macrophage antigen presentation. *J Appl Physiol*. 2000;88(2):804–810. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.2.804>

16. **Woods J.A., Ceddia M.A., Kozak C., Wolters B.W.** Effects of exercise on the macrophage MHC II response to inflammation. *Int J Sports Med*. 1997;18(6):483–488. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972668>

17. **Frellstedt L., Waldschmidt I., Gosset P., Desmet C., Pirotin D., Bureau F., et al.** Training modifies innate immune responses in blood monocytes and in pulmonary alveolar macrophages. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2014;51(1):135–142. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2013-0341oc>

18. **Kohut M.L., Boehm G.W., Moynihan J.A.** Prolonged exercise suppresses antigen-specific cytokine response to upper respiratory infection. *J Appl Physiol*. 2001;90(2):678–84. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.678>

19. **Ceddia M.A., Woods J.A.** Exercise suppresses macro-

disease. *JAMA*. 1950;142(4):236–241. <https://doi.org/10.1001/jama.1950.02910220016004>

5. **Levinson S.O., Milzer A., Lewin P.** Effect of fatigue, chilling and mechanical trauma on resistance to experimental poliomyelitis. *Am J Hygiene* 1945;42(2):204–213. <https://doi.org/10.1093/oxford-journals.aje.a119037>

6. **Weinstein L.** Poliomyelitis: a persistent problem. *N Engl J Med* 1973;288(7):370–372. <https://doi.org/10.1056/nejm197302152880714>

7. **Reyes M.P., Lerner A.M.** Interferon and neutralizing antibody in sera of exercised mice with Coxsackievirus B-3 myocarditis. *Exp Bio Med* 1976;151(2):333–338. <https://doi.org/10.3181/00379727-151-39204>

8. **Ilbäck N.G., Friman G., Beisel W.R., Johnson A.J., Berendt R.F.** Modifying effects of exercise on clinical course and biochemical response of the myocardium in influenza and tularemia in mice. *Infect Immun* 1984;45(2):498–504. <https://doi.org/10.1128/iai.45.2.498-504.1984>

9. **Davis J.M., Murphy E.A., McClellan J.L., Carmichael M.D., Gangemi J.D.** Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;295(2):R505–R509. <https://doi.org/10.1152/ajp-regu.90319.2008>

10. **Murphy E.A., Davis J.M., Carmichael M.D., Gangemi J.D., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise stress increases susceptibility to influenza infection. *Brain Behav Immun* 2008;22(8):1152–1155. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2008.06.004>

11. **Murphy E.A., Davis J.M., Brown A.S., Carmichael M.D., Carson J.A., Van Rooijen N., et al.** Benefits of oat beta-glucan on respiratory infection following exercise stress: role of lung macrophages. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;294(5):R1593–R1599. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00562.2007>

12. **Shi Y., Shi H., Nieman D.C., Hu Q., Yang L., Liu T., et al.** Lactic acid accumulation during exhaustive exercise impairs release of neutrophil extracellular traps in mice. *Front Physiol*. 2019;10:709. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00709>

13. **Chao C.C., Strgar F., Tsang M., Peterson P.K.** Effects of swimming exercise on the pathogenesis of acute murine *Toxoplasma gondii* Me49 infection. *Clin Immunol Immunopathol*. 1992;62(2):220–226. [https://doi.org/10.1016/0090-1229\(92\)90075-y](https://doi.org/10.1016/0090-1229(92)90075-y)

14. **Davis J.M., Kohut M.L., Colbert L.H., Jackson D.A., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise, alveolar macrophage function, and susceptibility to respiratory infection. *J Appl Physiol*. 1997;83(5):1461–1466. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.5.1461>

15. **Ceddia M.A., Voss E.W., Woods J.A.** Intracellular mechanisms responsible for exercise-induced suppression of macrophage antigen presentation. *J Appl Physiol*. 2000;88(2):804–810. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.2.804>

16. **Woods J.A., Ceddia M.A., Kozak C., Wolters B.W.** Effects of exercise on the macrophage MHC II response to inflammation. *Int J Sports Med*. 1997;18(6):483–488. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972668>

17. **Frellstedt L., Waldschmidt I., Gosset P., Desmet C., Pirotin D., Bureau F., et al.** Training modifies innate immune responses in blood monocytes and in pulmonary alveolar macrophages. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2014;51(1):135–142. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2013-0341oc>

18. **Kohut M.L., Boehm G.W., Moynihan J.A.** Prolonged exercise suppresses antigen-specific cytokine response to upper respiratory infection. *J Appl Physiol*. 2001;90(2):678–84. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.678>

19. **Ceddia M.A., Woods J.A.** Exercise suppresses macro-

phage antigen presentation. *J Appl Physiol.* 1999;87(6):2253–2258. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.6.2253>

20. **Baron R.C., Hatch M.H., Kleeman K., MacCormack J.N.** Aseptic meningitis among members of a high school football team. *JAMA.* 1982;248(14):1724–1727. <https://doi.org/10.1001/jama.1982.03330140034028>

21. **Roberts J.A.** Loss of form in young athletes due to viral infection. *BMJ.* 1985;290(6465):357–358. <https://doi.org/10.1136/bmj.290.6465.357>

22. **Roberts J.A.** Viral illnesses and sports performance. *Sports Med* 1986;3(4):298–303. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603040-00006>

23. **Sharp J.C.M.** Viruses and the athlete. *Br J Sports Med* 1989;23(1):47–48. <https://doi.org/10.1136/bjism.23.1.47>

24. **Folsom R.W., Littlefield-Chabaud M.A., French D.D., Pourciau S.S., Mistic L., Horohov D.W.** Exercise alters the immune response to equine influenza virus and increases susceptibility to infection. *Equine Vet J.* 2001;33(7):664–669. <https://doi.org/10.2746/042516401776249417>

25. **Parker S., Brukner P., Rosier M.** Chronic fatigue syndrome and the athlete. *Sports Med Train Rehab.* 1996;6(4):269–278. <https://doi.org/10.1080/15438629609512057>

26. **Sanchez J.L., Cooper M.J., Myers C.A., Cummings J.F., Vest K.G., Russell K.L., et al.** Respiratory infections in the U.S. military: recent experience and control. *Clin Microbiol Rev* 2015;28(3):743–800. <https://doi.org/10.1128/cmr.00039-14>

27. **Porsolt R.D., Le Pichon M., Jalfre M.** Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments. *Nature.* 1977;266 (5604):730–732. <https://doi.org/10.1038/266730a0>

28. **Рылова М.Л.** Методы исследования хронического действия вредных факторов в эксперименте. Л.: Медицина; 1964. 148 с.

29. **Каркищенко Н.Н., Уйба В.В., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б.** Очерки спортивной фармакологии. Т. 1. Векторы экстраполяции. М., СПб.: Айсинг; 2013. 288 с.

30. **Dawson C., Horvath S.** Swimming in small laboratory animals. *Med Sci Sports.* 1970;2(2):51–78. <https://doi.org/10.1249/00005768-197000220-00002>

31. **Zaki A.M., van Boheemen S., Bestebroer T.M., Osterhaus A.D., Fouchier R.A.** Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *N Engl J Med.* 2012;367(19):1814–1820. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1211721>

32. **Zimmer P., Schenk A., Kieven M., Holthaus M., Lehmann J., Lövenich L., Bloch W.** Exercise induced alterations in NK-cell cytotoxicity-methodological issues and future perspectives. *Exerc Immunol Rev.* 2017; 23: 66–81.

33. **Davis J.M., Murphy E.A., McClellan J.L., Carmichael M.D., Gangemi J.D.** Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2008;295(2):R505–R509. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.90319.2008>

34. **Murphy E.A., Davis J.M., Carmichael M.D., Gangemi J.D., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise stress increases susceptibility to influenza infection. *Brain Behav Immun.* 2008;22(8):1152–1155. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2008.06.004>

35. **Murphy E.A., Davis J.M., Brown A.S., Carmichael M.D., Carson J.A., Van Rooijen N., et al.** Benefits of oat beta-glucan on respiratory infection following exercise stress: role of lung macrophages. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;294(5):R1593–R1599. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00562.2007>

36. **Shi Y., Shi H., Nieman D.C., Hu Q., Yang L., Liu T., et al.** Lactic acid accumulation during exhaustive exercise impairs release

phage antigen presentation. *J Appl Physiol.* 1999;87(6):2253–2258. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.6.2253>

20. **Baron R.C., Hatch M.H., Kleeman K., MacCormack J.N.** Aseptic meningitis among members of a high school football team. *JAMA.* 1982;248(14):1724–1727. <https://doi.org/10.1001/jama.1982.03330140034028>

21. **Roberts J.A.** Loss of form in young athletes due to viral infection. *BMJ.* 1985;290(6465):357–358. <https://doi.org/10.1136/bmj.290.6465.357>

22. **Roberts J.A.** Viral illnesses and sports performance. *Sports Med* 1986;3(4):298–303. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603040-00006>

23. **Sharp J.C.M.** Viruses and the athlete. *Br J Sports Med* 1989;23(1):47–48. <https://doi.org/10.1136/bjism.23.1.47>

24. **Folsom R.W., Littlefield-Chabaud M.A., French D.D., Pourciau S.S., Mistic L., Horohov D.W.** Exercise alters the immune response to equine influenza virus and increases susceptibility to infection. *Equine Vet J.* 2001;33(7):664–669. <https://doi.org/10.2746/042516401776249417>

25. **Parker S., Brukner P., Rosier M.** Chronic fatigue syndrome and the athlete. *Sports Med Train Rehab.* 1996;6(4):269–278. <https://doi.org/10.1080/15438629609512057>

26. **Sanchez J.L., Cooper M.J., Myers C.A., Cummings J.F., Vest K.G., Russell K.L., et al.** Respiratory infections in the U.S. military: recent experience and control. *Clin Microbiol Rev* 2015;28(3):743–800. <https://doi.org/10.1128/cmr.00039-14>

27. **Porsolt R.D., Le Pichon M., Jalfre M.** Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments. *Nature.* 1977;266 (5604):730–732. <https://doi.org/10.1038/266730a0>

28. **Rylova M.L.** Research methods of the chronic action of harmful factors in the experiment. Leningrad: Medicine; 1964. 148 p. (In Russ.).

29. **Karkischenko N.N., Uyba V.V., Karkishchenko V.N., Shustov E.B.** Essays on sports pharmacology. Vol. 1. Extrapolation vectors. Moscow, St. Petersburg: Aising; 2013. 288 p. (In Russ.).

30. **Dawson C., Horvath S.** Swimming in small laboratory animals. *Med Sci Sports.* 1970;2(2):51–78. <https://doi.org/10.1249/00005768-197000220-00002>

31. **Zaki A.M., van Boheemen S., Bestebroer T.M., Osterhaus A.D., Fouchier R.A.** Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *N Engl J Med.* 2012;367(19):1814–1820. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1211721>

32. **Zimmer P., Schenk A., Kieven M., Holthaus M., Lehmann J., Lövenich L., Bloch W.** Exercise induced alterations in NK-cell cytotoxicity-methodological issues and future perspectives. *Exerc Immunol Rev.* 2017; 23: 66–81.

33. **Davis J.M., Murphy E.A., McClellan J.L., Carmichael M.D., Gangemi J.D.** Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2008;295(2):R505–R509. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.90319.2008>

34. **Murphy E.A., Davis J.M., Carmichael M.D., Gangemi J.D., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise stress increases susceptibility to influenza infection. *Brain Behav Immun.* 2008;22(8):1152–1155. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2008.06.004>

35. **Murphy E.A., Davis J.M., Brown A.S., Carmichael M.D., Carson J.A., Van Rooijen N., et al.** Benefits of oat beta-glucan on respiratory infection following exercise stress: role of lung macrophages. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008;294(5):R1593–R1599. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00562.2007>

36. **Shi Y., Shi H., Nieman D.C., Hu Q., Yang L., Liu T., et al.** Lactic acid accumulation during exhaustive exercise impairs release

of neutrophil extracellular traps in mice. *Front Physiol.* 2019;10:709. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00709>

37. **Chao C.C., Strgar F., Tsang M., Peterson P.K.** Effects of swimming exercise on the pathogenesis of acute murine *Toxoplasma gondii* Me49 infection. *Clin Immunol Immunopathol.* 1992;62(2):220–226. [https://doi.org/10.1016/0090-1229\(92\)90075-y](https://doi.org/10.1016/0090-1229(92)90075-y)

38. **Davis J.M., Kohut M.L., Colbert L.H., Jackson D.A., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise, alveolar macrophage function, and susceptibility to respiratory infection. *J Appl Physiol.* 1997;83(5):1461–1466. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.5.1461>

39. **Ceddia M.A., Voss E.W. Jr, Woods J.A.** Intracellular mechanisms responsible for exercise-induced suppression of macrophage antigen presentation. *J Appl Physiol.* 2000;88(2):804–810. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.2.804>

40. **Woods JA, Ceddia MA, Kozak C, Wolters BW.** Effects of exercise on the macrophage MHC II response to inflammation. *Int J Sports Med* 1997;18:483–488.

41. **Murphy E.A., Davis J.M., Brown A.S., Carmichael M.D., Van Rooijen N., Ghaffar A., et al.** Role of lung macrophages on susceptibility to respiratory infection following short-term moderate exercise training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004;287(6):R1354–R1358. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00274.2004>

42. **Frellstedt L, Waldschmidt I, Gosset P, Desmet C, Pirotin D, Bureau F, et al.** Training modifies innate immune responses in blood monocytes and in pulmonary alveolar macrophages. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2014;51(1):135–142. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2013-0341oc>

43. **Kohut M.L., Boehm G.W., Moynihan J.A.** Prolonged exercise suppresses antigen-specific cytokine response to upper respiratory infection. *J Appl Physiol.* 2001;90(2):678–684. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.678>

44. **Ceddia M.A., Woods J.A.** Exercise suppresses macrophage antigen presentation. *J Appl Physiol.* 1999;87(6):2253–2258. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.6.2253>

45. **Horstmann D.M.** Acute poliomyelitis: relation of physical activity at the time of onset to the course of the disease. *JAMA.* 1950;142(4):236–241. <https://doi.org/10.1001/jama.1950.02910220016004>

46. **Weinstein L.** Poliomyelitis: a persistent problem. *N Engl J Med.* 1973;288(7):370–371. <https://doi.org/10.1056/nejm197302152880714>

47. **Levinson S.O., Milzer A., Lewin P.** Effect of fatigue, chilling and mechanical trauma on resistance to experimental poliomyelitis. *Am J Hygiene* 1945;42(2):204–213. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a119037>

48. **Phillips M., Robinowitz M., Higgins J.R., Boran K.J., Reed T., Virmani R.** Sudden cardiac death in Air Force recruits. A 20-year review. *JAMA.* 1986;256(19):2696–2699. <https://doi.org/10.1001/jama.1986.03380190066026>

49. **Drory Y., Kramer M.R., Lev B.** Exertional sudden death in soldiers. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(2):147–151. <https://doi.org/10.1249/00005768-199102000-00001>

50. **Nieman D.C.** COVID-19: A tocsin to our aging, unfit, corpulent, and immunodeficient society. *J. Sport Health Sci.* 2020;9(4):293–301. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.05.001>

51. **Baron R.C., Hatch M.H., Kleeman K., MacCormack J.N.** Aseptic meningitis among members of a high school football team. *JAMA.* 1982;248(14):1724–1727. <https://doi.org/10.1001/jama.248.14.1724>

52. **Krikler D.N., Zilberg B.** Activity and hepatitis. *Lancet.* 1966;288(7472):1046–1047. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(66\)92026-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(66)92026-5)

of neutrophil extracellular traps in mice. *Front Physiol.* 2019;10:709. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00709>

37. **Chao C.C., Strgar F., Tsang M., Peterson P.K.** Effects of swimming exercise on the pathogenesis of acute murine *Toxoplasma gondii* Me49 infection. *Clin Immunol Immunopathol.* 1992;62(2):220–226. [https://doi.org/10.1016/0090-1229\(92\)90075-y](https://doi.org/10.1016/0090-1229(92)90075-y)

38. **Davis J.M., Kohut M.L., Colbert L.H., Jackson D.A., Ghaffar A., Mayer E.P.** Exercise, alveolar macrophage function, and susceptibility to respiratory infection. *J Appl Physiol.* 1997;83(5):1461–1466. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.5.1461>

39. **Ceddia M.A., Voss E.W. Jr, Woods J.A.** Intracellular mechanisms responsible for exercise-induced suppression of macrophage antigen presentation. *J Appl Physiol.* 2000;88(2):804–810. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.2.804>

40. **Woods JA, Ceddia MA, Kozak C, Wolters BW.** Effects of exercise on the macrophage MHC II response to inflammation. *Int J Sports Med* 1997;18:483–488.

41. **Murphy E.A., Davis J.M., Brown A.S., Carmichael M.D., Van Rooijen N., Ghaffar A., et al.** Role of lung macrophages on susceptibility to respiratory infection following short-term moderate exercise training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004;287(6):R1354–R1358. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00274.2004>

42. **Frellstedt L, Waldschmidt I, Gosset P, Desmet C, Pirotin D, Bureau F, et al.** Training modifies innate immune responses in blood monocytes and in pulmonary alveolar macrophages. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2014;51(1):135–142. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2013-0341oc>

43. **Kohut M.L., Boehm G.W., Moynihan J.A.** Prolonged exercise suppresses antigen-specific cytokine response to upper respiratory infection. *J Appl Physiol.* 2001;90(2):678–684. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.678>

44. **Ceddia M.A., Woods J.A.** Exercise suppresses macrophage antigen presentation. *J Appl Physiol.* 1999;87(6):2253–2258. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.6.2253>

45. **Horstmann D.M.** Acute poliomyelitis: relation of physical activity at the time of onset to the course of the disease. *JAMA.* 1950;142(4):236–241. <https://doi.org/10.1001/jama.1950.02910220016004>

46. **Weinstein L.** Poliomyelitis: a persistent problem. *N Engl J Med.* 1973;288(7):370–371. <https://doi.org/10.1056/nejm197302152880714>

47. **Levinson S.O., Milzer A., Lewin P.** Effect of fatigue, chilling and mechanical trauma on resistance to experimental poliomyelitis. *Am J Hygiene* 1945;42(2):204–213. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a119037>

48. **Phillips M., Robinowitz M., Higgins J.R., Boran K.J., Reed T., Virmani R.** Sudden cardiac death in Air Force recruits. A 20-year review. *JAMA.* 1986;256(19):2696–2699. <https://doi.org/10.1001/jama.1986.03380190066026>

49. **Drory Y., Kramer M.R., Lev B.** Exertional sudden death in soldiers. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(2):147–151. <https://doi.org/10.1249/00005768-199102000-00001>

50. **Nieman D.C.** COVID-19: A tocsin to our aging, unfit, corpulent, and immunodeficient society. *J. Sport Health Sci.* 2020;9(4):293–301. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.05.001>

51. **Baron R.C., Hatch M.H., Kleeman K., MacCormack J.N.** Aseptic meningitis among members of a high school football team. *JAMA.* 1982;248(14):1724–1727. <https://doi.org/10.1001/jama.248.14.1724>

52. **Krikler D.N., Zilberg B.** Activity and hepatitis. *Lancet.* 1966;288(7472):1046–1047. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(66\)92026-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(66)92026-5)

53. **Roberts J.A.** Loss of form in young athletes due to viral infection. *BMJ*. 1985;290(6465):357–358. <https://doi.org/10.1136/bmj.290.6465.357>
54. **Roberts J.A.** Viral illnesses and sports performance. *Sports Med* 1986;3(4):296–303. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603040-00006>
55. **Sharp J.C.** Viruses and the athlete. *Br J Sports Med*. 1989;23(1):47–48. <https://doi.org/10.1136/bjism.23.1.47>
56. **Folsom R.W., LittlefieldChabaud M.A., French D.D., Pourciau S.S., Mistic L., Horohov D.W.** Exercise alters the immune response to equine influenza virus and increases susceptibility to infection. *Equine Vet J*. 2001;33(7):664–669. <https://doi.org/10.2746/042516401776249417>
57. **Parker S., Brukner P., Rosier M.** Chronic fatigue syndrome and the athlete. *Sports Med Train Rehab*. 1996;6(4):269–278. <https://doi.org/10.1080/15438629609512057>
58. **Sanchez J.L., Cooper M.J., Myers C.A., Cummings J.F., Vest K.G., Russell K.L., et al.** Respiratory infections in the U.S. military: recent experience and control. *Clin Microbiol Rev*. 2015;28(3):743–800. <https://doi.org/10.1128/cmr.00039-14>
59. **Nieman D.C., Lila M.A., Gillitt N.D.** Immunometabolism: a multi-omics approach to interpreting the influence of exercise and diet on the immune system. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2019;10(1):341–363. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121316>
60. **Nieman D.C.** Immune response to heavy exertion. *J Appl Physiol*. 1997;82(5):1385–1394. <https://doi.org/10.1152/jap-1997.82.5.1385>
61. **Simpson R.J., Campbell J.P., Gleeson M., Krüger K., Nieman D.C., Pyne D.B., et al.** Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev*, 2020;26:8–22.
62. **Nieman D.C., Groen A.J., Pugachev A., Simonson A.J., Polley K., James K., et al.** Proteomics based detection of immune dysfunction in an elite adventure athlete trekking across the Antarctica. *Proteomes*. 2020;8(1):4. <https://doi.org/10.3390/proteomes8010004>
63. **Nieman D.C., Wentz L.M.** The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Health Sci*. 2019;8(3):201–217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>
64. **Раджабкдиев Р.М., Ригер Н.А., Никитюк Д.Б., Галстян А.Г., Петров А.Н., Евсюкова А.О., Ханферьян Р.А.** Сопоставление уровня иммунорегуляторных цитокинов и некоторых антропометрических показателей высококвалифицированных спортсменов. *Медицинская иммунология*. 2018;20(1):53–60. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-1-53-60>
65. **Евстратова В.С., Никитюк Д.Б., Ригер Н.А., Федянина Н.В., Ханферьян Р.А.** Оценка секреции in vitro иммунорегуляторных цитокинов дендритными клетками спортсменов-горнолыжников. *Бюлл. экспер. биол. и мед.*, 2016;162(7):72–74.
66. **Phillips M., Robinowitz M., Higgins J.R., Boran K.J., Reed T., Virmani R.** Sudden cardiac death in Air Force recruits. A 20-year review. *JAMA*. 1986;256(19):2696–2699. <https://doi.org/10.1001/jama.1986.03380190066026>
67. **Drory Y., Kramer M.R., Lev B.** Exertional sudden death in soldiers. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(2):147–151. <https://doi.org/10.1249/00005768-199102000-00001>
68. **Nieman D.C., Henson D.A., Austin M.D., Sha W.** Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults. *Br J Sports Med*. 2011;45(12):987–992. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077875>
69. **Kohut M.L., Arntson B.A., Lee W., Rozeboom K., Yoon K.J., Cunnick J.E., et al.** Moderate exercise improves an-
53. **Roberts J.A.** Loss of form in young athletes due to viral infection. *BMJ*. 1985;290(6465):357–358. <https://doi.org/10.1136/bmj.290.6465.357>
54. **Roberts J.A.** Viral illnesses and sports performance. *Sports Med* 1986;3(4):296–303. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603040-00006>
55. **Sharp J.C.** Viruses and the athlete. *Br J Sports Med*. 1989;23(1):47–48. <https://doi.org/10.1136/bjism.23.1.47>
56. **Folsom R.W., LittlefieldChabaud M.A., French D.D., Pourciau S.S., Mistic L., Horohov D.W.** Exercise alters the immune response to equine influenza virus and increases susceptibility to infection. *Equine Vet J*. 2001;33(7):664–669. <https://doi.org/10.2746/042516401776249417>
57. **Parker S., Brukner P., Rosier M.** Chronic fatigue syndrome and the athlete. *Sports Med Train Rehab*. 1996;6(4):269–278. <https://doi.org/10.1080/15438629609512057>
58. **Sanchez J.L., Cooper M.J., Myers C.A., Cummings J.F., Vest K.G., Russell K.L., et al.** Respiratory infections in the U.S. military: recent experience and control. *Clin Microbiol Rev*. 2015;28(3):743–800. <https://doi.org/10.1128/cmr.00039-14>
59. **Nieman D.C., Lila M.A., Gillitt N.D.** Immunometabolism: a multi-omics approach to interpreting the influence of exercise and diet on the immune system. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2019;10(1):341–363. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121316>
60. **Nieman D.C.** Immune response to heavy exertion. *J Appl Physiol*. 1997;82(5):1385–1394. <https://doi.org/10.1152/jap-1997.82.5.1385>
61. **Simpson R.J., Campbell J.P., Gleeson M., Krüger K., Nieman D.C., Pyne D.B., et al.** Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev*, 2020;26:8–22.
62. **Nieman D.C., Groen A.J., Pugachev A., Simonson A.J., Polley K., James K., et al.** Proteomics based detection of immune dysfunction in an elite adventure athlete trekking across the Antarctica. *Proteomes*. 2020;8(1):4. <https://doi.org/10.3390/proteomes8010004>
63. **Nieman D.C., Wentz L.M.** The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Health Sci*. 2019;8(3):201–217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>
64. **Radzhabkadiyev R.M., Riger N.A., Nikityuk D.B., Galstyan A.G., Petrov A.N., Evsyukova A.O., Khanferyan R.A.** Comparison of the level of immunoregulatory cytokines and some anthropometric indicators of highly qualified athletes. *Meditsinskaya immunologiya = Medical immunology*. 2018;20(1):53–60. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-1-53-60> (In Russ.).
65. **Evstratova V.S., Nikityuk D.B., Riger N.A., Fedyanina N.V., Khanferyan R.A.** Evaluation of in vitro secretion of immunoregulatory cytokines by dendritic cells of athletes-skiers. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny = Bull. Exp. Biol. and Med.*, 2016;162(7):72–74 (In Russ.).
66. **Phillips M., Robinowitz M., Higgins J.R., Boran K.J., Reed T., Virmani R.** Sudden cardiac death in Air Force recruits. A 20-year review. *JAMA*. 1986;256(19):2696–2699. <https://doi.org/10.1001/jama.1986.03380190066026>
67. **Drory Y., Kramer M.R., Lev B.** Exertional sudden death in soldiers. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(2):147–151. <https://doi.org/10.1249/00005768-199102000-00001>
68. **Nieman D.C., Henson D.A., Austin M.D., Sha W.** Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults. *Br J Sports Med*. 2011;45(12):987–992. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077875>
69. **Kohut M.L., Arntson B.A., Lee W., Rozeboom K., Yoon K.J., Cunnick J.E., et al.** Moderate exercise improves an-

tibody response to influenza immunization in older adults. *Vaccine*. 2004; 22 (17-18):2298–2306. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2003.11.023>

70. **Duggal N.A., Niemi G., Harridge S.D.R., Simpson R.J., Lord J.M.** Can physical activity ameliorate immunosenescence and thereby reduce age-related multi-morbidity. *Nat Rev Immunol*. 2019;19(9):563–572. <https://doi.org/10.1038/s41577-019-0177-9>

71. **Duggal N.A., Pollock R.D., Lazarus N.R., Harridge S., Lord J.M.** Major features of immunosenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood. *Aging Cell*. 2018;17(2):e12750. <https://doi.org/10.1111/accel.12750>

72. **Lavin K.M., Perkins R.K., Jemiolo B., Raue U., Trappe S.W., Trappe T.A.** Effects of aging and lifelong aerobic exercise on basal and exercise-induced inflammation. *J Appl Physiol*. 1985;128(1):87–99. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2019>

73. **Ledo A., Schub D., Ziller C., Enders M., Stenger T., Gärtner B.C.** Elite athletes on regular training show more pronounced induction of vaccine-specific T-cells and antibodies after tetravalent influenza vaccination than controls. *Brain Behav Immun*. 2020;83:135–145. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.09.024>

74. **Warren K.J., Olson M.M., Thompson N.J., Cahill M.L., Wyatt T.A., Yoon K.J., et al.** Exercise improves host response to influenza viral infection in obese and non-obese mice through different mechanisms. *PLoS One*. 2015;10(6):e0129713. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129713>

75. **Kohut M.L., Sim Y.J., Yu S., Yoon K.J., Loiacono C.M.** Chronic exercise reduces illness severity, decreases viral load, and results in greater anti-inflammatory effects than acute exercise during influenza infection. *J Infect Dis*. 2009;200(9):1434–1442. <https://doi.org/10.1086/606014>

76. **Durigon S.T., MacKenzie B., Carneiro Oliveira-Junior M., Santos-Dias A., De Angelis K., Malfitano C., et al.** Aerobic exercise protects from *Pseudomonas aeruginosa*-induced pneumonia in elderly mice. *J Innate Immun*. 2018;10(4):279–290. <https://doi.org/10.1159/000488953>

77. **Shi Y., Liu T., Nieman D.C., Cui Y., Li F., Yang L., et al.** Aerobic exercise attenuates acute lung injury through NET inhibition. *Front Immunol*. 2020;11:409. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00409>

78. **Gupta P., Bigley A.B., Markofski M., Laughlin M., LaVoy E.C.** Autologous serum collected 1 h post-exercise enhances natural killer cell cytotoxicity. *Brain Behav Immun*. 2018;71:81–92. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2018.04.007>

79. **Nieman D.C., Henson D.A., Austin M.D., Brown V.A.** Immune response to a 30-minute walk. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(1):57–62. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000149808.38194.21>

80. **Sellami M., Gasmı M., Denham J., Hayes L.D., Stratton D., Padulo J., et al.** Effects of acute and chronic exercise on immunological parameters in the elderly aged: can physical activity counteract the effects of aging? *Front Immunol*. 2018;9:2187. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02187>

81. **Agha N.H., Mehta S.K., Rooney B.V., Laughlin M.S., Markofski M.M., Pierson D.L., et al.** Exercise as a countermeasure for latent viral reactivation during long duration space flight. *FASEB J*. 2020;34(2):2869–2881. <https://doi.org/10.1096/fj.201902327r>

82. **Bigley A.B., Rezvani K., Chew C., Sekine T., Pistillo M., Crucian B., et al.** Acute exercise preferentially redeployes NK-cells with a highly-differentiated phenotype and augments cytotoxicity against lymphoma and multiple myeloma target cells. *Brain Behav Immun*. 2014;39:160–171. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.10.030>

tibody response to influenza immunization in older adults. *Vaccine*. 2004; 22 (17-18):2298–2306. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2003.11.023>

70. **Duggal N.A., Niemi G., Harridge S.D.R., Simpson R.J., Lord J.M.** Can physical activity ameliorate immunosenescence and thereby reduce age-related multi-morbidity. *Nat Rev Immunol*. 2019;19(9):563–572. <https://doi.org/10.1038/s41577-019-0177-9>

71. **Duggal N.A., Pollock R.D., Lazarus N.R., Harridge S., Lord J.M.** Major features of immunosenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood. *Aging Cell*. 2018;17(2):e12750. <https://doi.org/10.1111/accel.12750>

72. **Lavin K.M., Perkins R.K., Jemiolo B., Raue U., Trappe S.W., Trappe T.A.** Effects of aging and lifelong aerobic exercise on basal and exercise-induced inflammation. *J Appl Physiol*. 1985;128(1):87–99. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2019>

73. **Ledo A., Schub D., Ziller C., Enders M., Stenger T., Gärtner B.C.** Elite athletes on regular training show more pronounced induction of vaccine-specific T-cells and antibodies after tetravalent influenza vaccination than controls. *Brain Behav Immun*. 2020;83:135–145. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.09.024>

74. **Warren K.J., Olson M.M., Thompson N.J., Cahill M.L., Wyatt T.A., Yoon K.J., et al.** Exercise improves host response to influenza viral infection in obese and non-obese mice through different mechanisms. *PLoS One*. 2015;10(6):e0129713. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129713>

75. **Kohut M.L., Sim Y.J., Yu S., Yoon K.J., Loiacono C.M.** Chronic exercise reduces illness severity, decreases viral load, and results in greater anti-inflammatory effects than acute exercise during influenza infection. *J Infect Dis*. 2009;200(9):1434–1442. <https://doi.org/10.1086/606014>

76. **Durigon S.T., MacKenzie B., Carneiro Oliveira-Junior M., Santos-Dias A., De Angelis K., Malfitano C., et al.** Aerobic exercise protects from *Pseudomonas aeruginosa*-induced pneumonia in elderly mice. *J Innate Immun*. 2018;10(4):279–290. <https://doi.org/10.1159/000488953>

77. **Shi Y., Liu T., Nieman D.C., Cui Y., Li F., Yang L., et al.** Aerobic exercise attenuates acute lung injury through NET inhibition. *Front Immunol*. 2020;11:409. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00409>

78. **Gupta P., Bigley A.B., Markofski M., Laughlin M., LaVoy E.C.** Autologous serum collected 1 h post-exercise enhances natural killer cell cytotoxicity. *Brain Behav Immun*. 2018;71:81–92. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2018.04.007>

79. **Nieman D.C., Henson D.A., Austin M.D., Brown V.A.** Immune response to a 30-minute walk. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(1):57–62. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000149808.38194.21>

80. **Sellami M., Gasmı M., Denham J., Hayes L.D., Stratton D., Padulo J., et al.** Effects of acute and chronic exercise on immunological parameters in the elderly aged: can physical activity counteract the effects of aging? *Front Immunol*. 2018;9:2187. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02187>

81. **Agha N.H., Mehta S.K., Rooney B.V., Laughlin M.S., Markofski M.M., Pierson D.L., et al.** Exercise as a countermeasure for latent viral reactivation during long duration space flight. *FASEB J*. 2020;34(2):2869–2881. <https://doi.org/10.1096/fj.201902327r>

82. **Bigley A.B., Rezvani K., Chew C., Sekine T., Pistillo M., Crucian B., et al.** Acute exercise preferentially redeployes NK-cells with a highly-differentiated phenotype and augments cytotoxicity against lymphoma and multiple myeloma target cells. *Brain Behav Immun*. 2014;39:160–171. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.10.030>

83. Simpson R.J., Bigley A.B., Agha N., Hanley P.J., Bol-lard C.M. Mobilizing immune cells with exercise for cancer immunotherapy. *Exerc Sport Sci Rev.* 2017;45(3):163–172. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000114>
84. Turner J.E., Spielmann G., Wadley A.J., Aldred S., Simp-son R.J., Campbell J.P. Exercise-induced B cell mobilization: pre-liminary evidence for an influx of immature cells into the blood-stream. *Physiol Behav.* 2016;164:376–382. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.06.023>
85. Campbell J.P., Riddell N.E., Burns V.E., Turner M., van Zanten J.J., Drayson M.T., et al. Acute exercise mobilizes CD8+ T lymphocytes exhibiting an effector-memory phenotype. *Brain Behav Immun.* 2009;23(6):767–775. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2009.02.011>
86. Lavin K.M., Perkins R.K., Jemiolo B., Raue U., Trappe S.W., Trappe T.A. Effects of aging and lifelong aerobic exercise on basal and exercise-induced inflammation. *J Appl Physiol.* 2020;128(1):87–99. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2019>
87. Kohut M.L., Cooper M.M., Nickolaus M.S., Russell D.R., Cunnick J.E. Exercise and psychosocial factors modulate immu-nity to influenza vaccine in elderly individuals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(9):M557–M562. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.9.m557>
88. Duggal N.A., Pollock R.D., Lazarus N.R., Harridge S., Lord J.M. Major features of immunosenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood. *Aging Cell.* 2018;17(2):e12750. <https://doi.org/10.1111/acel.12750>
89. Shanely R.A., Nieman D.C., Henson D.A., Jin F., Knab A.M., Sha W. Inflammation and oxidative stress are lower in physically fit and active adults. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(2):215–223. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01373.x>
90. Wedell-Neergaard A.S., Krogh-Madsen R., Peter-sen G.L., Hansen A.M., Pedersen B.K., Lund R., et al. Cardio-respiratory fitness and the metabolic syndrome: roles of inflam-mation and abdominal obesity. *PLoS One.* 2018;13(3):e0194991. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194991>
91. Ригер Н.А., Евстратова В.С., Апрытин С.А., Гмошин-ский И.В., Ханферьян Р.А. Значение соотношения концентра-ций лептина и грелина как биомаркера при индуцированной ди-етой гиперлипидемии у самок мышей C57Black/6J. *Медицинская иммунология.* 2018;20(3):341–352. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-3-341-352>
92. Charland K.M., Buckeridge D.L., Hoen A.G., Berry J.G., Elixhauser A., Melton F., et al. Relationship between community prevalence of obesity and associated behavioral factors and com-munity rates of influenza-related hospitalizations in the United States. *Influenza Other Respir Viruses.* 2013;7(5):718–728. <https://doi.org/10.1111/irv.12019>
93. Wong C.M., Chan W.M., Yang L., Chan K.P., Lai H.K., Thach T.Q., et al. Effect of lifestyle factors on risk of mortal-ity associated with influenza in elderly people. *Hong Kong Med J.* 2014;20(6):S16–S19.
94. Nieman D.C., Henson D.A., Austin M.D., Sha W. Up-per respiratory tract infection is reduced in physically fit and ac-tive adults. *Br J Sports Med.* 2011;45(12):987–992. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077875>
95. Baik I., Curhan G.C., Rimm E.B., Bendich A., Wil-lett W.C., Fawzi W.W. A prospective study of age and lifestyle fac-tors in relation to community-acquired pneumonia in US men and women. *Arch Intern Med.* 2000;160(20):3082–3088. <https://doi.org/10.1001/archinte.160.20.3082>
83. Simpson R.J., Bigley A.B., Agha N., Hanley P.J., Bol-lard C.M. Mobilizing immune cells with exercise for cancer im-munotherapy. *Exerc Sport Sci Rev.* 2017;45(3):163–172. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000114>
84. Turner J.E., Spielmann G., Wadley A.J., Aldred S., Simp-son R.J., Campbell J.P. Exercise-induced B cell mobilization: pre-liminary evidence for an influx of immature cells into the blood-stream. *Physiol Behav.* 2016;164:376–382. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.06.023>
85. Campbell J.P., Riddell N.E., Burns V.E., Turner M., van Zanten J.J., Drayson M.T., et al. Acute exercise mobilizes CD8+ T lymphocytes exhibiting an effector-memory phenotype. *Brain Behav Immun.* 2009;23(6):767–775. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2009.02.011>
86. Lavin K.M., Perkins R.K., Jemiolo B., Raue U., Trappe S.W., Trappe T.A. Effects of aging and lifelong aerobic exercise on basal and exercise-induced inflammation. *J Appl Physiol.* 2020;128(1):87–99. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2019>
87. Kohut M.L., Cooper M.M., Nickolaus M.S., Russell D.R., Cunnick J.E. Exercise and psychosocial factors modulate immu-nity to influenza vaccine in elderly individuals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(9):M557–M562. <https://doi.org/10.1093/gerona/57.9.m557>
88. Duggal N.A., Pollock R.D., Lazarus N.R., Harridge S., Lord J.M. Major features of immunosenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood. *Aging Cell.* 2018;17(2):e12750. <https://doi.org/10.1111/acel.12750>
89. Shanely R.A., Nieman D.C., Henson D.A., Jin F., Knab A.M., Sha W. Inflammation and oxidative stress are lower in physically fit and active adults. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(2):215–223. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01373.x>
90. Wedell-Neergaard A.S., Krogh-Madsen R., Peter-sen G.L., Hansen A.M., Pedersen B.K., Lund R., et al. Cardio-re-spiratory fitness and the metabolic syndrome: roles of inflam-mation and abdominal obesity. *PLoS One.* 2018;13(3):e0194991. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194991>
91. Ригер Н.А., Евстратова В.С., Апрытин С.А., Гмошин-ский И.В., Ханферьян Р.А. Significance of the ratio of leptin and ghrelin concentrations as a biomarker for diet-induced hyper-lipidemia in female C57Black / 6J mice. *Meditsinskaya immu-nologiya = Medical immunology.* 2018;20(3):341–352 (In Russ.). <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-3-341-352>
92. Charland K.M., Buckeridge D.L., Hoen A.G., Berry J.G., Elixhauser A., Melton F., et al. Relationship between community prevalence of obesity and associated behavioral factors and com-munity rates of influenza-related hospitalizations in the United States. *Influenza Other Respir Viruses.* 2013;7(5):718–728. <https://doi.org/10.1111/irv.12019>
93. Wong C.M., Chan W.M., Yang L., Chan K.P., Lai H.K., Thach T.Q., et al. Effect of lifestyle factors on risk of mortal-ity associated with influenza in elderly people. *Hong Kong Med J.* 2014;20(6):S16–S19.
94. Nieman D.C., Henson D.A., Austin M.D., Sha W. Up-per respiratory tract infection is reduced in physically fit and ac-tive adults. *Br J Sports Med.* 2011;45(12):987–992. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077875>
95. Baik I., Curhan G.C., Rimm E.B., Bendich A., Wil-lett W.C., Fawzi W.W. A prospective study of age and lifestyle fac-tors in relation to community-acquired pneumonia in US men and women. *Arch Intern Med.* 2000;160(20):3082–3088. <https://doi.org/10.1001/archinte.160.20.3082>

96. Inoue Y., Koizumi A., Wada Y., Iso H., Watanabe Y., Date C., et al. Risk and protective factors related to mortality from pneumonia among middle-aged and elderly community residents: the JACC Study. *J Epidemiol.* 2007;17(6):194–202. <https://doi.org/10.2188/jea.17.194>
97. Wong C.M., Lai H.K., Ou C.Q., Ho S.Y., Chan K.P., Thach T.Q., et al. Is exercise protective against influenza-associated mortality? *PLoS One.* 2008;3(5):e2108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002108>
98. Neuman M.I., Willett W.C., Curhan G.C. Physical activity and the risk of community-acquired pneumonia in US women. *Am J Med.* 2010;123(3):281.e7–281.e11. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2009.07.028>
99. Williams P.T. Dose-response relationship between exercise and respiratory disease mortality. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(4):711–717. <https://doi.org/10.1249/mss.000000000000142>
100. Wu S., Ma C., Yang Z., Yang P., Chu Y., Zhang H., et al. Hygiene behaviors associated with influenza-like illness among adults in Beijing, China: a large, population-based survey. *PLoS One.* 2016;11(2):e0148448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148448>
101. Ukawa S., Zhao W., Yatsuya H., Yamagishi K., Tanabe N., Iso H., Tamakoshi A. Associations of daily walking time with pneumonia mortality among elderly individuals with or without a medical history of myocardial infarction or stroke: findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *J Epidemiol.* 2019;29(6):233–237. <https://doi.org/10.2188/jea.je20170341>
102. Hamer M., O'Donovan G., Stamatakis E. Lifestyle risk factors, obesity and infectious disease mortality in the general population: linkage study of 97,844 adults from England and Scotland. *Prev Med.* 2019;123:65–70. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2019.03.002>
103. Charland K.M., Buckeridge D.L., Hoen A.G., Berry J.G., Elixhauser A., Melton F., et al. Relationship between community prevalence of obesity and associated behavioral factors and community rates of influenza-related hospitalizations in the United States. *Influenza Other Respir Viruses.* 2013;7(5):718–728. <https://doi.org/10.1111/irv.12019>
104. Lowder T., Padgett D.A., Woods J.A. Moderate exercise protects mice from death due to influenza virus. *Brain Behav Immun.* 2005; 19(5):377–380. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2005.04.002>
105. Paulsen J., Askim Å., Mohus R.M., Mehl A., Dewan A., Solligård E., et al. Associations of obesity and lifestyle with the risk and mortality of bloodstream infection in a general population: a 15-year follow-up of 64027 individuals in the HUNT Study. *Int J Epidemiol.* 2017;46(5):1573–1581. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx091>
106. Powell K.E., King A.C., Buchner D.M., Campbell W.W., DiPietro L., Erickson K.I., et al. The scientific foundation for the physical activity guidelines for Americans, 2nd edition. *J Phys Act Health.* 2019;16(1):1–11. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0618>
107. Jordan R.E., Adab P., Cheng K.K. Covid-19: risk factors for severe disease and death. *BMJ.* 2020;368:m1198. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1198>
108. Смирнов В.С., Тотолян А.А. Врожденный иммунитет при коронавирусной инфекции. *Инфекция и иммунитет.* 2020;10(2):259–268. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-III-1440>
109. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497–506. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30183-5)
110. Peiris J.S., Lai S.T., Poon L.L., Guan Y., Yam L.Y., Lim W., et al. Coronavirus as a possible cause of severe acute
96. Inoue Y., Koizumi A., Wada Y., Iso H., Watanabe Y., Date C., et al. Risk and protective factors related to mortality from pneumonia among middle-aged and elderly community residents: the JACC Study. *J Epidemiol.* 2007;17(6):194–202. <https://doi.org/10.2188/jea.17.194>
97. Wong C.M., Lai H.K., Ou C.Q., Ho S.Y., Chan K.P., Thach T.Q., et al. Is exercise protective against influenza-associated mortality? *PLoS One.* 2008;3(5):e2108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002108>
98. Neuman M.I., Willett W.C., Curhan G.C. Physical activity and the risk of community-acquired pneumonia in US women. *Am J Med.* 2010;123(3):281.e7–281.e11. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2009.07.028>
99. Williams P.T. Dose-response relationship between exercise and respiratory disease mortality. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(4):711–717. <https://doi.org/10.1249/mss.000000000000142>
100. Wu S., Ma C., Yang Z., Yang P., Chu Y., Zhang H., et al. Hygiene behaviors associated with influenza-like illness among adults in Beijing, China: a large, population-based survey. *PLoS One.* 2016;11(2):e0148448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148448>
101. Ukawa S., Zhao W., Yatsuya H., Yamagishi K., Tanabe N., Iso H., Tamakoshi A. Associations of daily walking time with pneumonia mortality among elderly individuals with or without a medical history of myocardial infarction or stroke: findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *J Epidemiol.* 2019;29(6):233–237. <https://doi.org/10.2188/jea.je20170341>
102. Hamer M., O'Donovan G., Stamatakis E. Lifestyle risk factors, obesity and infectious disease mortality in the general population: linkage study of 97,844 adults from England and Scotland. *Prev Med.* 2019;123:65–70. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2019.03.002>
103. Charland K.M., Buckeridge D.L., Hoen A.G., Berry J.G., Elixhauser A., Melton F., et al. Relationship between community prevalence of obesity and associated behavioral factors and community rates of influenza-related hospitalizations in the United States. *Influenza Other Respir Viruses.* 2013;7(5):718–728. <https://doi.org/10.1111/irv.12019>
104. Lowder T., Padgett D.A., Woods J.A. Moderate exercise protects mice from death due to influenza virus. *Brain Behav Immun.* 2005; 19(5):377–380. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2005.04.002>
105. Paulsen J., Askim Å., Mohus R.M., Mehl A., Dewan A., Solligård E., et al. Associations of obesity and lifestyle with the risk and mortality of bloodstream infection in a general population: a 15-year follow-up of 64027 individuals in the HUNT Study. *Int J Epidemiol.* 2017;46(5):1573–1581. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx091>
106. Powell K.E., King A.C., Buchner D.M., Campbell W.W., DiPietro L., Erickson K.I., et al. The scientific foundation for the physical activity guidelines for Americans, 2nd edition. *J Phys Act Health.* 2019;16(1):1–11. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0618>
107. Jordan R.E., Adab P., Cheng K.K. Covid-19: risk factors for severe disease and death. *BMJ.* 2020;368:m1198. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1198>
108. Smirnov V.S., Totolyan A.A. Congenital immunity in coronavirus infection. *Infektsiya i immunitet = Infection and immunity.* 2020;10(2):259–268 (In Russ.). <https://doi.org/10.15789/2220-7619-III-1440>
109. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497–506. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30183-5)
110. Peiris J.S., Lai S.T., Poon L.L., Guan Y., Yam L.Y., Lim W., et al. Coronavirus as a possible cause of severe acute

respiratory syndrome. *Lancet*. 2003;361(9366):1319–1325. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)13077-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)13077-2)

111. Chien J.Y., Hsueh P.R., Cheng W.C., Yu C.J., Yang P.C. Temporal changes in cytokine/chemokine profiles and pulmonary involvement in severe acute respiratory syndrome. *Respirology*. 2006;11(6):715–722. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2006.00942.x>

112. Wong C.K., Lam C.W., Wu A.K., Ip W.K., Lee N.L., Chan I.H., et al. Plasma inflammatory cytokines and chemokines in severe acute respiratory syndrome. *Clin Exp Immunol*. 2004;136(1):95–103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2249.2004.02415.x>

113. Hojman P. Exercise protects from cancer through regulation of immune function and inflammation. *Biochem Soc Trans*. 2017;45(4):905–911. <https://doi.org/10.1042/bst20160466>

114. Grande A., Keogh J., Silva V., Scott A.M. Exercise versus no exercise for the occurrence, severity, and duration of acute respiratory infections. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;4(4):CD010596. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd010596.pub3>

115. Pascoe A.R., Fiatarone Singh M.A., Edwards K.M. The effects of exercise on vaccination responses: a review of chronic and acute exercise interventions in humans. *Brain Behav Immun*. 2014;39:33–41. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.10.003>

116. Sallis J.F., Adlakhia D., Oyeyemi A., Salvo D. An international physical activity and public health research agenda to inform coronavirus disease-19 policies and practices. *J Sport Health Sci*. 2020;9(4):328–334. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.05.005>

respiratory syndrome. *Lancet*. 2003;361(9366):1319–1325. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)13077-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)13077-2)

111. Chien J.Y., Hsueh P.R., Cheng W.C., Yu C.J., Yang P.C. Temporal changes in cytokine/chemokine profiles and pulmonary involvement in severe acute respiratory syndrome. *Respirology*. 2006;11(6):715–722. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2006.00942.x>

112. Wong C.K., Lam C.W., Wu A.K., Ip W.K., Lee N.L., Chan I.H., et al. Plasma inflammatory cytokines and chemokines in severe acute respiratory syndrome. *Clin Exp Immunol*. 2004;136(1):95–103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2249.2004.02415.x>

113. Hojman P. Exercise protects from cancer through regulation of immune function and inflammation. *Biochem Soc Trans*. 2017;45(4):905–911. <https://doi.org/10.1042/bst20160466>

114. Grande A., Keogh J., Silva V., Scott A.M. Exercise versus no exercise for the occurrence, severity, and duration of acute respiratory infections. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;4(4):CD010596. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd010596.pub3>

115. Pascoe A.R., Fiatarone Singh M.A., Edwards K.M. The effects of exercise on vaccination responses: a review of chronic and acute exercise interventions in humans. *Brain Behav Immun*. 2014;39:33–41. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.10.003>

116. Sallis J.F., Adlakhia D., Oyeyemi A., Salvo D. An international physical activity and public health research agenda to inform coronavirus disease-19 policies and practices. *J Sport Health Sci*. 2020;9(4):328–334. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.05.005>

Информация об авторах:

Ханферьян Роман Авакович*, д.м.н., профессор кафедры иммунологии и аллергологии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-7534> (+7 (916) 927-02-36)

Радыш Иван Васильевич, д.м.н., зав. кафедрой управления сестринской деятельности медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», профессор, 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0939-6411> (+7 (499) 936-87-87, radysh-iv@rudn.ru)

Суровцев Виктор Васильевич, зам. директора медицинского института по инновационной работе ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6 (+7 (499) 936-87-87, surovtsev-vv@rudn.ru)

Коростелева Маргарита Михайловна, старший научный сотрудник ФГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», 115093, Россия, Москва, ул. Люсиновская, 35. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> (korostel@bk.ru)

Алешина Ирина Владимировна, научный сотрудник ФБГНУ «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», 109240, Россия, Москва, Устьинский пр., 2/14. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0363-9462> (+7 (495) 698-53-60)

Information about the authors:

Roman A. Khanferyan*, D.M.Sc., Professor of the Department of Immunology and Allergology, Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklouho-Maclay str., Moscow, Russia, 117198. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-7534> (+7 (916) 927-02-36)

Ivan V. Radysh, D.M.Sc., Head. Department of Nursing, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Professor, 6, Miklouho-Maclay str., Moscow, Russia, 117198. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0939-6411> (+7 (499) 936-87-87, radysh-iv@rudn.ru)

Viktor V. Surovtsev, Deputy Director of the Medical Institute for Innovative Work, Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklouho-Maclay str., Moscow, Russia, 117198 (+7 (499) 936-87-87, surovtsev-vv@rudn.ru)

Margarita M. Korosteleva, Senior Researcher of the All-Russian Research Institute of the Dairy Industry, 35, Lyusinovskaya str., Moscow, Russia, 115093. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> (korostel@bk.ru)

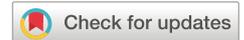
Irina V. Aleshina, researcher at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustyinsky pr., Moscow, Russia, 109240. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0363-9462> (+7 (495) 698-53-60)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.40>

УДК 612.829.34

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Особенности постральной регуляции регбистов по данным стабилومتрии

Н.Г. Коновалова^{1,2,*}, А.С. Штоль¹

¹ Новокузнецкий филиал-институт ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
Минобрнауки России, Новокузнецк, Россия

² ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России, Новокузнецк, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: анализ особенностей постральной регуляции юношей, занимающихся регби. **Материал и методы.** 10 кандидатов в мастера спорта по регби выполняли пробы Ромберга и оптокинетическую пробу на компьютерном стабiloграфе «Траст-М Стабило». При обработке результатов учитывали: амплитудные и частотные характеристики, длину, площадь статокинезиограммы, отношение длины к площади; скорость перемещения общего центра давления; работу. Результаты сравнивали с показателями здоровых людей, не занимающихся спортом. **Результаты.** Девиации и площадь статокинезиограммы спортсменов были больше, чем в контрольной группе, длина — меньше, поддержание вертикальной позы требовало меньшей работы. Закрывание глаз сопровождалось увеличением площади статокинезиограммы, скорости миграции общего центра давления и частоты колебаний в сагиттальной плоскости. Зрительные помехи привели к увеличению скорости перемещения общего центра давления, длины статокинезиограммы, среднеквадратичного отклонения, смещению центра давления назад. Изменения в ответ на действие помех в группе спортсменов выражены меньше, чем в контрольной группе. **Выводы.** Спортсмены имеют более совершенную постральную регуляцию, чем просто здоровые люди. Регбисты имеют схожую стратегию отработки возмущающих воздействий.

Ключевые слова: регби, стабилومتрия, проба Ромберга, оптокинетическая проба

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Коновалова Н.Г., Штоль А.С. Особенности постральной регуляции регбистов по данным стабилومتрии. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(3):40–46. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.40>

Поступила в редакцию: 5.08.2020

Принята к публикации: 15.09.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Features of rugby players' postural regulation by stabilometry data

Nina G. Konovalova^{1,2,*}, Alexandr S. Shtol'¹

¹ Novokuznetsk Branch-Institute of Kemerovo State University, Novokuznetsk, Russia

² Novokuznetsk Scientific and Practical Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled People, Novokuznetsk, Russia

ABSTRACT

Objective: to analyze the postural regulation of rugby players. **Materials and methods.** 10 rugby players performed Romberg test and optokinetic test on a computer stabilograph "Trust-M Stabilo". Amplitude and frequency characteristics, length, area of statokinesigram, ratio of length to area; speed of center of mass movement and the work have been analyzed. The results were compared with those of healthy people not involved in sports. **Results.** Athletes' deviations and area of the statokinesigram were greater than in the control group, though the length of the statokinesigram was shorter. Maintaining the vertical posture required less work in athletes group. Eyes closing was accompanied by increasing the area of statokinesigram, the speed of center of mass movement, and the frequency of oscillations in sagittal plane. Visual disturbances led to an increase in speed of center of mass movement, in length of statokinesigram, in standard deviation and in shift of center of mass back. The effect of disturbances in athletes' group led to fewer changes than in the control group. **Conclusions.** Postural regulation of athletes proved to be better than that of healthy people who are not involved in sports. All rugby players had a similar strategy for working out disturbances.

Keywords: rugby, stabilometry, Romberg test, optokinetic test

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Konovalova N.G., Shtol' A.S. Features of rugby players' postural regulation by stabilometry data. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):40–46 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.40>

Received: 5 August 2020

Accepted: 15 September 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Регби — интересная и популярная спортивная игра, она требует мобилизации внимания и сил, полной самоотдачи, что, безусловно, привлекает и воспитывает подростков. В то же время регби — один из наиболее травматичных видов спорта. Хорошая координация движений, умение держать равновесие снижают риск получения травмы.

Стабилограмма дает объективную характеристику постральной регуляции. В последние годы она все чаще используется в спортивной медицине для оценки состояния организма, его готовности к выполнению нагрузки [1–6]. Знание особенностей постральной регуляции юношей, серьезно и успешно занимающихся регби, может оказаться полезным как при спортивном отборе, так и при подготовке спортсменов.

Цель работы: проанализировать особенности постральной регуляции юношей, занимающихся регби.

2. Материал и методы

Постуральную регуляцию 10 юношей 16–18 лет, воспитанников муниципального автономного физкультурно-спортивного учреждения «Спортивная школа олимпийского резерва по регби «Буревестник», кандидатов в мастера спорта, исследовали на базе ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России. Спортсмены выполняли пробы Ромберга и оптокинетическую пробу на компьютерном стабилографе «Траст-М Стабило» производства ООО «Неврокор».

Проба Ромберга заключалась в удержании вертикальной позы на платформе стабилографа в течение 51 секунды с открытыми и с закрытыми глазами. При обработке результатов учитывали следующие показатели: амплитуду (А, мм) и частоту (F, Гц) первого максимума спектра по вертикальной (Z), сагиттальной (Y) и фронтальной (X) составляющим; отношение длины стадокинезиограммы к площади (L/S 1/мм); площадь (S, мм²); скорость (V, мм/с) перемещения общего центра давления (ОЦД); показатель затраченной работы (А, Дж); 60 % мощности спектра по каждой из составляющих (Z, Y, X, Гц); среднее квадратичное отклонение ОЦД (σ) в сагиттальной (Y) и фронтальной (X) плоскостях.

Оптокинетическая проба состояла в удержании вертикальной позы с открытыми глазами в пяти вариантах: глядя на чистый экран — контроль и четыре варианта со зрительными помехами: глядя на экран, по которому перемещаются калиброванные полосы справа налево, слева направо, сверху вниз и снизу вверх. При обработке результатов оптокинетической пробы учитывали

дополнительно длину стадокинезиограммы (L, мм) и положение общего центра давления (ОЦД, мм) относительно сагиттальной и фронтальной осей.

Полученные данные сравнивали с контрольной группой — средними показателями, полученными по результатам обследования в этих же условиях, на этом приборе 60 здоровых испытуемых, не занимавшихся спортом [7].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica (версия 10.0.1011.0 компании StatSoft, Inc, США, лицензионное соглашение № SN AXAAR207P396130FA-0). Статистическую значимость различий при различных вариантах членов одной группы оценивали по критерию Вилкоксона, о значимости различий между группами судили по критерию Манна — Уитни. Различия считали статистически значимыми при достоверности схождения $p < 0,05$.

3. Результаты

Все обследованные легко выполнили пробы. Жалоб на головокружение, беспокойство, страх падения никто не предъявлял. Ни у кого ни в каком варианте исследования не было отмечено раскачивания туловища, попыток сделать шаг, придержать руками за поручни.

Анализ результатов пробы Ромберга показал, что закрытие глаз приводило к увеличению площади миграции ОЦД по опорной плоскости у большинства обследованных. У одного спортсмена закрытие глаз сопровождалось уменьшением площади на треть, у одного — увеличением в пределах 3 %. В среднем коэффициент Ромберга для группы составил 137,25. Следовательно, большинству спортсменов зрительный контроль был необходим для поддержания вертикальной позы.

Сравнение результатов пробы Ромберга спортсменов с контрольной группой (табл. 1) показало, что поддержание вертикальной позы регбистов требовало меньшей работы.

Среднее квадратичное отклонение и площадь стадокинезиограммы спортсменов были больше, чем в контрольной группе, а длина — меньше. В результате отношение длины к площади у них было в несколько раз меньше, чем в контрольной группе. Еще одно значимое отличие регуляции позы спортсменов — высокая частота и малая амплитуда колебаний вертикальной составляющей. Это относится как к первому максимуму, так и к 60 % спектра. Интересно, что по фронтальной и сагиттальной составляющим спектра частота колебаний у спортсменов, напротив, была ниже, чем в контрольной

Таблица 1

Результаты пробы Ромберга подростков, занимающихся регби, в сравнении с контрольной группой [7]

Table 1

The Romberg test, rugby players in comparison with the control group [7]

Амплитуда первого максимума спектра, мм / The first maximum of the spectrum amplitude, mm			L/S, 1/мм / 1/mm	S, мм ² / mm ²	A, Дж / A, J	V, мм/с / mm/s	φ, мм / mm		60% мощности спектра, Гц / 60% spectrum power, Hz			F 1-го максимума спектра, Гц / F 1st spectrum maximum, Hz		
Z	Y	X					Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Стояние с открытыми глазами, регби / Standing with eyes open, rugby														
0,14 ²	16,72	6,93	7,82 ²	94,43	89,03 ²	10,13	4,44	1,99	5,34 ²	0,11	0,23	3,08 ²	0,03	0,03
Стояние с закрытыми глазами, регби / Standing with eyes closed, rugby														
0,12	17,10	8,68	6,81	123,94 ¹	104,80 ²	11,73 ¹	4,98	2,36	5,35 ²	0,18 ¹	0,17	4,71 ^{1,2}	0,05 ¹	0,02
Стояние с открытыми глазами, контрольная группа / Standing with eyes open, control group														
2,52	13,96	6,31	48,61	62,95	114,16	10,77	3,72	1,69	0,86	0,15	0,25	0,43	0,04	0,06
Стояние с закрытыми глазами, контрольная группа / Standing with eyes closed, control group														
1,21	12,74	6,05	28,59	68,53	135,50	12,84	3,88	1,66	0,81	0,23	0,32	0,64	0,06	0,07

Примечание: ¹ — статистическая значимость сходства стояния с открытыми/закрытыми глазами, $p < 0,05$; ² — статистическая значимость сходства с показателями контрольной группы, $p < 0,05$.

Note: ¹ — reliability of similarity standing with eyes open/closed, $p < 0.05$; ² — reliability of similarity with the indicators of the control group, $p < 0.05$.

группе. Вероятно, для отработки разнообразных помех они используют быстрое малоамплитудное перемещение общего центра масс по вертикали, что дает выигрыш в работе, в то время как перемещение по горизонтали с большей амплитудой и меньшей скоростью приводит к увеличению площади стадокинезиограммы в сравнении с контрольной группой, но не оказывает такого влияния на энерготраты, как подъем и последующее опускание общего центра масс.

Закрывание глаз сопровождалось изменением всех исследованных показателей. Статистически значимыми оказались увеличение площади стадокинезиограммы и скорости миграции центра давления по опорной поверхности. Причем длина стадокинезиограммы увеличилась менее значительно, чем площадь. В результате отношение длины к площади возросло. Поддержание вертикальной позы с закрытыми глазами требовало большей работы, что вполне ожидаемо. Отмечен небольшой, но статистически значимый прирост частоты колебаний в переднезаднем направлении и по вертикали, в то время как частота колебаний во фронтальной плоскости, напротив, стала меньше. Описанные изменения проявились на первом максимуме и отразились на всем спектре.

Анализ результатов оптокинетической пробы показал более равномерное распределение нагрузки между ногами в группе спортсменов, чем в группе контроля. Как видно из таблиц 2 и 3, зрительные помехи привели к увеличению скорости перемещения ОЦД по опорной плоскости и длины стадокинезиограммы, увеличению среднеквадратичного отклонения и смещению центра

давления назад у всех испытуемых. Выраженность изменений зависела от направления движения полос и различалась в разных группах.

Что касается направления колебаний — в контрольном исследовании ось в группе спортсменов была развернута вправо сильнее, чем в группе контроля. Любые помехи приводили к уменьшению ее разворота со сменой направления относительно сагиттальной оси платформы при движении полос в стороны. В группе контроля движение полос в стороны и снизу вверх приводило к увеличению разворота оси, а движение полос сверху вниз сопровождалось сменой направления колебаний относительно сагиттальной оси платформы.

В группе регбистов движение полос в стороны приводило к более заметному увеличению скорости перемещения ОЦД и длины стадокинезиограммы, чем движение в вертикальном направлении, и к небольшому смещению нагрузки в сторону, противоположную движению полос. Наименее выраженную реакцию испытуемые дали на зрительные помехи, бегущие снизу вверх. Миграция центра давления во фронтальной плоскости в этом варианте меньше, чем в контрольном. Движение полос в направлении сверху вниз, напротив, сопровождалось небольшим смещением положения центра масс назад и максимальным увеличением девиаций в сагиттальной плоскости.

В группе контроля наибольшее увеличение скорости перемещения ОЦД и длины стадокинезиограммы наблюдали при движении полос сверху вниз, в этом варианте смещение ОЦД назад было максимальным, как и увеличение девиаций в сагиттальной плоскости.

Таблица 2

Результаты оптокинетической пробы регбистов

Table 2

The optokinetic test, rugby players

L, мм / mm	V, мм/с / mm/s	Среднее направление колебаний, град / Average direction of vibrations, degrees	Среднее положение ОЦД, мм / Average position of the general center of pressure, mm		Девииации ОЦД, мм / The general center of pressure deviation, mm	
			Y	X	Y	X
Контроль / The control						
205,8	10,3	23,8 ²	66,3	5,9	3,5	2,4
Движение полос слева направо / Lanes movement from left to right						
231,9	11,6	-4,5 ²	65,4 ²	4,6	4,7 ¹	1,9
Движение полос справа налево / Lanes movement from right to left						
219,6	11,0	-2,3 ^{1,2}	64,9	7,6	3,9	2,1
Движение полос снизу вверх / Lanes movement upwards						
218,5	10,9	12,8 ²	64,9	7,2	4,1	2,0 ¹
Движение полос сверху вниз / Lanes movement top-down						
212,2	10,6	7,1	60,8 ¹	6,8	4,0 ¹	2,4

Примечание: ¹ — статистическая значимость сходства: контроль / зрительные помехи, $p < 0,05$; ² — статистическая значимость сходства с показателями контрольной группы, $p < 0,05$.

Note: ¹ — reliability of similarity: control / visual interference, $p < 0.05$; ² — reliability of similarity with the indicators of the control group, $p < 0.05$.

Таблица 3

Результаты оптокинетической пробы, группа контроля [7]

Table 3

Optokinetic test results, control group [7]

L, мм / mm	V, мм/с / mm/s	Среднее направление колебаний, град / Average direction of vibrations, degrees	Среднее положение ОЦД, мм / Average position of the general center of pressure, mm		Девииации ОЦД, мм / The general center of pressure deviation, mm	
			Y	X	Y	X
Контроль / The control						
226,2	10,6	5,6	60,6	-11,7	3,0	1,5
Движение полос слева направо / Lanes movement from left to right						
232,7	11,6	12,6	58,6	-10,4	3,5	1,4
Движение полос справа налево / Lanes movement from right to left						
226,2	11,3	12,6	59,6	-11,3	3,2	1,4
Движение полос снизу вверх / Lanes movement upwards						
232,9	11,6	-0,1	60,4	-11,9	3,0	1,5
Движение полос сверху вниз / Lanes movement top-down						
240,3	12,0	4,9	56,7	-11,9	4,8	1,6

4. Обсуждение

Регби — игровой вид спорта, который предусматривает контакты игроков, включая нападения и схватки, захваты и прямые физические контакты,

когда важно удерживать вертикальную позу, продвигаться вперед и оценивать ситуацию. В спортивном успехе наряду с развитием физических качеств спортсменов большую роль играет функциональная

компетентность — владение хорошей устойчивостью и подвижностью во время движений, связанных с игрой [2]. Вероятно, это привело к отмеченным особенностям поддержания вертикальной позы регбистов в нейтральных условиях, при депривации зрения и действию зрительных помех.

Во-первых, их стояние энергетически более экономично: оно требует совершения меньшей работы, чем стояние здоровых нетренированных людей. Во-вторых, отработка возмущающих воздействий реализуется несколько иначе, чем у тех, кто не занимается спортом. Анализ амплитудных и частотных характеристик статокинезиограммы показал большую частоту и меньшую амплитуду спектра по вертикальной оси, причем эта разница очень существенна как по первому максимуму, так и по 60 % спектра. Перемещения во фронтальной и сагиттальной плоскостях в обеих группах существенно не различались, более того, оказалось, что испытуемые, не занимающиеся спортом, перемещают ОЦД в сагиттальной плоскости даже быстрее, чем спортсмены.

Можно допустить, что этот результат связан с небольшим объемом обеих выборок. Но можно и по-другому подойти к этому вопросу: подъем массы требует приложения большей энергии, чем перемещение по горизонтали, параметры которого существенно не различаются в обеих группах. Спортсмены отрабатывают помехи, неизбежные при удержании вертикальной позы, быстрее и экономичнее путем резкого небольшого подъема общего центра масс, но медленнее реагируют на отработку возмущений в горизонтальной плоскости, выигрывая при этом в скорости реакции, устойчивости и в энергетике поддержания позы.

В условиях депривации зрительного анализатора обозначенные различия становятся более заметными: частота перемещений в вертикальной и сагиттальной плоскостях в группе регбистов возрастает, а во фронтальной — падает. В контрольной группе, напротив, падает частота перемещений в вертикальной плоскости, а в сагиттальной и фронтальной — растет. В результате вариант поддержания позы спортсменов при стоянии с закрытыми глазами оказывается энергетически гораздо более выгодным.

Интересно, что механизм подъема общего центра масс в ответ на возмущающие воздействия встречается не только у здоровых, но и у лиц с патологией спинного мозга [8]. Можно предположить, что это — универсальный механизм отработки возмущений при поддержании вертикальной позы в усложненных условиях. В случае патологии он особенно оправдан энергетически, поскольку момент инерции пропорционален квадрату расстояния от точки вращения до общего центра масс. Если после воздействия возмущающей силы общий центр масс занимает более высокое положение, момент инерции возрастает, пропорционально чему уменьшается угловая скорость. В результате система легче

отрабатывает возмущающие воздействия. У спортсменов подъем происходит быстрее и на меньшее расстояние, что дает выигрыш в работе.

Зрение — один из самых значимых сенсорных входов человека. Зрительный анализатор имеет широкие связи с разными отделами мозга, интегрирован в большинство двигательных актов. Значение зрения для поддержания вертикальной позы было доказано в середине прошлого века [9]. Зрительно-вестибулярное взаимодействие очень тесное, основанное на короткой рефлекторной дуге, состоящей всего из трех нейронов, сегодня широко изучается физиологами, психологами и клиницистами [10–12]. Интерес ученых вызывает как влияние афферентации от вестибулярного аппарата на глазодвигатели в условиях реального действия на организм разнонаправленных ускорений, так и влияние афферентации от зрительного анализатора на вестибулярный в условиях покоя.

Когда речь идет о регуляции позы в спорте, важно сохранять устойчивость в условиях действия разнообразных зрительных помех. В наших исследованиях спортсмены быстрее отрабатывали возмущающие воздействия, чем группа контроля, любые помехи приводили к приближению оси колебаний к сагиттальной оси, что, вероятно, повышало устойчивость. Изменения параметров стабиллограммы у спортсменов в одинаковых пробах носили один и тот же характер, что обеспечило статистическую значимость отмеченных изменений даже при небольших абсолютных величинах различий и небольшой группе испытуемых.

В группе здоровых людей, не объединенных конкретным видом двигательной активности, одни и те же зрительные помехи вызвали различные, часто разнонаправленные варианты компенсации. Поэтому изменения как у каждого испытуемого, так и в среднем по группе более заметны, чем у спортсменов, но эти изменения статистически не значимы, невзирая на большую численность контрольной группы по сравнению с группой регбистов.

Специальные исследования [12] доказали, что у людей без патологии вестибулярной системы зрительно-вестибулярное взаимодействие поддается тренировке. В процессе многолетней спортивной подготовки такая тренировка, вероятно, произошла, что привело к формированию экономичных постуральных реакций у юношей, занимающихся регби. Известно [12], что устойчивость к оптокинетическим воздействиям тренируется тяжелее и медленнее, чем к статокинетическим, что мы наблюдаем, сравнивая результаты выполнения регбистами проб Ромберга и оптокинетической.

5. Выводы

Юноши, занимающиеся регби, имеют более совершенную постуральную регуляцию, чем просто здоровые люди. Стабильность их позы меньше зависит от зрительного контроля, что проявляется в относительно высокой устойчивости при стоянии

с закрытыми глазами. Зрительные помехи в виде полос, движущихся в различных направлениях, приводят к меньшим изменениям параметров стабиллограммы, чем аналогичные помехи у здоровых людей, не занимающихся регби.

Вклад авторов:

Коновалова Нина Геннадьевна — проведение стабиллометрии, обработка, анализ результатов, написание текста статьи.

Штоль Александр Сергеевич — работа со спортсменами, описание особенностей регби как вида спорта, участие в анализе полученных результатов и правке готового текста статьи.

Список литературы

1. Henry M., Baudry S. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *J Neurophysiol.* 2019;122(2):525–538. <https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>
2. Sibley K.M., Beauchamp M.K., Van Ooteghem K., Paterson M., Wittmeier K.D. Components of Standing Postural Control Evaluated in Pediatric Balance Measures: A Scoping Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(10):2066–2078. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.032>
3. Bednarczuk G., Wiszomirska I., Rutkowska I., Skowronski W.J. Effects of sport on static balance in athletes with visual impairments. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(8):1319–1327. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.09089-8>
4. Мельников А.А. Сравнение постральной устойчивости у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса. *Физическое воспитание и спортивная тренировка.* 2019;(2):60–71.
5. Арьков В.В., Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Иванов В.В., Супрун Д.В., Шкурников М.Ю., Тоневицкий А.Г. Сравнительный анализ параметров стабиллометрии у спортсменов разной специализации // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* 2009;147(2):194–196.
6. Новикова Е.С., Чернышева М.Д., Сулимов А.А. Сравнительная характеристика отдельных стабиллометрических показателей у спортсменов в различных видах спорта. *Смоленский медицинский альманах.* 2018;(2):50–515.
7. Коновалова Н.Г., Васильченко Е.М., Ляховецкая В.В., Филатов Е.В. Особенности постральной регуляции человека по результатам стабиллометрического обследования здоровых лиц. В: Смычек В.Б., ред. *Медико-социальная экспертиза и реабилитация: сб. научных статей.* Минск: Энциклопедикс; 2019. Вып. 21; С. 325–329.
8. Коновалова Н.Г., Коновалов В.В. Механизмы восстановления акта стояния у инвалидов с повреждением спинного мозга: обзорная информация. Сер.: *Протезирование и протезостроение.* М.: ЦБНТИ Минсбеса РСФСР; 1990. 28 с.
9. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. М.: Наука; 1965. 256 с.
10. Ковалёв А.И., Рогачев А.О., Климова О.А., Гасимов А.Ф. Электрофизиологические показатели восприятия иллюзии движения собственного тела в условиях виртуальной реальности. *Вестник Московского университета. Сер. 14: Психология.* 2020;(2):26–44.
11. Бабияк В.И., Ланцов А.А., Гофман В.Р. Феномены взаимодействия вестибулярного и зрительного анализаторов: влияние вестибулярного аппарата на фиксационную функцию глаз. *Новости оториноларингологии и логопатологии.* 2000;(2):3–16.

Спортсмены, занимающиеся регби, имеют схожую стратегию отработки возмущающих воздействий. Это делает более убедительной версию о том, что наблюдаемые реакции явились результатом многолетней спортивной тренировки.

Authors' contributions:

Nina G. Konvalova — stabilometry holding, processing and analysis of the results, writing the text.

Aleksandr S. Shtol' — working with athletes, describing the features of rugby as a sport, participating in the analysis of results and in editing the finished text.

References

1. Henry M., Baudry S. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *J Neurophysiol.* 2019;122(2):525–538. <https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>
2. Sibley K.M., Beauchamp M.K., Van Ooteghem K., Paterson M., Wittmeier K.D. Components of Standing Postural Control Evaluated in Pediatric Balance Measures: A Scoping Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(10):2066–2078. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.032>
3. Bednarczuk G., Wiszomirska I., Rutkowska I., Skowronski W.J. Effects of sport on static balance in athletes with visual impairments. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(8):1319–1327. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.09089-8>
4. Mel'nikov A.A. Comparison of postural stability in athletes with different directions of the training process. *Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka = Physical education and sports training.* 2019;(2):60–71 (In Russ.).
5. Ar'kov V.V., Abramova T.F., Nikitina T.M., Ivanov V.V., Suprun D.V., Shkurnikov M.Yu., Tonevitskii A.G. Comparative analysis of stabilometry parameters in athletes of different specialization. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2009;147(2):194–196 (In Russ.).
6. Novikova E.S., Cherny'sheva M.D., Sulimov A.A. Comparative characteristics of individual stabilometric indicators in athletes in various sports. *Smolenskii meditsinskii al'manakh = Smolensk Medical Almanac.* 2018;(2):50–515 (In Russ.).
7. Konvalova N.G., Vasil'chenko E.M., Lyahoveczkaya V.V., Filatov E.V. Peculiarities of postural regulation according to the results of stabilometric examination of healthy persons. In: Smychek V.B., ed. *Medical and social examination and rehabilitation: collection of articles.* Minsk: E'nciklopediks Publ.; 2019. Iss. 21; p. 325–329 (In Russ.).
8. Konvalova N.G., Konvalov V.V. Mechanisms for restoring the act of standing in disabled people with spinal cord injury: overview information. Ser.: *Prosthetics and prosthetics.* Moscow: TzBNTI Minsobesa RSFSR; 1990. 28 p. (In Russ.).
9. Gurfinkel' V.S., Kocz Ya.M., Shik M.L. Regulation of human posture. Moscow: Nauka Publ.; 1965. 256 p. (In Russ.).
10. Kovalyov A.I., Rogachev A.O., Klimova O.A., Gasimov A.F. Electrophysiological indicators of perception of the illusion of movement of one's own body in virtual reality. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14: Psikhologiya = Moscow University Psychology Bulletin.* 2020;(2):26–44 (In Russ.).
11. Babiyak V.I., Lanczov A.A., Gofman V.R. Phenomena of interaction between the vestibular and visual analyzers: the influence of the vestibular apparatus on the fixation function of the eyes. *Novosti otorinolaringologii i logopatologii [News of otorhinolaryngology and logopathology].* 2000;(2):3–16 (In Russ.).

12. Благинин А.А., Синельников С.Н., Ляшедько С.П., Глушков Р.С. Влияние оптокинетического и статокинетического воздействий на пространственную ориентировку операторов авиационного профиля. Военно-медицинский журнал. 2018;339(2):44–49.

12. Blaginin A.A., Sinel'nikov S.N., Lyashed'ko S.P., Glushkov R.S. Influence of optokinetic and statokinetic effects on the spatial orientation of aviation operators. Voenno-meditsinskii zhurnal = Military Medical Journal. 2018;339(2):44–49 (In Russ.).

Информация об авторах:

Коновалова Нина Геннадьевна*, д.м.н., профессор кафедры физической культуры и спорта Новокузнецкого филиала-института ФБГОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Минобрнауки России; ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России, 654000, Россия, Новокузнецк, ул. Алексея Кузнецова, 6. (+7 (960) 919-18-98, konovalovang@yandex.ru)

Штоль Александр Сергеевич, студент факультета физической культуры, естествознания и природопользования Новокузнецкого филиала-института ФБГОУ ВО «Кемеровский государственный университет» Минобрнауки России, 654000, Россия, Новокузнецк, ул. Алексея Кузнецова, 6.

Information about the authors:

Nina G. Konvalova*, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the Novokuznetsk Branch-Institute of Kemerovo State University; Senior Researcher of the department of medical, social and professional rehabilitation of Novokuznetsk Scientific and Practical Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled People, 6, Aleksey Kuznetsov str., Novokuznetsk, 654000, Russia. (+7 (960) 919-18-98, konovalovang@yandex.ru)

Aleksandr S. Shtol', student of Novokuznetsk Branch-Institute of Kemerovo State University, 6, Aleksey Kuznetsov str., Novokuznetsk, 654000, Russia.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.47>

УДК 616.831-005.1:616-009.1-08-036.86

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Восстановление движений в верхней конечности: параллели между соматотипами обследованных

С.Н. Деревцова

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. профессора
В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: установить взаимосвязь восстановления движений в паретичной руке у постинсультных больных в позднем резидуальном периоде инсульта с соматотипами обследованных. **Материалы и методы.** В обследовании участвовал 91 человек II периода зрелого возраста (мужчин — 53, женщин — 38), проведено соматотипирование по методу W.L. Rees — H. Eysenck. **Результаты.** Регистрировались статистически достоверные отличия у мужчин и женщин по результатам восстановления объема движений в верхней паретичной конечности в соответствии с типом телосложения обследованных. **Выводы.** Наибольший процент объема движений от нормы регистрировался в проксимальных суставах конечностей (плечевом) при движениях, совершаемых вокруг фронтальной и сагиттальной осей. Объем ротационных движений в процентном соотношении от нормы регистрировался на 13–17 % меньше. Максимальный объем восстановленных движений при разгибании плеча демонстрируется у мужчин, и такая тенденция характерна для мужчин зрелого возраста астенического и пикнического соматотипов. Прирост объема движений в плечевом и локтевом суставах у женщин во всех обследованных группах оказался минимальным.

Ключевые слова: инсульт, резидуальный период, соматотипы

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Деревцова С.Н. Восстановление движений в верхней конечности: параллели между соматотипами обследованных. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(3):47–53. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.47>

Поступила в редакцию: 30.04.2020

Принята к публикации: 04.07.2020

Опубликована: 25.11.2020

The upper limb movement recovery: parallels between the patients somatotypes

Svetlana N. Derevtsova

V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

ABSTRACT

Study objective: to establish the correlation between the paretic hand movement recovery in post-stroke patients in the stroke late residual period and the patients' somatotypes. **Materials and methods.** The study involved 91 people in the second period of adulthood (53 men, 38 women), somatotyping was performed according to the W.L. Rees — H. Eysenck method. **Results.** Statistically significant differences in the upper paretic limb movement range recovery were found in men and women in accordance with the body type. **Conclusions.** The highest percentage of normal movement range was recorded in the limbs' proximal joints of the (shoulder) during movements around the frontal and sagittal axes. The volume of rotational movements as a percentage of the norm was less by 13–17%. The men demonstrated maximum movement recovery of shoulder extension, and this tendency is typical for mature men of asthenic and pyknic somatotypes. The women in all the examined groups demonstrated the minimal increase in the movement ranges in the shoulder and elbow joints.

Keywords: stroke, residual period, somatotypes

Conflict of interests: the author declares no conflict of interest.

For citation: Derevtsova S.N. Recovery of motion in the upper limb: parallels between somatotypes examined. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice).* 2020;10(3):47–53 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.47>

Received: 30 April 2020

Accepted: 04 July 2020

Published: 25 November 2020

1. Введение

Учитывая наличие множества реабилитационных вмешательств, выявление того, которое дает наилучший моторный результат на основе уникального нейроклинического профиля выжившего после инсульта, является сложной задачей [1–5]. Современный этап развития российской медицины характеризуется разработкой национальных приоритетных программ, внедрением новых биомедицинских технологий диагностики, профилактики и восстановительного лечения наиболее социально значимых и распространенных заболеваний [6, 7]. Выявление прогностических критериев восстановления двигательной функции у больных, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, является приоритетным на стадии реабилитационных мероприятий [8, 9].

Значительная роль в реабилитации постинсультных больных с двигательными нарушениями отводится особенностям биомеханики опорно-двигательного аппарата, возрастному аспекту и половым различиям [10].

Разработан метод коррекции двигательных нарушений функции верхней конечности с использованием устройства для целенаправленного восстановления движений в руке [11]. За период реабилитационного курса больным использовали лечебные костюмы «Адели» и «Айвенго». Описание костюмов, работа пациентов в них, определение объема движений представлено ранее нами в работах [12–14]. Однако в научных статьях не отражена степень восстановления двигательных нарушений в паретичной руке в позднем резидуальном постинсультном периоде у лиц зрелого (трудоспособного) возраста. В настоящем исследовании будут отражены взаимосвязи между восстановленными функциями верхней конечности у выживших мужчин и женщин и их соматотипами.

Цель исследования: установить взаимосвязь восстановления движений в паретичной руке у постинсультных больных в позднем резидуальном периоде инсульта и соматотипами обследованных.

2. Материалы и методы

Пациенты мужского пола II периода зрелого возраста с синдромом центрального гемипареза (СЦГ) обследованы в количестве 53 человек, пациенты женского пола аналогичного возраста обследованы в количестве 38 человек. Соматотипирование по методу W.L. Rees — H. Eysenck [15] у больных проводили с использованием показателей длины тела и поперечного диаметра грудной клетки. В зависимости от величины индекса все обследованные мужчины распределялись на три соматотипа: астенический (величина индекса более 106), нормостенический (от 96 до 106) и пикнический (величина индекса менее 96). Определен объем движений в суставах паретичной верхней конечности у мужчин и женщин с различной степенью выраженности гемипареза до и после применения лечебного костюма «Айвенго».

3. Результаты и их обсуждение

Распределение больных II периода зрелого возраста по соматотипам представлено в таблице 1.

Для анализа гониометрических показателей движения в суставах у обследованных с СЦГ целесообразно проводить сравнение не только по амплитуде, но и по процентам объема движений от нормы, так как в различных суставах размах движений колеблется от 20° до 180°.

Объем движений в суставах верхней конечности у мужчин и женщин II периода зрелого возраста различных соматотипов после применения лечебного костюма «Айвенго» увеличился, однако увеличение амплитуды движений происходило неодинаково. Исследование объема движений в суставах паретичной верхней конечности у мужчин II периода зрелого возраста **астенического** соматотипа, перенесших инсульт, до и после применения лечебного костюма представлено на рисунке 1.

После использования лечебного костюма у мужчин астенического соматотипа объем движений максимально увеличился в плечевом суставе при сгибании, разгибании и отведении плеча и составил от 17 до 29 %.

Таблица 1

Соматотипологическая характеристика больных с СЦГ II периода зрелого возраста ($n = 91$)

Table 1

Somatotype characteristics of the CHS patients in the second adulthood period ($n = 91$)

Соматотип / Somatotype	Значения / Values	Мужчины / Men	Женщины / Women	Итого / Total	Хи-квадрат / χ^2
Астенический / Asthenic	абс. / abs.	8	7	15	$p = 0,33$
	%	15,1	18,4	16,5	
Нормостенический / Normosthenic	абс. / abs.	33	22	55	
	%	62,3	57,9	60,4	
Пикнический / Pyknic	абс. / abs.	12	9	21	
	%	22,6	23,7	23,1	
Итого / Total	абс. / abs.	53	38	91	
	%	100	100	100	



Рис. 1. Углометрия крупных суставов верхней конечности у мужчин II периода зрелого возраста с СЦГ **астенического** соматотипа до и после использования лечебного костюма «Айвенго»

Примечание: $p < 0,05$; $p < 0,01$ достоверность различий по объему движений.

Fig. 1. Goniometry of upper limb large joints in the CHS men of **asthenic** somatotype in the second adulthood period before and after the therapy with "Ivanhoe" medical suit

Note: $p < 0,05$; $p < 0,01$ significance of differences in the volume of movements.



Рис. 2. Углометрия крупных суставов верхней конечности у женщин II периода зрелого возраста с СЦГ **астенического** соматотипа до и после использования лечебного костюма «Айвенго»

Fig. 2. Goniometry of upper limb large joints in the CHS women of **asthenic** somatotype in the second adulthood period before and after the therapy with "Ivanhoe" medical suit

В плечевом суставе при вращениях плеча кнутри и кнаружи и в локтевом суставе при сгибании, пронации и супинации предплечья амплитуда движений увеличилась всего на 7–12 %.

Достоверные отличия по амплитуде движений в плечевом суставе до и после использования лечебного костюма «Айвенго» регистрируются у мужчин астенического соматотипа при сгибании, разгибании и отведении плеча ($p < 0,05$; $p < 0,01$).

Исследование объема движений в суставах паретичной верхней конечности у женщин II периода зрелого возраста **астенического** соматотипа, перенесших инсульт, до и после применения лечебного костюма представлено на рисунке 2.

После применения лечебного костюма у женщин астенического соматотипа объем движений максимально увеличился в плечевом суставе при сгибании, разгибании и отведении плеча, в локтевом суставе при сгибании предплечья и составил от 11 до 15 %.

Мужчины аналогичного возраста нормостенического соматотипа с СЦГ сократили дефицит

по объему движений после использования костюма «Айвенго» в плечевом суставе при сгибании, разгибании и вращениях плеча кнутри на 12–16 %, а в локтевом суставе — при сгибании предплечья на 12 % (рис. 3). При вращении плеча кнаружи в плечевом суставе, а также при пронации и супинации предплечья в локтевом суставе увеличение объема движений составило всего 6–9 %.

Статистически достоверные отличия по амплитуде движений зарегистрированы у мужчин нормостенического соматотипа с СЦГ в плечевом суставе при сгибании, разгибании, отведении и вращении плеча кнутри, в локтевом суставе при сгибании предплечья после проведения реабилитационных мероприятий с использованием костюма «Айвенго» ($p < 0,001$; $p < 0,01$; $p < 0,05$).

Женщины аналогичного возраста нормостенического соматотипа сократили дефицит по объему движений после использования костюма «Айвенго» в плечевом суставе при сгибании, разгибании и отведении плеча на 10–16 % (рис. 4). Объем ротационных движений в плечевом и локтевом суставах увеличился всего лишь на 3–5 %.

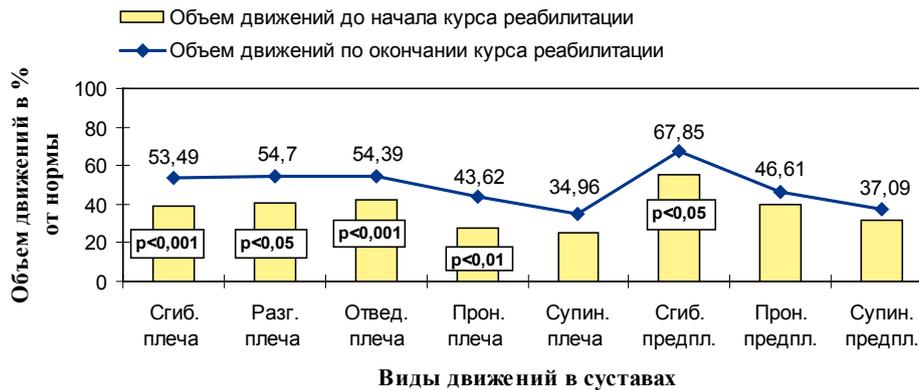


Рис. 3. Углометрия крупных суставов верхней конечности у мужчин II периода зрелого возраста с СЦГ нормостенического соматотипа до и после использования лечебного костюма «Айвенго»
Примечание: $p < 0,001$; $p < 0,05$; $p < 0,01$ — достоверность различий по объему движений.

Fig. 3. Goniometry of upper limb large joints in the CHS men of **normosthenic** somatotype in the second adulthood period before and after the therapy with "Ivanhoe" medical suit
Note: $p < 0.001$; $p < 0.05$; $p < 0.01$ — significance of differences in the volume of movements.



Рис. 4. Углометрия крупных суставов верхней конечности у женщин II периода зрелого возраста с СЦГ нормостенического соматотипа до и после использования лечебного костюма «Айвенго»
Примечание: $p < 0,01$ — достоверность различий по объему движений.

Fig. 4. Goniometry of upper limb large joints in the CHS women of **normosthenic** somatotype in the second adulthood period before and after the therapy with "Ivanhoe" medical suit
Note: $p < 0.01$ — significance of differences in the volume of movements.

Статистически достоверные отличия по амплитуде движений зарегистрированы у женщин нормостенического соматотипа с СЦГ только в плечевом суставе при сгибании плеча после проведения реабилитационных мероприятий с применением костюма «Айвенго» ($p < 0,01$).

Зрелые мужчины пикнического соматотипа с СЦГ демонстрировали наибольший прирост объема движений в плечевом суставе при разгибании плеча — на 19 %, при сгибании и отведении плеча — на 12 и 13 % соответственно (рис. 5). Мужчины-пикники демонстрировали прирост объема движений в локтевом суставе больше, чем в плечевом суставе, по сравнению с мужчинами других соматотипов аналогичного возраста.

Достоверные отличия по амплитуде движений в плечевом суставе до и после использования лечебного костюма «Айвенго» у них регистрировались при сгибании, разгибании, отведении и вращении плеча кнутри,

а также при сгибании и пронации предплечья в локтевом суставе ($p < 0,01$; $p < 0,05$).

Зрелые женщины пикнического соматотипа с СЦГ демонстрировали наибольший прирост объема движений в плечевом суставе при сгибании плеча — на 12 %, при разгибании и отведении плеча — на 17 и 16 % соответственно (рис. 6).

Женщины пикнического соматотипа демонстрировали самый высокий прирост объема движений в локтевом суставе при сгибании предплечья (на 11 %) в сравнении с пронацией и супинацией предплечья (на 5 %) в этом же суставе. Достоверные отличия по амплитуде движений в плечевом суставе до и после использования лечебного костюма «Айвенго» у них регистрируются при отведении плеча ($p < 0,05$).

4. Выводы

Подводя итог вышеизложенному, отметим, что наибольший процент объема движений от нормы



Рис. 5. Углометрия крупных суставов верхней конечности у мужчин II периода зрелого возраста с СЦГ **пикнического** соматотипа до и после использования лечебного костюма «Айвенго»

Примечание: $p < 0,05$; $p < 0,01$ — достоверность различий по объему движений.

Fig. 5. Goniometry of upper limb large joints in the CHS men of **pyknic** somatotype in the second adulthood period before and after the therapy with "Ivanhoe" medical suit

Note: $p < 0,05$; $p < 0,01$ — significance of differences in the volume of movements.



Рис. 6. Углометрия крупных суставов верхней конечности у женщин II периода зрелого возраста с СЦГ **пикнического** соматотипа до и после использования лечебного костюма «Айвенго»

Примечание: $p < 0,05$ — достоверность различий по объему движений.

Fig. 6. Goniometry of upper limb large joints in the CHS women of **pyknic** somatotype in the second adulthood period before and after the therapy with "Ivanhoe" medical suit

Note: $p < 0,05$ — significance of differences in the volume of movements.

регистрировался в проксимальных суставах конечностей (плечевом) при движениях, совершаемых вокруг фронтальной и сагиттальной осей. Максимальный объем восстановленных движений при разгибании плеча демонстрируется у мужчин, и такая тенденция характерна для мужчин зрелого возраста астенического и пикнического соматотипов, однако количество обследованных этих двух групп пациентов определялось минимальным. Объем ротационных движений в процентном соотношении от нормы регистрировался на 13–17 % меньше,

чем при сгибании, разгибании, отведении и приведении сегментов конечностей в соответствующих суставах у всех обследованных мужчин.

Женщины аналогичного возраста пикнического типа телосложения демонстрируют больший размах движений при разгибании в плечевом суставе. Прирост объема ротационных движений в плечевом и локтевом суставах у женщин во всех обследованных группах оказался минимальным — женщины-астеники это наглядно демонстрировали.

Вклад автора:

Деревцова Светлана Николаевна — внесла основной вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Author's contributions:

Svetlana N. Derevtsova made the main contribution to the article concept development, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the article.

Список литературы

References

1. **Moldoveanu A., Ferche O.M., Moldoveanu F., Lupu R.G., Cintez D., Irimia D.C., Toader C.** The TRAVEE System for a Multi-modelNeuromotor Rehabilitation. *IEEE Access*. 2019;7:8151–8171. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2886271>
2. **Manna S.K., Dubey V.N.** Rehabilitation strategy for post-stroke recovery using an innovative elbow exoskeleton. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H-Journal of Engineering in Medicine*. 2019;233(6):668–680. <https://doi.org/10.1177/0954411919847058>
3. **Schiefelbein M.L., Salazar A.P., Marchese R.R., Rech K.D., Schifino G.P., Figueiredo C.S., et al.** Upper-limb movement smoothness after stroke and its relationship with measures of body function/structure and activity — A cross-sectional study. *J Neurol Sci*. 2019;401:75–78. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.04.017>
4. **Kinoshita S., Tamashiro H., Okamoto T., Urushidani N., Abo M.** Association between imbalance of cortical brain activity and successful motor recovery in sub-acute stroke patients with upper limb hemiparesis: a functional near-infrared spectroscopy study. *NeuroReport*. 2019;30(12):822–827. <https://doi.org/10.1097/wnr.0000000000001283>
5. **Borschmann K.N., Hayward K.S.** Recovery of upper limb function is greatest early after stroke but does continue to improve during the chronic phase: a two-year, observational study. *Physiotherapy*. 2020;107:216–223. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2019.10.001>
6. **Аброськина М.В., Субочева С.А., Корягина Т.Д., Ильминская А.А., Мягкова Е.Г., Буслов И.А. и др.** Проекты дистанционной реабилитации в неврологии. Сайт домашней нейрореабилитации «НейроДом» на территории Красноярского края. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019;119(8):84–88. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911908184>
7. **Исмаилова С.Б., Субочева С.А., Аброськина М.В., Ондар В.С., Карпенкова А.Д., Храмченко М.А. и др.** Рандомизированное клиническое исследование по оценке эффективности оригинальных методов восстановления постуральных нарушений постинсультного генеза. *Фарматека*. 2019;26(3):39–44. <https://doi.org/10.18565/pharmateca.2019.3.39-44>
8. **Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Герасимова С.М., Селищев Г.С., Ременник А.Ю.** Прогностические критерии реабилитации больных с ишемическим инсультом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2015;115(5): 11–14. <https://doi.org/10.17116/jnevro20151155111-14>
9. **Максимова М.Ю., Танащян М.М., Смирнова И.Н.** Лечение ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2015;115(4):126–129. <https://doi.org/10.17116/jnevro201511541126-129>
10. **Прокопенко С.В., Руднев В.А., Аракчаа Э.М., Деревцова С.Н.** Использование принципа проприоцептивной коррекции при восстановлении произвольных движений в паретичной руке у больных в позднем восстановительном и резидуальном периодах инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2007;107(4):40–43.
11. **Руднев В.А., Прокопенко С.В., Аракчаа Э.М., Деревцова С.Н., Бугаев А.Т.** Устройство для восстановления двигательных функций в верхней конечности. Патент РФ № 2325895. 2005 июль 22.
12. **Деревцова С.Н., Медведева Н.Н., Зайцева О.И.** Реабилитация больных с нарушением двигательной функции конечностей в позднем восстановительном и резидуальном

1. **Moldoveanu A., Ferche O.M., Moldoveanu F., Lupu R.G., Cintez D., Irimia D.C., Toader C.** The TRAVEE System for a Multi-modelNeuromotor Rehabilitation. *IEEE Access*. 2019;7:8151–8171. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2886271>
2. **Manna S.K., Dubey V.N.** Rehabilitation strategy for post-stroke recovery using an innovative elbow exoskeleton. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H-Journal of Engineering in Medicine*. 2019;233(6):668–680. <https://doi.org/10.1177/0954411919847058>
3. **Schiefelbein M.L., Salazar A.P., Marchese R.R., Rech K.D., Schifino G.P., Figueiredo C.S., et al.** Upper-limb movement smoothness after stroke and its relationship with measures of body function/structure and activity — A cross-sectional study. *J Neurol Sci*. 2019;401:75–78. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.04.017>
4. **Kinoshita S., Tamashiro H., Okamoto T., Urushidani N., Abo M.** Association between imbalance of cortical brain activity and successful motor recovery in sub-acute stroke patients with upper limb hemiparesis: a functional near-infrared spectroscopy study. *NeuroReport*. 2019;30(12):822–827. <https://doi.org/10.1097/wnr.0000000000001283>
5. **Borschmann K.N., Hayward K.S.** Recovery of upper limb function is greatest early after stroke but does continue to improve during the chronic phase: a two-year, observational study. *Physiotherapy*. 2020;107:216–223. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2019.10.001>
6. **Abroskina M.V., Subocheva S.A., Koryagina T.D., Ilminskaya A.A., Myagkova E.G., Buslov I.A., et al.** Projects of distant rehabilitation in neurology. The website of in-home rehabilitation in the territory of Krasnoyarsk region. *Zhurnal neurologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2019;119(8):84–88. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro201911908184>
7. **Ismailova S.B., Subocheva S.A., Abroskina M.V., Ondar V.S., Karpenkova A.D., Khramchenko M.A., et al.** A randomized clinical trial on evaluation of the effectiveness of original methods for the restoration of post-stroke postural disorders. *Farmateka*. 2019;26(3):39–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.18565/pharmateca.2019.3.39-44>
8. **Shklovsky V.M., Lukashevich I.P., Gerasimova S.M., Selishchev G.S., Remennik A.Yu.** Prognostic criteria of rehabilitation of patients with ischemic stroke. *Zhurnal neurologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2015;115(5):11–14. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro20151155111-14>
9. **Maksimova M.Yu., Tanashyan M.M., Smirnova I.N.** Treatment of ischemic stroke. *Zhurnal neurologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2015;115(4):126–129. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro201511541126-129>
10. **Prokopenko S.V., Rudnev V.A., Arakchaa E.M., Derevtsova S.N.** The use of the proprioceptive correction principle in the restoration of conscious movements in the patient's paretic arm in the late restorative and residual periods of stroke. *Zhurnal neurologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2007;107(4):40–43. (In Russ.).
11. **Rudnev V.A., Prokopenko S.V., Arakchaa E.M., Derevtsova S.N., Bugaev A.T.** Device for thoracic limb motor function restoration. Patent RF № 2325895. 2005 July 22. (In Russ.).
12. **Derevtsova S.N., Medvedeva N.N., Zajtseva O.I.** Rehabilitation of locomotor patients in late recovering and residual periods

периодах инсульта. Вестник новых медицинских технологий. 2012;19(2):120–123.

13. **Деревцова С.Н., Николаев В.Г., Прокопенко С.В., Зайцева О.И.** Нейрореабилитация при синдроме центрального гемипареза у мужчин и женщин с разным типом конституции в позднем резидуальном периоде. Современные проблемы науки и образования. 2014;(5): 478.

14. **Деревцова С.Н., Штейнердт С.В., Ачкасов Е.Е.** Сравнительная оценка гониометрических исследований суставов конечностей мужчин и женщин различных соматотипов. Спортивная медицина: наука и практика. 2013;(4):50–54.

15. **Rees W.L., Eysenck H.** A factorial study of some morphological and psychological aspects of human constitution. J. Mental Sci. 1945;91(386):8–21. <https://doi.org/10.1192/bjp.91.382.8>

of stroke. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii = Journal of New Medical Technologies. 2012;19(2):120–123. (In Russ.).

13. **Nikolaev V.G., Prokopenko S.V., Zaytseva O.I.** Neurorehabilitation at a syndrome of the central hemiparesis at men and women with different type of the constitution in the late residual period. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2014;(5):478. (In Russ.).

14. **Derevtsova S.N., Shteynerdt S.V., Achkasov E.E.** Comparative evaluation of limb joints goniometric studies of men and women of different somatotypes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports medicine: research and practice. 2013;(4):50–54. (In Russ.).

15. **Rees W.L., Eysenck H.** A factorial study of some morphological and psychological aspects of human constitution. J. Mental Sci. 1945;91(386):8–21. <https://doi.org/10.1192/bjp.91.382.8>

Информация об авторе:

Деревцова Светлана Николаевна, д.м.н., профессор кафедры анатомии Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, 660022, Россия, Красноярский край, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-5930> (+7 (391) 220-14-09, Derevtsova@bk.ru)

Information about the author:

Svetlana N. Derevtsova, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, the Department of Anatomy, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, 1, Partizana Zheleznyaka str., Krasnoyarsk, 660022, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-5930> (+7 (391) 220-14-09, Derevtsova@bk.ru)

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.54>

УДК 615.814.1+615/825].03:616.12-008.313

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Методы физической реабилитации при идиопатической пароксизмальной фибрилляции предсердий

*О.Д. Лебедева**ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

В настоящее время лечение идиопатической пароксизмальной формы фибрилляции предсердий является актуальной медицинской проблемой, в решении которой могут использоваться методы физической реабилитации. **Цель исследования.** Разработать и научно обосновать методики применения рефлексотерапии и физических тренировок для коррекции и профилактики регуляторных функциональных кардиальных нарушений при идиопатической пароксизмальной фибрилляции предсердий. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 90 пациентов с идиопатической формой фибрилляции предсердий (ИФФП), которые были разделены на 2 группы: 45 пациентов с адренергической (АФФП) и 45 пациентов с ваготонической (ВФФП) формами. Пациенты получали комплекс лечения, состоящий из рефлексотерапии и дозированной ходьбы. Оценка лечения производилась с помощью клинико-функционального и инструментального обследований, включающих психологические тесты, психофизиологическое исследование с психоэмоциональной нагрузкой, суточное мониторирование ЭКГ с определением интегрального показателя — среднего квадратического отклонения (SDNN) сердечного ритма; эхокардиографию, осциллометрию высокого разрешения, биохимические исследования. **Результаты.** Показано, что комплекс рефлексотерапии и дозированной ходьбы в обеих группах обладает антиаритмическим действием, достоверным нормализующим действием на вегетативную регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы. **Выводы.** Под влиянием комплекса происходила нормализация вегетативной регуляции сердечного ритма, показателей гемодинамики, улучшение психоэмоционального состояния и качества жизни. Доказана высокая эффективность предложенной методики лечения.

Ключевые слова: идиопатическая пароксизмальная фибрилляция предсердий, физическая реабилитация, комплекс рефлексотерапии и дозированной ходьбы, вегетативная регуляция

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Лебедева О.Д. Методы физической реабилитации при идиопатической пароксизмальной фибрилляции предсердий. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(3):54–59. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.54>

Поступила в редакцию: 13.03.2020

Принята к публикации: 20.06.2020

Опубликована: 25.11.2020

Physical rehabilitation in idiopathic paroxysmal atrial fibrillation

*Olga D. Lebedeva**National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia*

ABSTRACT

Physical rehabilitation a promising approach in the treatment of idiopathic paroxysmal atrial fibrillation which is a important medical problem. **Study objective:** To develop and scientifically substantiate reflexology and physical training methods for the treatment and prevention of regulatory functional cardiac disorders in idiopathic paroxysmal atrial fibrillation. **Materials and methods.** The study involved 90 patients with idiopathic atrial fibrillation (IAF), who were divided into 2 groups: 45 patients with adrenergic (AAFF) and 45 patients with vagotonic (VAFF) forms. The patients received a complex treatment consisting of reflexology and dosed walking. The treatment efficacy evaluation involved clinical, functional and instrumental examinations, psychological tests, psychophysiological stress-test, 24h ECG monitoring to identify the standard deviation of the normal-to-normal RR intervals (SDNN); echocardiography, high-definition oscillometry, and biochemical tests. **Results.** We found that the complex of reflexology and dosed walking in both groups produced an antiarrhythmic effect resulting in reliable normalization of the cardiovascular system autonomic regulation. **Conclusions.** The complex normalizes the heart rate autonomic regulation and hemodynamic parameters, improves the psychological and emotional state and the quality of life. The proposed treatment demonstrated high efficiency.

Keywords: idiopathic paroxysmal atrial fibrillation, physical rehabilitation, reflexology and dosed walking complex, autonomic regulation

Conflict of interests: the author declares no conflict of interest.

For citation: Lebedeva O.D. Methods of physical rehabilitation in idiopathic paroxysmal atrial fibrillation. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice).* 2020;10(3):54–59 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.54>

Received: 13 March 2020

Accepted: 20 June 2020

Published: 25 November 2020

1. Введение

Патогенез идиопатической пароксизмальной фибрилляции предсердий (ИПФП) до сих пор недостаточно изучен. Наиболее часто причинами являются психовегетативные, а также функциональные и структурные нарушения состояния левого предсердия. Медикаментозная противорецидивная терапия ИПФП эффективна только на 20–50 % и приводит к осложнениям и побочным явлениям. Поэтому необходимы новые немедикаментозные методы лечения и профилактики ИПФП, особенно при комплексном применении. Перспективными в этом отношении являются рефлексотерапия и физические тренировки, способные оказывать стресс-лимитирующее, адаптогенное, вегеторегилирующее и фармакомодулирующее действия [1]. Дальнейшее изучение механизмов патогенеза ИПФП, разработка методов эффективной коррекции ее течения, предупреждения прогрессирования аритмий и рецидивов является актуальным.

Цель исследования — разработать и научно обосновать методики применения рефлексотерапии и физических тренировок для коррекции и профилактики регуляторных функциональных кардиальных нарушений при идиопатической пароксизмальной фибрилляции предсердий.

2. Материал и методы исследования

Сравнительное комплексное клиничко-психологическое обследование было проведено у 90 пациентов с ИПФП: среди них мужчин — 56 (62,2 %), женщин — 34 (37,8 %), в возрасте от 40 до 55 лет (средний возраст $47,1 \pm 0,4$ года). Из них 45 человек (50 %) — с вагусной формой фибрилляции предсердий (ВФФП) и 45 (50 %) — с адренергической формой (АФФП).

Длительность заболевания — от 0,5 до 7 лет, в среднем $3,24 \pm 0,23$ года. Все пациенты были разделены на 3 группы по 30 человек: 1-я группа — 30 пациентов получали только рефлексотерапию (РТ) на фоне базовой медикаментозной антиаритмической терапии; 2-я группа — 30 пациентов получали комплексное лечение РТ и дозированной ходьбой (ДХ) также на фоне приема медикаментов; 3-я группа (контроль) — 30 пациентов получали только базовое медикаментозное лечение.

Методы исследования: общеклиническое обследование и инструментальные методы исследования [2]: регистрация ЭКГ в 12 отведениях в покое; велоэргометрия (ВЭМ) [3]; суточное мониторирование ЭКГ с временным анализом вариабельности ритма сердца (ВРС), свидетельствующим о вегетативных влияниях на ритм сердца; осциллометрия высокого разрешения; эхокардиография (ЭхоКГ) [4, 5] с определением конечно-систолического передне-заднего размера левого предсердия (КСР ЛП) и показателей центральной гемодинамики с выявлением типа гемодинамики. Психологическое исследование [6–10] включало: тест Ч.Д. Спилбергера в модификации Ю.Л. Ханина для оценки состояния реактивной (РтТ) и личностной (ЛТ) тревоги; тест на депрессию (Д)

по Беку; тест (САН): самочувствие (С), активность (А) и настроение (Н) [11]. Кроме того, проводилось психофизиологическое исследование с психоэмоциональной нагрузкой с определением показателя ПФР, представляющим собой произведение АД среднединамического на ЧСС. Лабораторные методы исследования: на содержание ренина, альдостерона, кортизола, ацетилхолина в крови; анализ суточной мочи на экскрецию катехоламинов. Оценку клиничко-лабораторных и инструментальных данных проводили до, после лечения, а также через 6 и 12 месяцев после окончания. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программы SPSS-23 с определением средних величин и стандартной ошибки среднего ($M \pm m$). Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Методы лечения. При РТ чередовались воздействия на аурикулярные, паравертебральные и корпоральные точки акупунктуры. Во время нечетных процедур аурикулярные иглы вводились в точки АТ 55Х «антистрессовая», АТ 25У «ствола мозга», АТ 82Х111 «нулевая». Во время четных процедур иглы вводились в паравертебральные точки V11–V15 билатерально. Иглы вводились также в точки акупунктуры, расположенные на конечностях: хэ-гу (G14), шэнь-мэнь (С7), цюй-чи (Gi11), цзу-сань-ли (E36), сань-инь-цзяо (RP6). У больных с адренергической формой ФП применялся тормозной метод РТ. Помимо этого, больным с АФФП вводились аурикулярные микроиглы билатерально для длительного воздействия на точки наибольшей концентрации на поверхности ушной раковины рецепторов X пары черепно-мозговых нервов (*n. vagus*), контролирующей тоническую тормозную импульсацию в системе бульбарного афферентного пути. У больных с ВФФП применялся стимулирующий метод РТ с использованием электроакупунктуры через иглы, введенные в паравертебральные точки V11–V15, проецирующиеся на рецепторы преганглионарных симпатических нейронов боковых рогов спинного мозга. Воздействие осуществлялось с помощью аппарата «Ласпер» (Япония) остроконечными биполярными импульсами амплитудой 0,8–2,5 В, длительностью 1,5 мс, частотой 10 Гц. Лечение при обеих формах ФП состояло из двух курсов РТ по 10–12 процедур каждый с перерывом в 1,5 месяца.

Дозированная ходьба (ДХ) проводилась в форме физических тренировок. Данные велоэргометрии определяли темп ходьбы с использованием шагомера фирмы «Омрон». Темп ходьбы составлял 110–140 шагов в 1 минуту. Тренировочный цикл включал подготовительный, основной и поддерживающий периоды. В первом периоде занятия проводились 3–4 раза в неделю, длительность ДХ составляла 30–35 мин; количество занятий — 15. Во втором периоде занятия проводились 5 раз в неделю, до 45 мин — 30 занятий. В третьем периоде занятия проводились 6–7 раз в неделю, 60 мин и длились непрерывно в течение всего лечения.

3. Результаты и их обсуждение

Исходно пациенты предъявляли жалобы на приступообразные сердцебиения, дискомфорт в грудной клетке, слабость, головокружения и т. д. Клиническая картина ИПФП характеризовалась выраженной тахисистолией. АФФП характеризовалась частым рецидивированием аритмии, возникающей в момент психоэмоционального стресса, тогда как при ВФФП отмечались ночные приступы. Влияние вегетативной нервной системы на работу сердца выражалось при ВФФП в урежении ЧСС, составляя в среднем $53,1 \pm 0,4$ уд./мин. Исследование с психоэмоциональной нагрузкой с определением ВПФР выявило при ВФФП гипофункциональный тип реагирования сердечно-сосудистой системы на нагрузку (ВПФР — $5,5 \pm 0,3$ усл. ед.) У этих больных отмечалась склонность к гипокинетическому типу гемодинамики (СИ = $2,74 \pm 0,04$ л×мин/м²). У 8,9 % больных с ВФФП имелся повышенный уровень ацетилхолина в крови — $17,7 \pm 1,3$ нмоль/л. Все это говорило о повышении активности парасимпатической нервной системы. При АФФП днем отмечалась синусовая тахикардия с ЧСС $92,8 \pm 0,8$ уд./мин. Параметры временного анализа ВРС были следующие: SDNN (мс) $102,38 \pm 1,08$; рNN50 % $4,67 \pm 0,28$. ВПФР был гиперфункциональным — $20,6 \pm 0,9$ усл. ед.; отмечался гиперкинетический тип центральной гемодинамики (СИ = $3,85 \times 0,03$ л×мин/м²). Все эти данные свидетельствовали о повышении активности симпатической нервной системы. В гормональном статусе у больных с АФФП (6,7 %) обнаружено повышение уровней кортизола до $733,0 \pm 7,0$ нмоль/л и ренина крови до $1,92 \times 0,2$ мкг/л/ч, а также увеличение экскреции с мочой норадреналина до $139,0 \pm 2,0$ нмоль/с, что сви-

детельствовало о гиперсимпатикотонии. У 15 больных (16,7 %) при ЭхоКГ выявлено увеличение конечно-систолического размера левого предсердия (КСР ЛП), который составил $4,21 \pm 0,03$ см.

Психологическое тестирование во всех исследованных группах до лечения показало повышение РтТ — $44,2 \pm 0,4$ балла; наличие депрессии (Д) мягкой степени $15,3 \pm 0,6$ балла; снижение САН на 31,0, 14,0 и 29,4 % соответственно. Клинический эффект во всех трех группах выражался в уменьшении частоты возникновения пароксизмов при обеих формах.

После проведения РТ в 1-й группе количество приступов в месяц сократилось в 2,4 раза ($p < 0,05$), во 2-й группе при использовании РТ и ДХ — в 5,3 раза ($p < 0,05$) и в 3-й группе — в 1,7 раза ($p < 0,05$). Размеры левого предсердия и показатели гемодинамики нормализовались ($p < 0,05$). Наилучший эффект от проводимой терапии отмечался у пациентов с ВФФП и АФФП во 2-й группе, где количество приступов сократилось на 80,4 и 81,5 % соответственно. Через 6 месяцев после проведения курсов РТ и ДХ только во 2-й группе сохранялся достигнутый ранее эффект. Через 12 месяцев терапевтический эффект был утрачен во всех сравниваемых группах.

Динамика средней длительности пароксизмов ИФФП в целом по группам в динамике лечения представлена в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, у пациентов как с ВФФП, так и с АФФП, получивших по два курса сочетанного применения РТ и ДХ (2-я группа), эффект оказался наилучшим — длительность приступа сократилась на 76,9 и 78,5 % соответственно, а в группе, получавшей медикаменты, сокращение длительности приступов ФП

Таблица 1

Средняя длительность пароксизма ИПФП (часов)

Table 1

The average duration of the IAF paroxysm (hours)

Группы обследованных / Groups surveyed	До лечения / Before treatment	После лечения / After treatment	Через 6 месяцев / In 6 months	Через 12 месяцев / In 12 months
1-я группа /group 1	$3,05 \pm 0,33$	$1,47 \times 0,10^{**}$	$2,21 \times 0,32^*$	$2,90 \times 0,31$
	$3,15 \pm 0,37$	$1,50 \times 0,12^{**}$	$2,42 \pm 0,28^*$	$2,97 \times 0,35$
	$2,95 \pm 0,36$	$1,45 \times 0,13^{**}$	$2,00 \pm 0,33^*$	$2,83 \times 0,34$
2-я группа / group 2	$3,14 \pm 0,34$	$0,70 \times 0,06^{**}$	$0,81 \pm 0,09^{**}$	$2,71 \times 0,25$
	$3,25 \pm 0,41$	$0,75 \times 0,06^{**}$	$0,87 \times 0,11^{**}$	$2,94 \times 0,33$
	$3,03 \pm 0,37$	$0,65 \times 0,09^{**}$	$0,75 \times 0,10^{**}$	$2,48 \times 0,29$
3-я группа / group 3	$3,24 \pm 0,37$	$2,59 \pm 0,13^{**}$	$2,68 \times 0,15^*$	$3,26 \times 0,39$
	$3,33 \pm 0,42$	$2,65 \pm 0,19^{**}$	$2,75 \times 0,20$	$3,44 \times 0,45$
	$3,15 \pm 0,38$	$2,53 \pm 0,14^{**}$	$2,61 \times 0,19^*$	$3,08 \times 0,40$

Примечание: в верхних ячейках строк таблицы — значения группы в целом, в средних — ВФФП, в нижних — АФФП. * — $p < 0,1$; ** — $p < 0,05$.

Note: the upper, middle and lower cells of the table rows contain the values of the group as a whole, VAFF and AAFF, respectively. * — $p < 0,1$; ** — $p < 0,05$.

отмечалось при ВФФП на 20,4 %, при АФФП на 19,7 %. У больных 2-й группы достигнутый эффект через 6 месяцев после окончания лечения сохранялся, но через 12 месяцев эффект был утрачен во всех группах, а количество жалоб после прекращения лечения стало возрастать ($p > 0,05$). Все это сопровождалось улучшением переносимости пароксизмов за счет улучшения состояния психоэмоциональной сферы и регресса психоэмоциональной симптоматики.

После лечения исследование состояния психоэмоциональной сферы показало у больных 2-й группы достоверное улучшение показателей: снижение показателей РтТ, Д и увеличение на 35,1, 15,9, 40,5 % соответственно показателей САН. По данным психофизиологического исследования с психоэмоциональной нагрузкой, гиперкинетический тип гемодинамики у пациентов с АФФП и гипокинетический тип гемодинамики у пациентов с ВФФП сменились на эукинетический тип. Через 6 месяцев эффект сохранялся, а у больных 1-й и 3-й групп обнаружено ухудшение показателей. Через 12 месяцев и во 2-й группе отмечено ухудшение ($p > 0,05$).

Временной анализ variability ритма сердца (ВРС) является методом определения состояния механизмов вегетативной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы [12–18]. Результаты временного анализа ВРС в динамике лечения представлены в таблице 2.

Как следует из таблицы 2, интегральный показатель среднего квадратичного отклонения (SDNN) сердечного ритма, представляющего величину стандартного отклонения всех анализируемых R-R интервалов и характеризующего суммарный эффект влияния на управление сердцем парасимпатического и симпатического отделов ВНС, исходно у пациентов с ВФФП был больше,

чем у пациентов с АФФП, что объясняется более высоким при ВФФП уровнем парасимпатических влияний на ритм сердца. После лечения при ВФФП обнаружено уменьшение SDNN за счет вагосимпатического действия стимулирующей РТ, ДХ и антиаритмических препаратов. Уменьшение SDNN составило в 1-й группе 12,1 %, во 2-й группе — 17,9 %, в 3-й группе — 9,1 %. У больных с АФФП после лечения показатель SDNN, который исходно был в 1,8 раза ниже, чем при ВФФП (что свидетельствовало о существенном усилении влияния симпатической нервной системы и связанной с этим высокой степени централизации регуляции сердечного ритма), показал ослабление симпатических воздействий на ритм сердца, что выражалось в увеличении SDNN в 1-й группе на 26,3%, во 2-й группе на 26,9%, в 3-й группе на 19,3% под влиянием тормозной РТ, ДХ и антиаритмических препаратов. Через 6 месяцев у пациентов 2-й группы эффект лечения сохранялся в наибольшей степени. Но через 12 месяцев и во 2-й группе достигнутые результаты ухудшались ($p < 0,1$), что выражалось в тенденции к увеличению SDNN при ВФФП и уменьшению при АФФП. По лабораторным показателям отмечена тенденция к снижению значений у пациентов с исходно повышенным уровнем ренина, кортизола крови и экскреции норадреналина с мочой, что свидетельствовало о снижении активности симпатического звена ВНС ($p < 0,1$).

В целом результаты представленных исследований свидетельствуют о достаточно высокой эффективности применения РТ и ДХ в составе комплексного лечения при расстройствах сердечного ритма вегетативного происхождения как механизма компенсации корригирующего и оптимизирующего влияния ВНС в случае нарушения функции регуляции сердечного ритма.

Таблица 2
Величина SDNN (стандартного отклонения всех анализируемых R-R интервалов) у пациентов с ВФФП и АФФП в динамике лечения (миллисекунд)

Table 2
The SDNN value (standard deviation of all analyzed R-R intervals) in patients with VAFF and AAFF in the treatment dynamics (milliseconds)

Подгруппы / Subgroups		Группы / Groups	1-я группа / Group 1	2-я группа / Group 2	3-я группа / Group 3
ВФФП / VAFF	До лечения / Before treatment		180,55 ± 1,59	184,41 ± 1,64	182,34 ± 1,62
	После лечения / After treatment		158,78 ± 1,35**	151,38 ± 1,31 **	165,74 ± 1,42**
	Через 6 месяцев / In 6 months		165,36 ± 1,47*	155,24 ± 1,44**	168,38 ± 1,48*
	Через 12 месяцев / In 12 months		175,82 ± 1,50	173,20 ± 1,48*	178,44 ± 1,59
АФФП / AAFF	До лечения / Before treatment		100,84 ± 1,22	103,51 ± 1,27	102,78 ± 1,25
	После лечения / After treatment		127,36 ± 1,50***	131,33 ± 1,54***	122,64 ± 1,57**
	Через 6 месяцев / In 6 months		114,74 ± 1,46*	125,82 ± 1,49**	113,00 ± 1,40*
	Через 12 месяцев / In 12 months		107,05 ± 1,32	113,12 ± 1,48*	105,56 ± 1,31

Примечание: * — $p < 0,1$; ** — $p < 0,05$; *** — $p < 0,01$.
Note: * — $p < 0,1$; ** — $p < 0,05$; *** — $p < 0,01$

4. Выводы

Доказано, что разработанный метод комплексного применения РТ и ДХ на основе медикаментозной терапии высокоэффективен в лечении ИППФ, является надежным методом физической реабилитации и вторичной профилактики, который позволяет достигать

Вклад автора:

Лебедева Ольга Даниаловна — внесла основной вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Список литературы

1. Агасаров Л.Г., Болдин А.В., Бокова И.А., Готовский М.Ю., Петров А.В., Радзиевский С.А. и др. Перспективы комплексного применения технологий традиционной медицины. Вестник новых медицинских технологий. 2013;(1):185.
2. Орехова Э.М., Солодовникова Т.С., Радзиевский С.А., Кончугова Т.В., Бобкова А.С., Лебедева О.Д. и др. Низкочастотная трансаурикулярная электропунктура как метод коррекции течения и вторичной профилактики артериальной гипертензии. Медицинский вестник Башкортостана. 2011;6(5):104–107.
3. Аронов Д.М., Иоселиани Д.Г., Бубнова М.Г., Красницкий В.Б., Гринштейн Ю.И. Результаты Российского рандомизированного контролируемого клинического исследования по оценке клинической эффективности комплексной годичной программы реабилитации с включением физических тренировок у трудоспособных больных, перенесших острый инфаркт миокарда на фоне артериальной гипертензии. Вестник восстановительной медицины. 2017;(5(81)):2–11.
4. Лебедева О.Д., Бугаев С.А., Красников В.Е., Тарасова Л.Ю. Роль функциональных исследований при немедикаментозном лечении кардиологических больных и больных с патологией внутренних органов. Физиотерапевт. 2006;(9):20–21.
5. Бадтиева В.А., Князева Т.А., Лебедева О.Д. Динамика показателей диастолической функции левого желудочка под влиянием немедикаментозного лечения. В: Материалы форума «Новые технологии восстановительной медицины и курортологии». Тунис, Хаммамед; 2002;225–226.
6. Никифорова Т.И., Лебедева О.Д., Яковлев М.Ю., Белов А.С., Рыков С.В. Лазерная терапия и оценка функциональных резервов в лечении больных артериальной гипертензией высокого и очень высокого дополнительного риска развития сердечно-сосудистых осложнений. Лазерная медицина. 2013; 17(2):7–10.
7. Ачилов А.А., Лебедева О.Д., Булатецкая Л.С., Усмонзода Д.У., Белов А.С. и др. Возможности комплексной немедикаментозной терапии при артериальной гипертензии, ассоциированной с ишемической болезнью сердца. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2010;(6):12–15.
8. Князева Т.А., Никифорова Т.И., Бобровницкий И.П., Бережнов Е.С., Котенко Е.П. Способ лечения больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Патент РФ № 2392919 С1. 2010 июль 27.
9. Никифорова Т.И., Лебедева О.Д., Рыков С.В., Белов А.С. Современные комплексные технологии реабилитации и профилактики у больных артериальной гипертензией. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2013;90(6):52–58.

антиаритмического результата, оптимизации вегетативной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы и повышения ее резистентности к стрессорным нагрузкам, улучшения показателей гемодинамики, психоэмоционального состояния и качества жизни.

Author's contributions:

Olga D. Lebedeva made the main contribution to the development of the article concept, prepared the article text, finally approved the published version of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the article.

References

1. Agasarov L.G., Boldin A.V., Bokova I.A., Gotovskii M.Yu., Petrov A.V., Radzievskii S.A. Prospects for integrated application of traditional medicine technologies. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii = Journal of New Medical Technologies. 2013;1:185. (In Russ).
2. Orekhova E.M., Solodovnikova T.S., Radzievskii S.A., Konchugova T.V., Bobkova A.S., Lebedeva O.D., et al. Low-Frequency transauricular electropuncture as a method of correcting the course and secondary prevention of arterial hypertension. Meditsinskii vestnik Bashkortostana = Bashkortostan Medical Journal. 2011;5(6):104–107. (In Russ).
3. Aronov D.M., Ioseliani D.G., Bubnova M.G., Krasnitskii V.B., Grinstein Yu.I. Results of the Russian randomized controlled clinical trial to assess the clinical effectiveness of a comprehensive one-year rehabilitation program with the inclusion of physical training in able-bodied patients who have suffered acute myocardial infarction on the background of arterial hypertension. Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny = Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2017;5(81):2–11. (In Russ).
4. Lebedeva O.D., Bugaev S.A., Krasnikov V.E., Tarasova L.Yu. The Role of functional research in the non-drug treatment of cardiac patients and patients with internal organ pathology. Fizioterapevt = Physiotherapist. 2006;9:20–21. (In Russ).
5. Badiyeva V.A., Knyazeva T.A., Lebedeva O.D. Dynamics of indicators of diastolic function of the left ventricle under the influence of non-drug treatment. In: Materials of the forum "New technologies of restorative medicine and balneology". Tunis, Hammamed; 2002;225–226. (In Russ).
6. Nikiforova T.I., Lebedeva O.D., Yakovlev M.Yu., Belov A.S., Rykov S.V. Laser therapy and assessment of functional reserves in the treatment of patients with hypertension of high and very high additional risk of cardiovascular complications. Lazernaya medicina = Laser medicine. 2013;17(2):7–10. (In Russ).
7. Achilov A.A., Lebedeva O.D., Bulatetskaya L.S., Usmonzoda D.U., Belov A.S., Kotov S.A. Possibilities of complex non-drug therapy for arterial hypertension associated with ischemic heart disease. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury = Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy. 2010;6:12–15. (In Russ).
8. Knyazeva T.A., Nikiforova T.I., Bobrovnikskii I.P., Berezhnov E.S., Kotenko E.P. Method of treatment of patients with cardiovascular diseases. Patent of the Russian Federation No. 2392919 C1. 2010 July 27. (In Russ).
9. Nikiforova T.I., Lebedeva O.D., Rykov S.V., Belov A.S. Modern complex technologies of rehabilitation and prevention in patients with arterial hypertension. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury = Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy. 2013;90(6):52–58. (In Russ).

10. Морозов Ю.С. Динамика функционального состояния воспитанников ДЮСШ в период соревновательной деятельности. Вестник восстановительной медицины. 2018;1(83):103–107.

11. Бобровницкий И.П., Павличенко С.А., Яковлев М.Ю., Ашмарин Е.Г., Лебедева О.Д. Способ оценки функциональных резервов организма человека. Патент РФ № 2464935 С1. 2012 окт. 27.

12. Голубятникова М.В., Яковлева В.Н., Макарова Л.Н., Агеева М.В. Влияние физических упражнений на показатели коэффициента здоровья, физическую подготовленность, физическое состояние и работоспособность студентов в процессе занятий физической культурой. Спортивная медицина: наука и практика. 2017;7(3):14–21. <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2017.3.14>

13. Похачевский А.Л., Петров А.Б., Бодко С.П., Сейсбаев В.К., Тухфатуллин А.Н. и др. Моделирование временно-го ряда сердечного ритма при адаптации к физической нагрузке. Спортивная медицина: наука и практика. 2017;7(3):22–26. <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2017.3.22>

14. Прусов П.К., Иусов И. Характеристика восстановления частоты пульса у юных спортсменов после велоэргометрической нагрузки разной интенсивности. Спортивная медицина: наука и практика. 2017;7(4):25–29. <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2017.4.25>

15. Черногоров Д.Н., Матвеев Ю.А. Динамические исследования вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования электрокардиограммы у тяжелоатлетов различного уровня подготовки. Спортивная медицина: наука и практика. 2016;6(1):15–20. <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2016.1.15>

16. Козлов А.А., Поварещенкова Ю.А. Активность механизмов автономной регуляции сердечного ритма как критерий спортивной успешности. Спортивная медицина: наука и практика. 2016;6(2):35–39. <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2016.2.35>

17. Богданова Е.Н., Лобанов А.А., Попов А.И. Социально-экономическая политика Российской Федерации в сфере охраны здоровья: вызовы и прогнозы. Экономика и предпринимательство. 2017;9-3(86): 862–868.

18. Williams B., Mancia G., Spiering W., Rosei E.A., Azizi M., Burnier M., et al. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task force for the the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (EH). Eur heart J. 2018;39(33):3021–3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>

Информация об авторе:

Лебедева Ольга Даниаловна, д.м.н., доцент, в.н.с. отдела физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 121099, Россия, Москва, Новый Арбат, 32. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4435-2273> (+7 (962) 961-56-28, Lebedeva-od@yandex.ru)

Information about the author:

Olga D. Lebedeva, M.D., D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, 32, Novy Arbat str., Moscow, 121099, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4435-2273> (+7 (962) 961-56-28, Lebedeva-od@yandex.ru)

10. Morozov Yu.S. Dynamics of the functional state of students of the youth sports school in the period of competitive activity. Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny = Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2018;1(83):103–107. (In Russ).

11. Bobrovniksky I.P., Pavlichenko S.A., Yakovlev M.Yu., Ashmarin E.G., Lebedeva O.D. Method for evaluating functional reserves of the human body. Patent of the Russian Federation No. 2464935 C1. 2012 October 27 (In Russ).

12. Golubyatnikova M.V., Yakovleva V.N., Makarova L.N., Ageeva M.V. Influence of physical exercises on the indicators of the health coefficient, physical fitness, physical condition and performance of students in the process of physical culture. Sports medicine: research and practice. 2017;7(3):14–21. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2017.3.14>

13. Pokhachevsky A.L., Petrov A.B., Bodko S.P., Seisebaev V.K., Tukhfatullin A.N., et al. Modeling of the time series of heart rate during adaptation to physical activity. Sports medicine: research and practice. 2017;7(3):22–26. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2017.3.22>

14. Prusov P.K., Iusov I. Characteristic of restoring the pulse rate in young athletes after Cycling ergometric loads of different intensity. Sports medicine: research and practice. 2017;7(3):25–29. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2017.4.25>

15. Chernogorov D.N., Matveev Yu.A. Dynamic studies of heart rate variability and dispersion mapping of electrocardiogram in weightlifters of various training levels. Sports medicine: research and practice. 2016;6(1):15–20. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2016.1.15>

16. Kozlov A.A., Povareschenkova Yu.A. Activity of mechanisms of Autonomous regulation of heart rate as a criterion of sports success. Sports medicine: research and practice. 2016;6(2):35–39. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2016.2.35>

17. Bogdanova E.N., Lobanov A.A., Popov A.I. Socio-economic politics of the (In Russ) Federation in the sphere of health protection: challenges and forecasts. Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and entrepreneurship. 2017;9-3(86):862–868. (In Russ).

18. Williams B., Mancia G., Spiering W., Rosei E.A., Azizi M., Burnier M., et al. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task force for the the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (EH). Eur heart J. 2018;39(33):3021–3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.60>

УДК 578.834.1+613.731

Тип статьи: Обзор литературы / Review



Возвращение к тренировкам после коронавируса (SARS-CoV-2/COVID-19)

И.Е. Зеленкова^{1,2,*}, Д.С. Ильин², В.А. Бадтиева^{2,3}

¹ Университет Сарагосы, Сарагоса, Испания

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В условиях пандемии коронавируса важным вопросом является возвращение профессиональных спортсменов и любителей к тренировочному процессу после перенесенного COVID-19. В связи с тем что для новой коронавирусной инфекции на текущий момент не утверждено стандартных протоколов возвращения в спорт, а также мало изучены кратковременные и долгосрочные осложнения, связанные с перенесенной инфекцией SARS-CoV-2, для специалистов в области спорта возникает вопрос о критериях реинтеграции спортсменов после перенесенного COVID-19. Данный обзор представляет собой синтез доступной на текущий момент информации по реинтеграции спортсменов после COVID-19 в тренировочный процесс.

Ключевые слова: COVID-19, тренировка, спортсмен, восстановление, SARS-CoV-2

Для цитирования: Зеленкова И.Е., Ильин Д.С., Бадтиева В.А. Возвращение к тренировкам после коронавируса (SARS-CoV-2/COVID-19). *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(3):60–66. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.60>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию: 26.04.2020

Принята к публикации: 20.06.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Return to training after coronavirus (SARS-CoV-2/COVID-19) infection

Irina E. Zelenkova^{1,2,*}, Danil S. Ilyin², Victoria A Badtieva^{2,3}

¹ University of Zaragoza, Spain

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

³ Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow, Russia

ABSTRACT

The coronavirus pandemic raises an important issue of the return professional and amateur athletes to training after COVID-19 infection. Since no standard protocols for return to sports after the new coronavirus infection are approved to date, and few studies were done on SARS-CoV-2 infection short- and long-term complications in sports professionals, the question arises about the criteria for the athletes' training restart after COVID-19 infection to protect the health of athletes and prevent long-term adverse health effects. This review is a synthesis of currently available information on the athletes' re-involvement into the training process after COVID-19 infection.

Keywords: COVID-19, training, athlete, recovery, SARS-CoV-2, recommendations

For citation: Zelenkova I.E., Ilyin D.S., Badtieva V.A. Return to training after coronavirus (SARS-CoV-2/COVID-19) infection. *Sportivnaya medicina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):60–66 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.60>

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

Received: 26 April 2020

Accepted: 20 June 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

В конце 2019 года в городе Ухань (провинция Хубэй, КНР) произошла вспышка новой коронавирусной инфекции. В феврале 2020 года возбудителю новой инфекции было присвоено название SARS-CoV-2 [1–2]. На текущий момент сведения об эпидемиологии, клинических особенностях, профилактике, лечении и долгосрочных последствиях для людей, перенесших этого заболевания, ограничены. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), средний возраст пациентов в КНР составляет 51 год, наиболее тяжелые формы развивались у пациентов пожилого возраста (60 и более лет) [3]. При этом 20 % всех случаев COVID-19 сопровождается пневмонией [3, 4]. Однако, несмотря на высокий средний возраст заболевших, сообщается также о случаях COVID-19 в спортивной популяции, в том числе с тяжелым течением [5, 6].

Важным аспектом, который нужно учитывать в контексте возвращения к спортивной практике у спортсменов, перенесших COVID-19, является исключение осложнений перенесенной инфекции. Таким образом, первоочередным становится вопрос о критериях допуска спортсменов после перенесенного COVID-19 с целью предотвращения неблагоприятных последствий под действием тренировочных нагрузок [7].

1. Классификация COVID-19 по степени тяжести

Особенность COVID-19 — это широкий спектр течения заболевания, от бессимптомной формы до летального исхода [8]. Согласно Временным методическим рекомендациям [9] по диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) Министерства здравоохранения РФ, по степени тяжести течения COVID-19 выделяют:

- легкое течение (температура тела ниже 38 °С, кашель, слабость, боли в горле, отсутствие критериев среднетяжелого и тяжелого течения);
- среднетяжелое течение (лихорадка выше 38 °С, ЧДД более 22/мин, одышка при физических нагрузках, пневмония (подтвержденная с помощью КТ легких), SpO₂ < 95 %, СРБ сыворотки крови более 10 мг/л);
- тяжелое течение (ЧДД более 30/мин, SpO₂ ≤ 93 %, индекс оксигенации (PaO₂/FiO₂) ≤ 300 мм рт. ст., прогрессирование изменений в легких, типичных для COVID-19-пневмонии (субплевральные участки уплотнения по типу «матового стекла»), по данным рентгенографии и/или КТ, в том числе увеличение распространенности выявленных изменений более чем на 25 %, а также появление признаков других патологических состояний [9], снижение уровня сознания, агитация, нестабильная гемодинамика (систолическое АД менее 90 мм рт. ст. или диастолическое АД менее 60 мм рт. ст., диурез менее 20 мл/час), лактат артериальной крови > 2 ммоль/л, шкала Sepsis-Related Organ Failure Assessment (qSOFA) > 2 баллов);
- Крайне тяжелое течение (острая дыхательная недостаточность с необходимостью респираторной поддержки, септический шок, полиорганная недостаточность).

В связи с этим степень осложнений после перенесенного COVID-19 будет варьироваться от индивидуума к индивидууму и зависит в том числе от степени тяжести заболевания. Таким образом, вопрос о возвращении к регулярным тренировкам должен рассматриваться индивидуально. Дополнительно возникают вопросы о контроле тренировочного процесса, в том числе и о самоконтроле.

2. Алгоритм принятия решений по возвращению к регулярным тренировкам после перенесенного COVID-19

Перед возвращением к тренировочному процессу целесообразно провести анализ на антитела и исключить возможность бессимптомной формы заболевания. Наиболее пристальное внимание необходимо уделить осложнениям инфекции со стороны сердечно-сосудистой системы.

Так, по данным Европейского общества кардиологов, коронавирус может инфицировать сердце и влиять на работу сердечной мышцы у здоровых взрослых людей даже после того, как острая фаза инфекции прошла, и даже при отсутствии повреждения легких [12, 13]. По данным сообщений из КНР, у 16,7 % пациентов, госпитализированных с COVID-19, было зарегистрировано нарушение ритма сердца [14], описаны случаи повышения тропонина, также свидетельствующие о повреждении миокарда, миокардит [4, 13–15]. В когортном исследовании, включавшем 416 пациентов с подтвержденным COVID-19, у 19,7 % были зарегистрированы повреждения миокарда [15]. Точные механизмы, приводящие к структурным изменениям миокарда у пациентов с COVID-19, до конца не изучены, но, по всей видимости, они связаны с воспалительной реакцией («цитокиновый шторм»), иммунологическими факторами, а также сигнальными путями, связанными с ACE2, гипоксией и прямым поражением миокарда при вирусной инвазии [16]. В связи с вышеизложенным становится очевидной целесообразность акцентирования внимания при проведении углубленного медицинского обследования (УМО) на вопросах кардиологического скрининга у спортсменов даже с бессимптомным или легким течением COVID-19 (рис. 1).

Группа 1. У спортсменов с легким течением COVID-19, без сопутствующих симптомов запрещается интенсивная нагрузка в течение 2 недель после перенесенного заболевания, а также до проведения обследования. Для данной группы рекомендуется: сбор анамнеза, физикальный осмотр, лабораторные тесты (тест на Тропонин I (hsTnI), С-реактивный белок (СРБ), трансаминазы, креатинкиназа, креатинин, мочевину [11, 17]). При выявлении изменений на ЭКГ при сравнении с данными предыдущих исследований необходимо в обязательном порядке провести Эхо-КГ. У лиц с болью/стеснением в груди (даже при отсутствии лихорадки и респираторных симптомов), сердцебиением или снижением толерантности к физическим нагрузкам

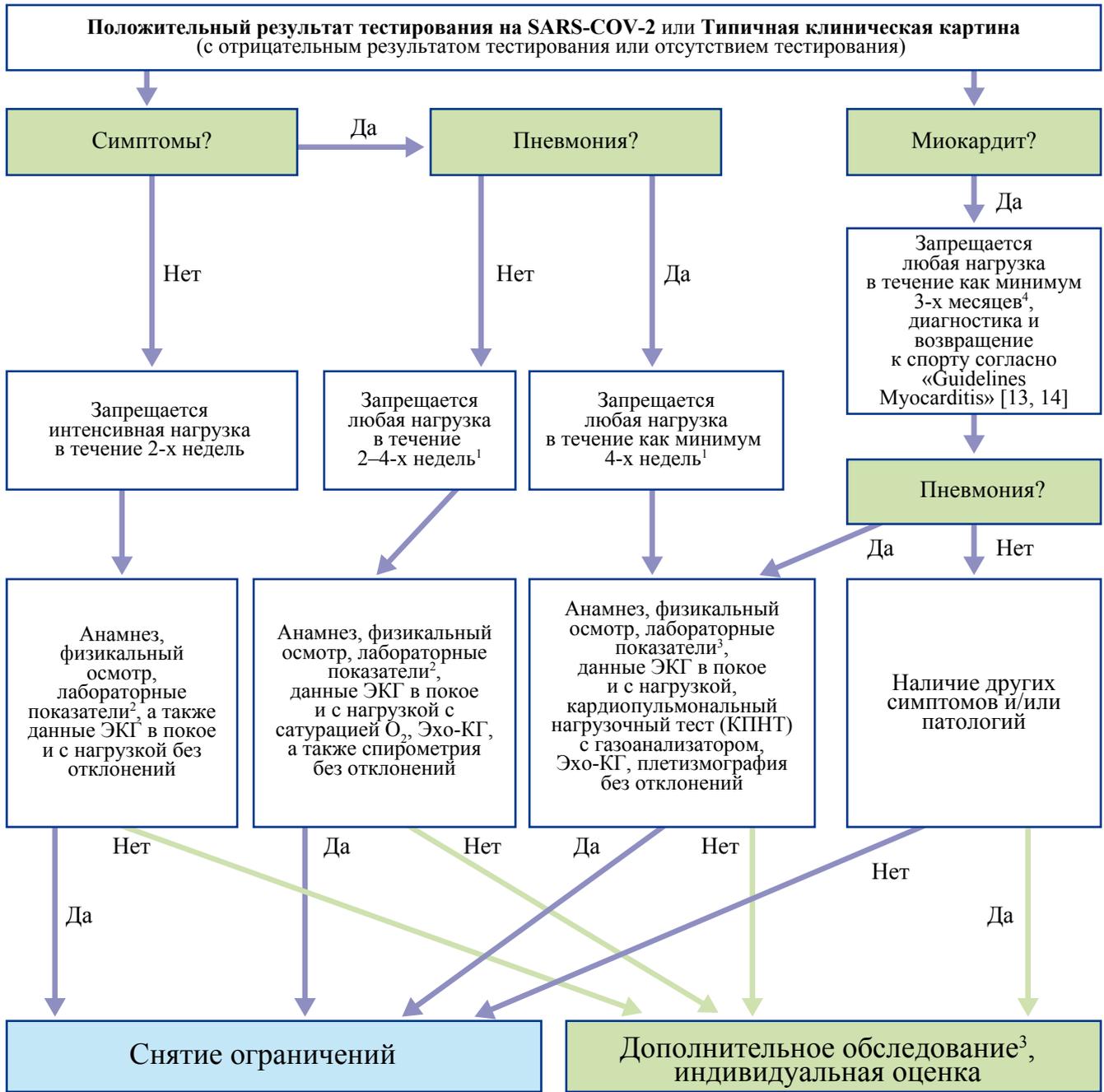


Рис. 1. Алгоритм принятия решения по возвращению к нагрузкам [11]

¹ Сроки запрета нагрузки основаны на тщательно собранном анамнезе, изменениях в других органах, индивидуальном течении заболевания и/или степени инвазивности терапии.

² Объем лабораторной диагностики определяется индивидуальным случаем (см. текст).

³ Необходима консультация со специалистами (невролог, пульмонолог и т.д.).

⁴ Для возвращения спортсмена к нагрузкам после перенесенного миокардита необходимо выполнение следующих критериев: нормализация систолической функции сердца (Эхо-КГ без отклонений), нормальные значения сывороточных маркеров крови (для исключения повреждения миокарда, воспаления, сердечной недостаточности), отсутствие клинически значимых аритмий [21, 22] в отдаленном периоде и при стресс-ЭКГ.

* Maron B.J. и соавт., 2015, и Pelliccia A. и соавт., 2019.

Fig. 1. Decision algorithm for returning to loads [11]

¹ The terms of the load limitation are based on a carefully collected history, changes in other organs, the individual course of the disease and / or the degree of invasiveness of therapy.

² The amount of laboratory tests is determined on individual basis (See the text).

³ The specialist (neurologist, pulmonologist, etc.) consultation is required.

⁴ An athlete's return to loads following myocarditis requires heart systolic function normalization (normal EchoCG results), normal blood serum markers (to avoid myocardial injury and inflammation, and heart failure), no clinically significant arrhythmias [21, 22] in the remote period and in a stress ECG.

* Maron B.J., et al., 2015; Pelliccia A., et al., 2019.

необходимо исключить миокардит. При необходимости провести Стресс-ЭКГ, МРТ.

ЭКГ изменения, которые могут указывать на вызванное вирусом повреждение миокарда, включают:

- патологические зубцы Q;
- депрессию сегмента ST;
- инверсию зубца T;
- желудочковую и/или наджелудочковую аритмию;
- удлинение интервала QT;
- АВ-блокаду или БЛНПГ.

Группа 2. У спортсменов с легким течением COVID-19, но с появлением жалоб после перенесенного заболевания запрещается любая нагрузка в течение 2–4 недель. Сроки запрета нагрузки основываются на тщательно собранном анамнезе, дополнительных изменениях в других органах, индивидуальном течении заболевания и/или степени инвазивности терапии [11]. Для данной группы рекомендуется: сбор анамнеза, физикальный осмотр, лабораторные тесты (тест на Troponin I (hsTnI), С-реактивный белок (СРБ), трансаминазы, креатинкиназу, креатинин, мочевины [11, 17]); ЭКГ в покое и нагрузочное тестирование с измерением насыщения артериальной крови кислородом, Эхо-КГ, спирометрия. При отсутствии отклонений по данным вышеперечисленных тестов возможно снятие ограничений и возвращение к тренировочному процессу. Дополнительно целесообразно проведение нагрузочного тестирования и/или других лабораторных и/или педагогических тестирований для определения степени детренированности с целью индивидуализации возобновления в тренировочном процессе. Наиболее информативно будет сравнение результатов теста до и после болезни с разработкой индивидуальных рекомендаций по возвращению к стандартным тренировочным объемам. При выявлении отклонений целесообразно проведение дополнительных обследований в зависимости от выявленных патологий.

Группа 3. У спортсменов со среднетяжелым и тяжелым течением COVID-19 запрещается любая нагрузка в течение 4 недель. Это связано с тем, что среднетяжелое течение ассоциировано с развитием пневмонии [9]. Сроки запрета нагрузки основываются на тщательно собранном анамнезе, дополнительных изменениях в других органах, индивидуальном течении заболевания и/или регрессе проявлений заболевания [11].

Пневмония — самое частое осложнение коронавирусной инфекции [3, 4]. Типичная клиническая картина COVID-19 начальных проявлений пневмонии в первые дни заболевания: уплотнение субплевральных участков по типу «матового стекла» с консолидацией или без нее, утолщение перегородок (симптом «булыжной мостовой») или без этого; сочетание участков «матового стекла» и консолидации с симптомом «обратного ореола» и других признаков организующейся пневмонии; расположение изменений двухстороннее, преимущественно периферическое [9]. Фиброз легких — одно из описываемых последствий COVID-19-пневмонии [10].

Для спортсменов высокой квалификации дыхательная система играет ключевую роль в обеспечении организма (мышц) кислородом при повышении запросов во время профессиональной деятельности. У элитных спортсменов легочная система может стать ограничивающим фактором при выполнении упражнений любой интенсивности как на уровне моря, так и в условиях с пониженным содержанием кислорода (соревнования в среднегорье). Вследствие даже небольших структурных повреждений легких и снижения эффективности газообмена возможно негативное влияние на работоспособность. Дополнительным отягчающим фактором может стать наличие сопутствующих заболеваний легких (бронхиальная астма, астма физического напряжения и другие).

Поэтому после перенесенного COVID-19 с сопутствующей пневмонией целесообразно провести тщательное обследование: сбор анамнеза, в том числе с акцентом на эпидемиологический анамнез, физикальный осмотр, лабораторные анализы в зависимости от клинической картины и предыдущих результатов (тест на Troponin I (hsTnI), натрийуретический пептид, С-реактивный белок (СРБ), ферритин, трансаминазы, креатинкиназа, креатинин, мочевина, D-димер, ИЛ-6, прокальцитонин (ПКТ) [11, 17]. ЭКГ в покое, измерение функции внешнего дыхания (ФЖЕЛ, ЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ЖЕЛ, МОС 25, 50, 75, исследование диффузионной способности легких), кардиопульмональный нагрузочный тест с газоанализом с измерением насыщения артериальной крови кислородом, Эхо-КГ, магнитно-резонансная томография сердца (при необходимости). При отсутствии отклонений по данным вышеперечисленных тестов возможно снятие ограничений и возвращение к тренировочному процессу, а при выявлении отклонений — проведение дополнительных обследований в зависимости от выявленных патологий.

Группа 4. Спортсмены с перенесенным миокардитом, обусловленным COVID-19 (независимо от степени тяжести). Им запрещается любая нагрузка в течение 6 месяцев (по данным других авторов, в других странах как минимум 3 месяца). Для возвращения спортсмена к нагрузкам после перенесенного миокардита необходима нормализация систолической функции сердца (Эхо-КГ без отклонений), нормальные значения сывороточных маркеров крови (для исключения повреждения миокарда, воспаления, сердечной недостаточности), отсутствие клинически значимых аритмий в отдаленном периоде и при нагрузочном тестировании [21, 22]. При перенесенной пневмонии в данной группе рекомендуется в дополнение к кардиологическим тестам провести кардиопульмональный нагрузочный тест с газоанализом с измерением насыщения артериальной крови кислородом, оценку функции внешнего дыхания. При отсутствии отклонений по данным вышеперечисленных тестов возможно снятие ограничений и возвращение к тренировочному процессу, а при выявлении

других симптомов или патологий целесообразно проведение дополнительных обследований.

Дополнительные сопутствующие осложнения заболевания могут быть выявлены в результате углубленного медицинского обследования. Так, помимо кардиореспираторных осложнений описаны такие последствия, как снижение когнитивных функций, ухудшение координации движений, дезориентация в пространстве, у 15 % пациентов присутствуют признаки микроинсультов (по данным МРТ) [18]. По данным Sunetal, 43 % пациентов жаловались на боль в мышцах [19]. Описано продолжительное снижение работоспособности после перенесенного COVID-19 как отражение синдрома поствирусной астении [20].

Таким образом, в связи с возможными осложнениями перенесенного COVID-19 на дыхательную и сердечно-сосудистую системы, а также других осложнений

Вклад авторов:

Зеленкова Ирина Евгеньевна, Ильин Данил Сергеевич — проведение литературного обзора, написание статьи, редактирование.

Бадтиева Виктория Асланбековна — формирование идеи статьи, научное редактирование.

Список литературы

1. ECDC. Communicable disease threats report, 9–15 February 2020, week 7 [Internet]. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-15-Feb-2020-PUBLIC.pdf> [accessed 2020 February 17].
2. World Health Organization (WHO). Guidance for managing ethical issues in infectious disease outbreaks [Internet]. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250580>
3. World Health Organization (WHO). Report of the who-china joint mission on coronavirusdisease 2019 (COVID-19) [Internet]. 16–24 February 2020. Available at: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
4. **Chaolin H., Yeming W., Xingwang L., Lili R., Jianping Z., Yi H., et al.** Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497–506. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30183-5)
5. У гонщиков российской велокоманды «Газпром-РусВело» Дмитрия Страхова и Игоря Боева был диагностирован коронавирус [Интернет]. *Interfax.ru*; 2020 март 10. — Режим доступа: <https://www.sport-interfax.ru/698400>
6. **Blanchette R.** Serie a's sampdoria announces 4 more players, team doctor have the coronavirus [Internet]. 2020 March 13. Available at: <https://bleacherreport.com/articles/2880771-serie-as-sampdoria-announces-4-more-players-team-doctor-have-the-coronavirus>
7. **Corsini A., Bisciotti G.N., Eirale C., Volpi P.** Football cannot restart soon during the COVID-19 emergency! A critical perspective from the Italian experience and a call for action. *Br J Sports Med.* 2020; 0:1–2. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102306>
8. **Fei Z., Ting Y., Ronghui D., Guohui F., Ying L., Zhibo L., et al.** Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10229):1054–1062. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30566-3)

перед возвращением в спорт целесообразно проведение комплексного медицинского обследования [11, 21]. Его объем и степень будут варьироваться в зависимости от тяжести течения заболевания, данных анамнеза, сопутствующих жалоб и симптомов, а также результатов тестов при углубленном медицинском обследовании (рис. 1). Вместе с тем специфичность выявленных изменений у лиц, занимающихся спортом и перенесших COVID-19, пока не определена, как и непонятно, насколько выявленные изменения будут отличаться от изменений, выявляемых после других перенесенных инфекций.

После накопления большего массива данных в перспективе должны быть разработаны подробные рекомендации по скринингу и возвращению в спорт для каждой из категорий пациентов (по степени тяжести перенесенной инфекции, наличию тех или иных остаточных явлений и осложнений).

Authors' contributions:

Irina E. Zelenkova, Danil S. Ilyin — providing a literature review, writing an article, editing.

Victoria A. Badtieva — formation of the idea of an article, scientific editing.

References

1. ECDC. Communicable disease threats report, 9–15 February 2020, week 7 [Internet]. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-15-Feb-2020-PUBLIC.pdf> [accessed 2020 February 17].
2. World Health Organization (WHO). Guidance for managing ethical issues in infectious disease outbreaks [Internet]. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250580>.
3. World Health Organization (WHO). Report of the who-china joint mission on coronavirusdisease 2019 (COVID-19) [Internet]. 16–24 February 2020. Available from: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
4. **Chaolin H., Yeming W., Xingwang L., Lili R., Jianping Z., Yi H., et al.** Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497–506. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30183-5)
5. Cyclists of Russian team «Gazprom-RusVelo» Dmitry Strakhov and Igor Boyev were diagnosed with coronavirus [Internet]. *Interfax.ru*. 2020 March 10. Available at: <https://www.sport-interfax.ru/698400> (In Russ.).
6. **Blanchette R.** Serie a's sampdoria announces 4 more players, team doctor have the coronavirus [Internet]. 2020 March 13. Available at: <https://bleacherreport.com/articles/2880771-serie-as-sampdoria-announces-4-more-players-team-doctor-have-the-coronavirus>
7. **Corsini A., Bisciotti G.N., Eirale C., Volpi P.** Football cannot restart soon during the COVID-19 emergency! A critical perspective from the Italian experience and a call for action. *Br J Sports Med.* 2020; 0:1–2. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102306>
8. **Fei Z., Ting Y., Ronghui D., Guohui F., Ying L., Zhibo L., et al.** Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10229):1054–1062. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30566-3)

9. Министерство здравоохранения РФ. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 6 (28 апреля 2020) [Интернет]. Режим доступа: https://static-1.rosminzdrav.ru/system/attachments/attachments/000/050/122/original/28042020_%D0%9CR_COVID-19_v6.pdf

10. Hui D., Xin Z., Jianguo X., Tao Z., Yalei S., Renjun H., et al. High-resolution chest ct features and clinical characteristics of patients infected with COVID-19 in jiangsu, China. *Int J Infect Dis.* 2020;95:106–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.04.003>

11. Nieß A.M., Bloch W., Friedmann-Bette B., Grim C., Halle M., Hirschmüller A., et al. Position stand: return to sport in the current Coronavirus pandemic (SARS-CoV-2 / COVID-19). *Deutsch Z Sportmed.* 2020;71(5):1–4. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2020.437>

12. In-Cheol K., Jin Y.K., Hyun A.K., Seongwook H. COVID-19-related myocarditis in a 21-year-old female patient. *European Heart Journal.* 2020;41(19):1859. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa288>

13. Inciardi R.M., Lupi L., Zaccone G., Italia L., Raffo M., Tomasoni D., et al. Cardiac involvement in a patient with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiology.* 2020; 5(7):819–824. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1096>

14. Tao G., Yongzhen F., Ming C., Xiaoyan W., Lin Z., Tao H., et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiology.* 2020; 5(7):811–818. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1017>

15. Shaobo S., Mu Q., Bo S., Yuli C., Tao L., Fan Y., et al. Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in wuhan, China. *JAMA Cardiology.* 2020;5(7):802–810. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.0950>

16. Madjid M., Safavi-Naeini P., Solomon S.D., Vardeny O. Potential effects of coronaviruses on the cardiovascular system: a review. *JAMA Cardiology.* 2020;5(7):831–840. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1286>

17. Valtonen M., Waris M., Vuorinen T., Eerola E., Hakanen A.J., Mjosund K, et al. Common cold in Team Finland during 2018 Winter Olympic Games (PyeongChang): Epidemiology, diagnosis including molecular point-of-care testing (POCT) and treatment. *British Journal of Sports Medicine.* 2019;53(17):1093–1098. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100487>

18. Tsai L.K., Hsieh S.T., Chang Y.C. Neurological manifestations in severe acute respiratory syndrome. *Acta Neurol Taiwan.* 2005;14(3):113–119.

19. Sun P., Qie S., Liu Z., Ren J., Li K., Xi Y. Clinical characteristics of hospitalized patients with SARS-CoV-2 infection: A single arm meta-analysis. *J Med Virol.* 2020;92(6):612–617. <https://doi.org/10.1002/jmv.25735>

20. Wang X., Liu W., Zhao J., Lu Y., Wang X., Yu C., et al. Clinical characteristics of 80 hospitalized frontline medical workers infected with COVID-19 in Wuhan, China. *J Hosp Infect.* 2020;105(3):399–403. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.04.019>

21. Maron B.J., Udelson J.E., Bonow R.O., Nishimura R.A., Ackerman M.J., Estes N.A.M., et al. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: task force 3: hypertrophic cardiomyopathy, arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and other cardiomyopathies, and myocarditis: a scientific statement from the american heart association and american college of cardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(21):2362–2372. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.09.035>

22. Pelliccia A., Solberg E.E., Papadakis M., Adami P.E., Biffi A., Caselli S., et al. Recommendations for participation in competitive and leisure time sport in athletes with cardiomyopa-

9. Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary guidelines for the diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Volume 6 (2020 April 28) [Internet]. Available at: https://static-1.rosminzdrav.ru/system/attachments/attachments/000/050/122/original/28042020_%D0%9CR_COVID-19_v6.pdf (In Russ).

10. Hui D., Xin Z., Jianguo X., Tao Z., Yalei S., Renjun H., et al. High-resolution chest ct features and clinical characteristics of patients infected with COVID-19 in jiangsu, China. *Int J Infect Dis.* 2020;95:106–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.04.003>

11. Nieß A.M., Bloch W., Friedmann-Bette B., Grim C., Halle M., Hirschmüller A., et al. Position stand: return to sport in the current Coronavirus pandemic (SARS-CoV-2 / COVID-19). *Deutsch Z Sportmed.* 2020;71(5):1–4. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2020.437>

12. In-Cheol K., Jin Y.K., Hyun A.K., Seongwook H. COVID-19-related myocarditis in a 21-year-old female patient. *European Heart Journal.* 2020;41(19):1859. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa288>

13. Inciardi R.M., Lupi L., Zaccone G., Italia L., Raffo M., Tomasoni D., et al. Cardiac involvement in a patient with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiology.* 2020; 5(7):819–824. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1096>

14. Tao G., Yongzhen F., Ming C., Xiaoyan W., Lin Z., Tao H., et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiology.* 2020; 5(7):811–818. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1017>

15. Shaobo S., Mu Q., Bo S., Yuli C., Tao L., Fan Y., et al. Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in wuhan, China. *JAMA Cardiology.* 2020;5(7):802–810. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.0950>

16. Madjid M., Safavi-Naeini P., Solomon S.D., Vardeny O. Potential effects of coronaviruses on the cardiovascular system: a review. *JAMA Cardiology.* 2020;5(7):831–840. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1286>

17. Valtonen M., Waris M., Vuorinen T., Eerola E., Hakanen A.J., Mjosund K, et al. Common cold in Team Finland during 2018 Winter Olympic Games (PyeongChang): Epidemiology, diagnosis including molecular point-of-care testing (POCT) and treatment. *British Journal of Sports Medicine.* 2019;53(17):1093–1098. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100487>

18. Tsai L.K., Hsieh S.T., Chang Y.C. Neurological manifestations in severe acute respiratory syndrome. *Acta Neurol Taiwan.* 2005;14(3):113–119.

19. Sun P., Qie S., Liu Z., Ren J., Li K., Xi Y. Clinical characteristics of hospitalized patients with SARS-CoV-2 infection: A single arm meta-analysis. *J Med Virol.* 2020;92(6):612–617. <https://doi.org/10.1002/jmv.25735>

20. Wang X., Liu W., Zhao J., Lu Y., Wang X., Yu C., et al. Clinical characteristics of 80 hospitalized frontline medical workers infected with COVID-19 in Wuhan, China. *J Hosp Infect.* 2020;105(3):399–403. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.04.019>

21. Maron B.J., Udelson J.E., Bonow R.O., Nishimura R.A., Ackerman M.J., Estes N.A.M., et al. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: task force 3: hypertrophic cardiomyopathy, arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and other cardiomyopathies, and myocarditis: a scientific statement from the american heart association and american college of cardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(21):2362–2372. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.09.035>

22. Pelliccia A., Solberg E.E., Papadakis M., Adami P.E., Biffi A., Caselli S., et al. Recommendations for participation in competitive and leisure time sport in athletes with cardiomyopa-

thies, myocarditis, and pericarditis: position statement of the Sport Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J.* 2019;40(1):19–33. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy730>

thies, myocarditis, and pericarditis: position statement of the Sport Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J.* 2019;40(1):19–33. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy730>

Дисклеймер: Текст представляет собой обзор информации, которая является общедоступной. Авторы рекомендаций не несут ответственности за оценку и/или ранжирование научных доказательств представленных данных. Человек должен следовать рекомендациям местных уполномоченных органов и лечащего врача(ей).

Disclaimer: The text is an overview of information that is publicly available. The authors are not responsible for the evaluation and / or ranging of the evidence of the data presented. One should follow the recommendations of the local authorized authorities and the attending physician(s).

Информация об авторах:

Зеленкова Ирина Евгеньевна*, к.м.н., научный сотрудник лаборатории спортивной физиологии Сарагосского университета (Испания), 50009, Испания, Сарагоса, Calle de Pedro Cerbuna, 12; ассистент кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 115551, Россия, Москва, ул. Домодедовская, 11, корпус 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2166-6704> (+7 (916) 774-03-93, iz@i1.ru)

Ильин Данил Сергеевич, студент факультета педиатрии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 119435, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7951-3607>

Бадтиева Виктория Асланбековна, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заведующая филиалом № 1 (клиника спортивной медицины) ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», 105120, Россия, Москва, ул. Земляной Вал, 53, стр. 1; профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 115551, Россия, Москва, ул. Домодедовская, 11, корпус 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X>

Information about the authors:

Irina E. Zelenkova*, M.D., Ph.D. (Medicine), researcher of the Laboratory of Sports Physiology of the University of Zaragoza (Spain), 12, Zaragoza, Calle de Pedro Cerbuna, 50009, Spain; Assistant Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 11, build. 2, Domodedovskaya str., Moscow, 115551, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2166-6704> (+7 (916) 774-03-93, iz@i1.ru)

Danil S. Ilyin, Student of the Faculty of pediatrics of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 2, build. 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, 119435, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7951-3607>

Victoria A. Badtieva, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of Branch No. 1 (Clinic of Sports Medicine) of Moscow, 53, build. 1, Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia; Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 11, build. 2, Domodedovskaya str., Moscow, 115551, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.67>

УДК 614.2; 378.172

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Анализ адаптационного эффекта у легкоатлетов на предсоревновательном этапе годового учебно-тренировочного макроцикла

С.В. Гудимов^{1,*}, А.Н. Шкробко¹, И.А. Осетров², В.М. Шаймарданов¹

¹ ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия

² ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет» им. К.Д. Ушинского
Министерства просвещения Российской Федерации, Ярославль, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить функциональное состояние студенток спортивного отделения университета, занимающихся легкой атлетикой, на предсоревновательном этапе годового тренировочного цикла. **Материалы и методы.** Исследование проведено на кафедре физической культуры и спорта Ярославского государственного медицинского университета. В нем приняли участие 14 студенток из секции легкой атлетики (экспериментальная группа) и 20 студенток, не занимающихся в спортивных секциях (контрольная группа). **Результаты.** Анализ полученных данных выявил фактически равные антропометрические показатели в экспериментальной и контрольной группах обследованных студенток. При математической обработке результатов функциональных проб установлены статистически значимые отличия между показателями экспериментальной и контрольной групп. Индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) группы легкой атлетики на 21 % превысил этот показатель в группе контроля. Также у легкоатлетов установлено достоверно большее (на 23 %) время задержки дыхания на вдохе. Установлено значимо меньшее время восстановления ЧСС легкоатлетов после 20 приседаний в сравнении с нетренированными. Реакция на ортостаз у спортсменок была удовлетворительной, а у студенток из контрольной группы приблизилась к неудовлетворительной. **Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне физической работоспособности и восстановительных процессов легкоатлетов на предсоревновательном этапе годового тренировочного цикла. Установлено лучшее функциональное состояние сердечно-сосудистой, дыхательной и вегетососудистой нервной систем спортсменок в сравнении с показателями студенток, не занимающихся спортом.

Ключевые слова: функциональная подготовленность, легкая атлетика, студентки

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: авторы выражают благодарность президенту Федерации легкой атлетики Ярославской области Евгению Николаевичу Хрущеву за предоставленную возможность проведения исследований на базе легкоатлетического манежа и стадиона «Шинник» в г. Ярославле.

Для цитирования: Гудимов С.В., Шкробко А.Н., Осетров И.А., Шаймарданов В.М. Анализ адаптационного эффекта у легкоатлетов на предсоревновательном этапе годового учебно-тренировочного макроцикла. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(3):67–72. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.67>

Поступила в редакцию: 7.09.2020

Принята к публикации: 20.09.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Analysis of the adaptive effect in female athletes at the pre-competition stage of the annual educational and training macrocycle

Stanislav V. Gudimov^{1,*}, Alexander N. Shkrebko¹, Igor A. Osetrov², Vadim M. Shaimardanov¹

¹ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

² K.D. Ushinky Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl, Russia

ABSTRACT

Aim: assessment of the functional state of female students of the sports department of the university involved in track and field athletics at the pre-competition stage of the annual training cycle. **Materials and methods.** The research was carried out at the Department of Physical Culture and Sports of the Yaroslavl State Medical University. It was attended by 14 students from the athletics section (experimental group) and 20 students not involved

in sports sections (control group). **Conclusions.** The analysis of the obtained data revealed practically equal anthropometric indicators in the experimental and control groups of the examined female students. During the mathematical processing of the results of functional tests, statistically significant differences were established between the indicators of the experimental and control groups of girl students. The Harvard Step test in the athletics group exceeded this indicator in the control group by 21 %. Also, in athletes, a significantly longer (by 23 %) breath holding time was found. A significantly shorter recovery time of the heart rate of female athletes after 20 squats was established, in comparison with untrained ones. The reaction to orthostasis among the athletes was satisfactory, and among the students from the control group it approached unsatisfactory. **Results.** The results obtained indicate a high level of physical performance and recovery processes of female athletes at the pre-competition stage of the annual training cycle. The best functional state of the cardiovascular, respiratory and vegetative-vascular nervous systems of female athletes was established in comparison with the indicators of female students who do not go in for sports.

Keywords: functional fitness, athletics, female students

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements: The authors express their gratitude to the President of the Athletics Federation of the Yaroslavl Region Evgeny N. Khrushchev for the opportunity to conduct research on the basis of the athletics arena and the Shinnik stadium in Yaroslavl.

For citation: Gudimov S.V., Shkrebko A.N., Osetrov I.A., Shaimardanov V.M. Analysis of the adaptive effect in female athletes at the pre-competition stage of the annual educational and training macrocycle. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):67–72 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.67>

Received: 7 September 2020

Accepted: 20 September 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Оценка функционального состояния спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта, позволяет не только оценить текущее состояние организма и выявить проявление дезадаптации или перетренированности, но и подойти к научному прогнозированию физических возможностей с целью оптимизации тренировочного процесса, что в настоящее время является ключевой задачей как массового спорта, так и спорта высших достижений [1–4]. Состояние вегетативных функций находится в непосредственной зависимости от двигательной активности. Огромное значение при этом имеет направленность тренировочного процесса, так как она определяет характер и степень морфологических и функциональных изменений в организме спортсмена, определяя степень адаптированности и тренированности организма в целом. Задача получения отклика организма на тренировочный процесс делает необходимым контроль влияния применяемых нагрузок [5–7].

Цель исследования: оценить функциональное состояние студенток спортивного отделения университета, занимающихся легкой атлетикой, на предсоревновательном этапе годового тренировочного цикла.

2. Материалы и методы

Исследование проведено в апреле 2019 года на кафедре физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России. В нем приняли участие 14 студенток 1–5-го курсов университета из секции легкой атлетики (экспериментальная группа) и 20 студенток 1-го и 3-го курсов, не занимающихся в спортивных секциях (контрольная группа). Экспериментальная группа специализировалась в спринте ($n = 10$) и средних дистанциях ($n = 4$), тренировалась 3 раза в неделю по 2 часа в течение годового учебно-тренировочного цикла. Тренировочный

процесс был направлен на преимущественное развитие быстроты, скоростной выносливости, взрывной силы. В состав экспериментальной группы вошли спортсменки различной спортивной квалификации: 1-й разряд — 2 человека, 2-й разряд — 4 человека, 3-й разряд — 6 человек, без спортивного разряда — 2 человека. Контрольная группа посещала занятия физической культурой 2 раза в неделю по 1,5 часа и занималась по рабочей программе кафедры «Общая физическая подготовка». Для оценки функционального состояния обучающихся использовались измерение их роста, массы тела, частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД), жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и функциональные пробы: определение индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ), пробы Штанге и Генчи, активный ортостаз, время (t) восстановления ЧСС после 20 приседаний. Результаты исследования обработаны с использованием t -критерия Стьюдента в приложении Statistica 6.0. Так как в отдельных оцениваемых параметрах выявлен большой разброс от среднего значения, дополнительно был применен непараметрический U -критерий Манна — Уитни.

3. Результаты и их обсуждение

Статистическая обработка полученных данных выявила фактически равные показатели возраста, роста, веса, ЧСС, САД, ДАД в экспериментальной и контрольных группах обследованных студенток (табл. 1).

Установлен достоверно больший (на 18 %) показатель ЖЕЛ легкоатлеток. В целом показатели системной гемодинамики и антропометрические данные всех обследованных девушек соответствовали норме. При анализе результатов проведенных функциональных проб установлены статистически значимые отличия между показателями экспериментальной и контрольной групп студенток (табл. 2). ИГСТ группы легкой атлетики на 21 %

Таблица 1

Антропометрические данные и показатели системной гемодинамики обследованных

Table 1

Anthropometric data and indicators of systemic hemodynamics

№ п/п	Показатель / Indicator	Экспериментальная группа / Experimental group $M \pm \sigma, n = 14$	Контрольная группа / Control group $M \pm \sigma, n = 20$	<i>p</i>
1	Возраст, лет / Age, year	20,6 ± 2,2	19,9 ± 0,8	
2	Вес, кг / Weight, kg	54,9 ± 8,3	57,7 ± 9,5	
3	Рост, см / Height, cm	163,8 ± 5,9	163,8 ± 5,8	
4	САД, мм рт. ст. / Systolic blood pressure, mm Hg	117,1 ± 12,4	116,3 ± 12,5	
5	ДАД, мм рт. ст. / Diastolic blood pressure, mm Hg	74,2 ± 7,6	69,5 ± 8,2	
6	ЧСС, уд/мин / HR, bpm	72,8 ± 11,5	67,2 ± 20,4	
7	ЖЕЛ, мл ³ / Vital Capacity, ml ³	3916,7 ± 835,4	3317,5 ± 880,1	0,05*

Примечание: * — степень достоверности различий по *U*-тесту Манна — Уитни.

Note: # — *p*-level of statistical significance to the Mann—Whitney *U* test.

Таблица 2

Функциональное состояние испытуемых

Table 2

The functional state of the subjects

№ п/п	Показатель / Indicator	Экспериментальная группа / Experimental group $M \pm \sigma, n = 14$	Контрольная группа / Control group $M \pm \sigma, n = 20$	<i>p</i>
1	Динамика ЧСС при ортостатической пробе, уд/мин / HR dynamics during orthostatic test, bpm	13,8 ± 9,3	19,1 ± 7,2	0,03*
2	Динамика ЧСС при ортоклиностатической пробе, уд/мин / HR dynamics with orthoclinostatic test, bpm	-1,2 ± 15,4	-4,2 ± 12,4	
3	Проба Штанге, с / Test Stange, s	67,2 ± 1,8	54,8 ± 9,3	0,01*
4	Проба Генча, с / Test Ghencea, sec	35,1 ± 16,6	37,6 ± 9,4	
5	ИГСТ, у.е. / The Harvard Step test, u.e.	97,4 ± 12,5	80,5 ± 14,8	0,004*
6	<i>t</i> восстановления после 20 приседаний за 30 с / <i>t</i> recovery after 20 squats in 30 sec, sec	50,5 ± 10,6	119,7 ± 29,2	0,001*

Примечание: * — степень достоверности различий по *t*-критерию Стьюдента, # — степень достоверности различий по *U*-критерию Манна — Уитни.

Note: * — *p*-level of statistical significance to the *t* test, # — *p*-level of statistical significance to the Mann—Whitney *U* test.

превысил этот показатель в группе контроля и по классификации [8] оценивался «выше среднего» (для лиц, занимающихся циклическими видами спорта), а ИГСТ группы контроля — как «хороший» (для лиц, не занимающихся спортом). Гарвардский степ-тест, достоинством которого является его доступность и методическая простота, широко используется в настоящее время с целью оценки общей физической работоспособности и, соответственно, для изучения адаптационных способностей [9, 10]. Данные литературы свидетельствуют, что особенно высокие величины индекса обнаруживают у представителей

видов спорта циклического характера, уделяющих особое внимание развитию общей и специальной выносливости. Подобный эффект долговременной адаптации был зафиксирован в нашем исследовании.

Также у легкоатлетов установлено достоверно большее (на 23 %) время задержки дыхания на вдохе. Последнее согласуется с результатами исследований, в которых выявлены большие значения пробы Штанге и положительная корреляционная взаимосвязь между показателями пробы Штанге и жизненной емкости легких у физически активных лиц [11]. Пробы с задержкой

дыхания позволяют определить скорость протекания обменных процессов, функциональные возможности дыхательного центра, дают возможность контролировать эффективность тренировочных программ [12]. Установлено значимо меньшее время восстановления ЧСС легкоатлетов после 20 приседаний, что в соответствии с [13] соответствует высокому функциональному уровню (в контрольной группе — средний уровень). Скорость восстановления ЧСС спортсменов более чем в два раза превысила этот показатель у нетренированных. При проведении ортостатической пробы в экспериментальной группе обнаружено достоверно меньшее учащение ЧСС при изменении положения тела. Реакция на ортостаз у спортсменов была удовлетворительной, а у студенток из контрольной группы приблизилась к неудовлетворительной. Ортостатическая проба — один из наиболее распространенных функциональных тестов в прикладной физиологии. Она является информативным методом выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы и механизмов ее регуляции. Переход из положения лежа в положение стоя сам по себе не представляет заметной нагрузки для практически здорового человека, а стояние в течение нескольких минут при отсутствии функциональных нарушений также не причиняет существенных неудобств. Однако если регуляторные механизмы не обладают необходимым функциональным резервом или имеется скрытая недостаточность системы кровообращения, то ортостаз оказывает на организм стрессорное воздействие [14]. Таким образом, ортостатическое тестирование можно использовать для оценки адаптационных возможностей организма, определения функциональных резервов механизмов регуляции. Ортостатическая реакция дает возможность изучить функциональные резервы

Вклад авторов:

Гудимов Станислав Владимирович — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, ответственность за целостность всех частей статьи, написание текста.

Шкробко Александр Николаевич — редактирование.

Осетров Игорь Александрович — статистическая обработка данных, редактирование.

Шаймарданов Вадим Миркасимович — сбор и обработка материала.

Список литературы

1. **Бурухин С.Ф., Горбачев М.С.** Средства гимнастики в процессе обучения студентов педагогического вуза. Ярославль: Канцлер; 2020. 260 с.
2. **Гарганеева Н.П., Таминова И.Ф., Калюжин В.В., Ворожцова И.Н., Корнева Н.В.** Влияние физических нагрузок разной направленности на показатели физической работоспособности и уровень максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов в зависимости от периода тренировочного процесса. Спортивная медицина: наука и практика. 2019;9(2):30–38. <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2019.2.30>

вегетативной регуляции путем определения активности симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы и центральных механизмов регуляции; даже при таком малом уровне воздействия на сердечно-сосудистую систему, каковым является ортостатическая проба, рассогласование регуляторных механизмов может проявляться в виде вегетативной неустойчивости. Во время перехода из положения лежа в положение стоя система регуляции кровообращения испытывает напряжение, обусловленное уменьшением центрального объема крови в результате ее оттока в нижние части тела, в основном в венозные сосуды брюшной полости и нижних конечностей. Это приводит к снижению центрального венозного давления, кровенаполнения полостей сердца и уменьшению ударного объема крови в положении стоя. Неблагоприятные последствия сниженного ударного объема компенсируются активацией симпатической нервной системы. Механизмами, лежащими в основе межсистемных корреляционных связей, могут быть как механические (объем и частота сердечного выброса как фактор колебательной активности центра масс тела и его проекции — центра давления), так и объем перемещаемых жидких сред организма [15–20].

4. Выводы

Таким образом, полученные в проведенном исследовании результаты свидетельствуют о высоком уровне физической работоспособности и восстановительных процессов легкоатлетов на предсоревновательном этапе годового тренировочного цикла. На основании проведенных проб установлено лучшее функциональное состояние сердечно-сосудистой, дыхательной и вегетососудистой нервной систем спортсменов в сравнении с показателями студенток, не занимающихся спортом.

Authors' contributions:

Stanislav V. Gudimov — study concept and design, collection and processing of data, responsibility for the integrity of all parts of the article, writing the text.

Alexander N. Shkrebko — editing.

Igor A. Osetrov — statistical data processing, editing.

Vadim M. Shaimardanov — collection and processing of data.

References

1. **Burukhin S.F., Gorbachev M.S.** Means of gymnastics in the process of teaching students of a pedagogical university. Yaroslavl: Kantsler Publ.; 2020. 260 p. (In Russ.).
2. **Garganeeva N.P., Taminova I.F., Kalyuzhin V.V., Vorozhtsova I.N., Korneva N.V.** Influence of physical loads of different orientation on indicators of physical performance and the level of maximum oxygen consumption in qualified athletes depending on the period of the training process. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports medicine: research and practice*. 2019;9(2):30–38 (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2223-2524.2019.2.30>

3. **Лысенко А.В.** Использование современных биомедицинских технологий в спорте // Олимпийская идея сегодня. Ростов-на-Дону: ЮФУ; 2016, с. 23–28.
4. **Епифанов В.А.**, ред. Спортивная медицина. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006. 336 с.
5. **Белова Е.Л., Румянцева Н.В.** Адаптация к условиям ортостатической пробы у юных спортсменов в зависимости от особенностей тренировочного процесса. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2008;(3):21–24.
6. **Гудимов С.В., Осетров И.А., Титова А.С.** Анализ показателей физического развития и физической подготовленности студентов в зависимости от формы учебно-тренировочного процесса в медицинском университете. В: Олимпийская идея сегодня. Ростов-на-Дону: ЮФУ; 2019, с. 46–51.
7. **Спасский А.А., Мягкова М.А., Левашова А.И., Кукушкин С.К., Куршев В.В., Янова Ю.В., Веселова Л. В.** Методология комплексной оценки адаптационного потенциала спортсмена к нагрузке. Спортивная медицина: наука и практика. 2019;9(3):49–61. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2019.3.49>
8. **Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков. И.А.** Тестирование в спортивной медицине. М.: ФиС; 1988. 208 с.
9. **Белоус В.А., Щеголев В.А., Щедрин Ю.Н.** Организация научных исследований по физической культуре в вузе. СПб.: СПбГУИТМО; 2005. 72 с.
10. **Воронин Р.М.** Гарвардский степ-тест в оценке функционального состояния юношей 17–18 лет. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Медицина. Фармация. 2011;16(22):182–185.
11. **Воронин Р.М.** Адаптационные возможности лиц молодого возраста по результатам пробы Штанге. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Медицина. Фармация. 2011;14(10):173–176.
12. **Буйкова О.М., Булнаева Г.И.** Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре: учебное пособие. Иркутск: ИГМУ; 2017. 23 с.
13. **Апанасенко Г.Л.** Индивидуальное здоровье: теория и практика. Валеология. 2006;(1):5–12.
14. **Мавлиев Ф.А., Назаренко А.С.** Влияние ортостатического воздействия на гемодинамические показатели и функцию равновесия у спортсменов, занимающихся борьбой. Наука и спорт: современные тенденции. 2017;16(3):47–54.
15. **Мельников А.А., Попов С.Г., Борисов А.В.** Механизмы поддержания ортостатической устойчивости у спортсменов после аэробных физических нагрузок. Известия ЮФУ. Технические науки. 2012;(9):72–77.
16. **Мельников А.А., Попов С.Г., Викулов А.Д.** Кардиогемодинамическая устойчивость к ортостатическому воздействию у спортсменов после аэробной физической нагрузки. Физиология человека. 2014;40(3):86–96. <https://doi.org/10.7868/s0131164614030102>
17. **Плетнев А.А., Быков Е.В., Зинурова Н.Г., Чипышев А.В.** Оценка переходных процессов гемодинамики спортсменов при ортопробе на основании анализа спектральных характеристик. Современные проблемы науки и образования [Интернет]. 2014;(1). Доступно на: <https://science-education.ru/article/view?id=11973>.
18. **Попов С.Г., Мельников А.А.** Корреляция реакций показателей центральной и периферической гемодинамики на титл-тестс физической работоспособностью. Ярославский педагогический вестник. 2013;3(2):80–85.
3. **Lysenko A.V.** The use of modern biomedical technologies in sports. In: Olympic idea today. Rostov-on-Don: Southern Federal University; 2016, p. 23–28. (In Russ.).
4. **Epifanov V.A.**, ed. Sports medicine. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. 336 p. (In Russ.).
5. **Belova E.L., Rumyantseva N.V.** Adaptation to the conditions of the orthostatic test in young athletes depending on the characteristics of the training process. Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta = Scientific notes of the University named after P.F. Lesgaft. 2008;(3):21–24 (In Russ.).
6. **Gudimov S.V., Osetrov I.A., Titova A.S.** Analysis of indicators of physical development and physical fitness of students, depending on the form of the educational and training process at the medical university. In: Olympic idea today. Rostov-on-Don: Southern Federal University; 2019, p. 46–51 (In Russ.).
7. **Spasskii A.A., Myagkova M.A., Levashova A.I., Kukushkin S.K., Kurshev V.V., Janova Ju.V., Veselova L.V.** Methodology of comprehensive assessment of the athlete's adaptive potential to the load. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports medicine: research and practice. 2019;9(3):49–61 (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2019.3.49>
8. **Karpman V.L., Belotserkovsky Z.B., Gudkov. I.A.** Testing in sports medicine. Moscow: FiS Publ.; 1988. 208 p. (In Russ.).
9. **Belous V.A., Shchegolev V.A., Shchedrin Yu.N.** Organization of scientific research on physical culture at the university. St. Petersburg: ITMO University; 2005. 72 p. (In Russ.).
10. **Voronin R.M.** Harvard step test in assessing the functional state of young men 17–18 years old. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Meditsina. Farmatsiya [Scientific Bulletin of the Belgorod State University. Medicine series. Pharmacy]. 2011;16(22):182–185 (In Russ.).
11. **Voronin R.M.** Adaptive capacities of young people according to the results of the Stange test. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Meditsina. Farmatsiya [Scientific Bulletin of the Belgorod State University. Medicine series. Pharmacy]. 2011;14(10):173–176 (In Russ.).
12. **Buikova O.M., Bulnaeva G.I.** Functional tests in medical and mass physical culture. Irkutsk: Irkutsk State Medical University; 2017. 23 p. (In Russ.).
13. **Apanasenko G.L.** Individual health: theory and practice. Valeologiya = Journal of Health and Life Sciences. 2006;(1):5–12 (In Russ.).
14. **Mavliev F.A., Nazarenko A.S.** Influence of orthostatic influence on hemodynamic parameters and balance function in wrestlers. Nauka i sport: sovremennye tendentsii = Science and Sport: Current Trends. 2017;16(3):47–54 (In Russ.).
15. **Melnikov A.A., Popov S.G., Borisov A.V.** Mechanisms for maintaining orthostatic stability in athletes after aerobic exercise. Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki = Izvestia SFedU. Engineering sciences. 2012;(9):72–77 (In Russ.).
16. **Melnikov A.A., Popov S.G., Vikulov A.D.** Cardiovascular resistance to orthostatic load in athletes after aerobic exercise. Human Physiology. 2014;40(3):310–318. <https://doi.org/10.7868/s0131164614030102>.
17. **Pletnev A.A., Bykov E.V., Zinurova N.G., Chipyshev A.V.** Assessment of transient processes of hemodynamics of athletes during orthopedic testing based on the analysis of spectral characteristics. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education [Internet]. 2014;(1) (In Russ.). Available at: <https://science-education.ru/article/view?id=11973>
18. **Popov S.G., Melnikov A.A.** Correlation of reactions of indicators of central and peripheral hemodynamics to the titer test

19. **Солодков А.С.** Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. М.: Терра-Спорт, Олимпия пресс; 2001. 520 с.

20. **Янов А.Ю., Прохоров А.В.** Особенности вегетативной регуляции сердечной деятельности юных спортсменов. В: Современная медицина: актуальные вопросы: Сборник статей по материалам XXXII международной научно-практической конференции. Новосибирск: СибАК. 2014;(5(31):113–120.

with physical performance. *Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik = Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2013;3(2):80–85 (In Russ.).

19. **Solodkov A.S.** Human physiology. General. Sports. Age. Moscow: Terra-Sport, Olympia press; 2001. 520 p. (In Russ.).

20. **Yanov A.Yu., Prokhorov A.V.** Features of autonomic regulation of cardiac activity in young athletes. In: *Modern medicine: topical issues. Collection of articles based on the materials of the XXXII international scientific and practical conference*. Novosibirsk: SibAK. 2014;(5(31):113–120 (In Russ.).

Информация об авторах:

Гудимов Станислав Владимирович*, к.б.н., доцент, заведующий кафедрой физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 150000, Россия, Ярославль, Революционная ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1060-920X> (+7 (961) 972-69-11, stasg2013@yandex.ru)

Шкробко Александр Николаевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 150000, Россия, Ярославль, Революционная ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0233-0768>

Осетров Игорь Александрович, к.б.н., доцент кафедры спортивных дисциплин факультета физической культуры ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского» Министерства просвещения Российской Федерации, 150000, Россия, Ярославль, Которосльская набережная, 46а. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3269-2262> SCOPUS ID: 6508148581

Шаймарданов Вадим Миркасимович, старший преподаватель кафедры физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, тренер сборной университета по легкой атлетике, 150000, Россия, Ярославль, Революционная ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8687-462X>

Information about the authors:

Stanislav V. Gudimov*, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Physical Culture and Sports of the Yaroslavl State Medical University, 5, Revolyucionnaya str., Yaroslavl, 150000, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1060-920X> (+7 (961) 972-69-11, stasg2013@yandex.ru)

Alexander N. Shkrebko, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the Yaroslavl State Medical University, 5, Revolyucionnaya str., Yaroslavl, 150000, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0233-0768>

Igor A. Osetrov, Ph.D. (Biology), Associate Professor of the Department of Sports Disciplines of the Faculty of Physical Culture of the K.D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University, 46A, Kotorosl'naya naberezhnaya, Yaroslavl, 150000, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3269-2262> SCOPUS ID: 6508148581

Vadim M. Shaimardanov, Senior Lecturer of the Department of Physical Culture and Sports of the Yaroslavl State Medical University, 5, Revolyucionnaya str., Yaroslavl, 150000, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8687-462X>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.73>

УДК 61.612.274:612.172.2

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Применение методики анализа вариабельности сердечного ритма для определения индивидуальной устойчивости к токсическому действию кислорода

А.С. Самойлов, Р.В. Никонов, В.И. Пустовойт, М.С. Ключников*

*ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна
Федерального медико-биологического агентства России», Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценка устойчивости организма спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода по показателям вариабельности сердечного ритма (ВСР). **Материалы и методы.** Обследованы 38 здоровых спортсменов-дайверов в возрасте от 23 до 32 лет. Перед сеансом гипербарической оксигенации (ГБО) обследуемому производили измерение артериального давления и пульса методом осциллометрии сидя в покое, после чего производили пятиминутную запись ВСР в покое, положении сидя. После этого двух обследуемых совместно с медицинским работником размещали сидя в барокамере, в которой создавалось абсолютное давление 0,25 МПа. Обследуемых включали на дыхание 100 % медицинским кислородом, каждые 15 минут измеряли пульс и артериальное давление и вычисляли минутный объем кровотока (МОК) по формуле Старра. При появлении тенденции на увеличение МОК, а также по истечении 75 минут дыхания кислородом испытуемых выводили из барокамеры. Непосредственно после выхода из барокамеры проводили запись ВСР испытуемых. По результатам измерения параметров гемодинамики испытуемые были разделены на 3 группы. Первая группа — неустойчивые, МОК которых стал увеличиваться в первые 45 минут ГБО, во вторую группу вошли те, МОК которых начал увеличиваться с 46 по 75 минут, к третьей группе отнесли испытуемых, МОК которых не увеличивался. **Результаты.** Анализ ВСР показал наиболее значимое достоверное увеличение ($p < 0,001$) мощности спектра VLF (мс^2) и относительной мощности VLF %, а также Alpha 2 после ГБО у обследуемых первой группы (неустойчивых) по сравнению с исходными параметрами и другими группами, что отражает активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы и надсегментарных структур мозга. Характер изменений показателей временного домена ВСР (снижение SNS index, pNN50 (%), PNS index) подтверждает наличие выраженной симпатикотонии в первой группе. **Выводы.** Определены с высокой достоверностью ($p < 0,001$) три наиболее значимых основных признака (VLF (мс^2), VLF % и Alpha 2), которые обладают умеренной отрицательной корреляционной связью ($-0,70 < r < -0,30$) с уровнем устойчивости спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода. Наблюдения за спортсменами с высокой устойчивостью показали, что для них характерны изменения гемодинамики по ваготоническому типу, тогда как для неустойчивых был характерен симпатикотонический тип регуляции. Анализ результатов продемонстрировал умеренную корреляционную связь ВСР с признаками токсического действия кислорода на организм дайверов. Анализ ВСР рекомендуется для достоверной ($p < 0,05$) диагностики индивидуальной устойчивости.

Ключевые слова: спортсмены, дайверы, водолазы, токсическое действие кислорода, вариабельность сердечного ритма (ВСР), VLF

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Самойлов А.С., Никонов Р.В., Пустовойт В.И., Ключников М.С. Применение методики анализа вариабельности сердечного ритма для определения индивидуальной устойчивости к токсическому действию кислорода. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(3):73–80. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.73>

Поступила в редакцию: 23.05.2020

Принята к публикации: 31.08.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

Using heart rate variability to determine individual resistance to the hyperbaric oxygen toxicity

Alexander S. Samoilov, Roman V. Nikonov, Vasily I. Pustovoit, Mikhail S. Kluchnikov*

*State Research Center — A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of
Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia*

ABSTRACT

Objective: assessment of the resistance of the body of athletes-divers to the hyperbaric oxygen toxicity on indicators of the heart rate variability (HRV). **Materials and methods.** The study involved 38 healthy athletes-divers aged 23 to 32 years. Before the session of hyperbaric oxygenation (HBO), the test subject was measured the blood pressure and pulse by the method of oscillometry while he was sitting at rest, after which a five-minute recording of HRV in sitting position at rest was made. After that, the two test subjects were placed together, sitting with a physician in a pressure (decompression) chamber, where an absolute pressure of 0.25 MPa was created. The test subjects were given 100 % medical oxygen to breathe, their pulse and blood pressure were measured every 15 minutes, and their cardiac output (CO) was calculated by the Starr formula. When there was an increasing tendency of the CO, and also after 75 minutes of oxygen breathing, the test subjects were taken out of the pressure chamber. Immediately after leaving the pressure chamber, the HRV of the test subjects was recorded. According to the results of measurement of hemodynamic parameters, the test subjects were divided into 3 groups. The first group — unstable, whose CO began to increase in the first 45 minutes of HBO, the second group included those whose CO began to increase from 46 to 75 minutes, the third group included test subjects whose CO did not increase. **Results.** HRV analysis showed the most significant reliable ($p < 0.001$) VLF spectrum power (ms^2) and relative VLF power (%), as well as Alpha 2 after HBO in the first group of test subjects (unstable) compared to the initial parameters and other groups, which reflects the activation of the sympathetic nervous system and suprasegmental structures of the brain. The essence of changes in the HRV time domain indicators (decrease in SNS index, pNN50 (%), PNS index) confirms the presence of pronounced sympathicotonia in the first group. **Conclusions:** the three most significant metrics (VLF (ms^2), VLF (%) and Alpha 2) were determined with high confidence ($p < 0.001$), which have a moderate negative correlation ($-0.70 < r < -0.30$) with the level of divers' resistance to the to the hyperbaric oxygen toxicity. Observations of athletes with high stability showed that they were characterized by changes in hemodynamics of the vagotonic type, while unstable ones were characterized by the sympathicotonic type of regulation. Evaluation of the results showed amoderate correlation between HRV and symptom of oxygen toxicity on divers and is recommended for a reliable ($p < 0.05$) diagnosis.

Keywords: athletes, divers, hyperbaric oxygen toxicity, heart rate variability (HRV), VLF

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Samoilov A.S., Nikonov R.V., Pustovoi V.I., Kljuchnikov M.S. Using heart rate variability to determine individual resistance to the hyperbaric oxygen toxicity. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):73–80 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.73>

Received: 23 May 2020

Accepted: 31 August 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Спортивный дайвинг приобретает все большую популярность в мире. Активно развиваются Всемирная подводная федерация и Федерация подводного спорта России. Растет количество подводных соревнований с использованием кислорода, который под повышенным давлением неблагоприятно действует на организм спортсменов-дайверов. В связи с этим возрастает актуальность определения индивидуальной устойчивости дайверов к токсическому действию кислорода, что может существенно облегчить распределение спортсменов по профилю спортивной деятельности, повысить эффективность планирования и проведения тренировочного процесса и дать возможность создания шкалы устойчивости организма дайверов к гипероксии.

На данный момент предложена методика определения индивидуальной устойчивости к токсическому действию кислорода, разработанная в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова [1]. Она основана на оценке некоторых параметров сердечно-сосудистой системы (систолическое артериальное давление, пульсовое давление, частота сердечных сокращений, ударный объем и минутный объем кровообращения [2]) во время гипербарической оксигенации (ГБО) в барокамере при абсолютном давлении газовой среды 0,25 МПа. В основе этой методики лежит спазм периферических сосудов, который объясняется активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, экономизацией деятельности сердечно-сосудистой

системы под воздействием повышенного парциального давления кислорода [3, 4]. В 2003 году были получены данные, подтверждающие снижение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы в условиях повышенного парциального давления кислорода, что было связано с особенностями организма обследуемых, направленными прежде всего на защиту от токсических внешних факторов [4–6]. Эта реакция организма расценивается как компенсаторная, но при длительном воздействии повышенного парциального давления кислорода возникает гипероксическая гипоксия, что приводит к развитию стрессовой реакции, характеризующейся увеличением частоты сердечных сокращений, увеличением ударного объема, пульсового давления, минутного объема кровообращения и, как следствие, расширением периферических сосудов с изменением тонуса вегетативной нервной системы [1, 4, 6].

Недостатком описанной методики является невысокая точность и субъективность измерений артериального давления и пульса, а увеличение минутного объема кровообращения на 1–2 % от начального значения зачастую не отражает общей тенденции и объясняется погрешностью измерений или влиянием эмоционального, термического факторов, но тем не менее формально служит основанием для остановки исследования и формирования неверных выводов.

Для увеличения достоверности и объективности определения устойчивости организма дайверов к токсическому действию кислорода необходимо определить

критерии, отражающие механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы в ответ на развитие гипероксической гипоксии при помощи анализа методом вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Цель исследования: оценка устойчивости организма спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода по показателям ВСР.

Задачи исследования: 1. Определить индивидуальную устойчивость дайверов к токсическому действию кислорода. 2. Выявить предикторы, значимо влияющие на распределение спортсменов по группам с различной устойчивостью к токсическому действию кислорода. 3. Проанализировать зависимость между изменениями активности вегетативной регуляции и тонусом сердечно-сосудистой системы в ответ на повышенное парциальное давление кислорода. 4. Определить взаимосвязь основных показателей ВСР с устойчивостью организма дайверов к гипоксической гипоксии.

2. Материалы и методы исследования

Нами обследованы 38 здоровых спортсменов-дайверов, мужчин, в возрасте от 23 до 32 лет, средний возраст — $24,4 \pm 7,6$ года. Исследование проводили между 10.00 и 14.00.

Непосредственно перед сеансом ГБО в отдельном помещении с температурой воздуха 20–22 °С обследуемому производили измерение артериального давления (АД) и пульса методом осциллометрии сидя в покое (после 1–3 минут отдыха и стабилизации пульса) при помощи автоматического тонометра A&D UA-1100 (A&D Company Ltd., Токуо, Japan), после чего производили пятиминутную запись ВСР в покое, положении сидя в соответствии с требованиями стандартов Европейского кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии [7]. Сразу после получения входных данных двух обследуемых совместно с медицинским работником размещали сидя в трехместной водолазной барокамере, в которой создавалось абсолютное давление 0,25 МПа. Обследуемых переводили на дыхание 100 % медицинским кислородом через кислородные маски, подключенные к изолированному кислородному контуру (выдох производился в окружающую среду). Медицинский работник каждые 15 минут производил измерения АД и пульса испытуемых, оценивал субъективные и объективные признаки токсического действия кислорода. Немедленно производился расчет минутного объема кровообращения (МОК). В случае появления жалоб на состояние здоровья, появления признаков на увеличение МОК, а также по истечении 75 минут дыхания кислородом испытуемых выводили из барокамеры, после чего проводили обследование методом ВСР испытуемых. По результатам измерения параметров гемодинамики испытуемые были разделены на 3 группы, где неустойчивые к токсическому действию кислорода вошли в первую группу (6 человек) — для этих спортсменов было характерно

увеличение МОК в первые сорок пять минут ГБО (один из них выражал жалобы на дискомфорт в груди). Дайверы с увеличением МОК с 46-й по 75-ю минуту вошли во вторую группу (13 человек), а спортсмены, у которых увеличение МОК в течение всего обследования не регистрировалось, были отнесены в третью группу (19 человек).

Запись производилась датчиком сердечного ритма Polar H10 (Polar Electro Oy, Finland) со смартфоном на базе операционной системы Android OS и приложения Elite HRV 4.5.1 для Android OS (Elite HRV LLC).

Анализ результатов проводили на ПЭВМ с применением программного обеспечения Kubios HRV Standard 3.2.0 (Kubios Oy, Finland), с максимальной степенью коррекции артефактов (Very strong) [8] и применением математической модели быстрого преобразования Фурье для расчета показателей частотного домена ВСР.

Вычисляли показатели временной области ВСР: парасимпатический индекс (PNS index); симпатический индекс (SNS index); среднюю длину интервала RR (Mean RR (мс)); среднюю частоту сердечных сокращений (Mean HR (удар/мин)); корень квадратный из индекса напряжения регуляторных систем по Баевскому Р.М. (Stress index) [9]; стандартное отклонение междарных интервалов (STD RR (мс)); стандартное отклонение частоты сердечных сокращений (STD HR (удар/минута)); минимальную и максимальную частоту сердечных сокращений (HR min, HR max (удар/минута)); среднеквадратичное значение различия последовательных интервалов RR (RMSSD (мс)); количество последовательных интервалов RR, которые отличаются более чем на 50 мс (NN50); процент последовательных интервалов RR, которые отличаются более чем на 50 мс (pNN50 (%)); треугольный индекс ВСР — целое от деления плотности интервальной гистограммы RR на свою высоту (RR triangular index)); базовую ширину (ширину основания) гистограммы интервала RR (TINN (мс)) [8].

В частотной области определяли пиковую частоту очень низкочастотного диапазона (VLF (Гц)); пиковую частоту низкочастотного диапазона (LF (Гц)); пиковую частоту высокочастотного диапазона (HF (Гц)); абсолютную мощность очень низкочастотного (0–0,04 Гц) диапазона (VLF (мс²)); абсолютную мощность низкочастотного (0,04–0,15 Гц) диапазона (LF (мс²)); абсолютную мощность высокочастотного (0,15–0,4 Гц) диапазона (HF (мс²)); логарифм мощности очень низкочастотного диапазона (VLF (log)); логарифм мощности низкочастотного диапазона (LF (log)); логарифм мощности высокочастотного диапазона (HF (log)); относительную мощность очень низкочастотного (0–0,04 Гц) диапазона (VLF (%)); относительную мощность низкочастотного (0,04–0,15 Гц) диапазона (LF (%)); относительную мощность высокочастотного (0,15–0,4 Гц) диапазона (HF (%)); относительную мощность низкочастотного (0,04–0,15 Гц) диапазона в нормальных единицах измерения (LF (п.у.)); относительную мощность высокочастотного

(0,15–0,4 Гц) диапазона в нормальных единицах измерения (HF (n.u.)); общую мощность спектра ВСР (Total power (мс²)); отношение мощности низкочастотного диапазона к мощности высокочастотного диапазона (LF/HF ratio) [8].

Из нелинейных показателей определяли стандартное отклонение перпендикулярной линии идентичности на графике Пуанкаре (SD1 (мс)); стандартное отклонение вдоль линии идентичности на графике Пуанкаре (SD2 (мс)); отношение SD2 к SD1 (SD2/SD1 ratio); приближенную энтропию, которая отражает регулярность и сложность временных рядов междарных интервалов (approximate entropy (ApEn)); выборочную энтропию, которая измеряет регулярность и сложность временных рядов междарных интервалов выборки (sample entropy (SampEn)); бестрендовый анализ колебаний, описывающий краткосрочные колебания (alpha 1); бестрендовый анализ колебаний, описывающий долгосрочные колебания (alpha 2) [8].

Статистическая обработка данных и графическое представление выполнены при помощи табличного редактора Excel 2016 в программе Statistica 7 for Windows

(StatSoft.Inc., Tulsa, USA), применялся многофакторный дисперсионный анализ ANOVA (one-way ANOVA) с оценкой значимости различий по LSD-критерию Фишера. Определялись различия в показателях ВСР до и после воздействия ГБО внутри групп и межгрупповые. Оценку корреляционной связи проводили с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена, так как число наблюдений было небольшим и определяемый признак носил ранговый характер, для оценки значимости коэффициента корреляции применяли *t*-критерий Стьюдента.

3. Результаты

Результаты анализа ВСР представлены в таблице 1.

Остальные показатели ВСР не продемонстрировали статистически значимых различий. Многофакторный дисперсионный анализ результатов ВСР после ГБО показал значимые (*p* < 0,001) изменения по сравнению с исходными параметрами и другими группами спортсменов-дайверов, в первой группе (неустойчивых), для которых были характерны: повышение средней абсолютной мощности спектра VLF (мс²) (рис. 1) и относительной мощности VLF % (рис. 2).

Таблица 1

Средние значения показателей ВСР спортсменов-водолазов до и после воздействия гипербарического кислорода в зависимости от устойчивости к токсическому действию кислорода

Table 1

Average values of HRV indicators of athletes-divers before and after exposure to hyperbaric oxygen, depending on the stability to hyperbaric oxygen toxicity

Состояние / Condition Показатель / Parameter	Группа I		Группа II		Группа III	
	до ГБО / before HBO	после ГБО / after HBO	до ГБО / before HBO	после ГБО / after HBO	до ГБО / before HBO	после ГБО / after HBO
VLF (мс ² /ms ²)	38,91 ± 24,00	390,17 ± 24,00**	55,13 ± 16,30	56,44 ± 16,30	72,06 ± 13,48	65,85 ± 13,48
VLF %	3,96 ± 0,64	29,21 ± 6,46**	8,26 ± 1,45	6,53 ± 1,21	7,40 ± 1,30	6,39 ± 0,66
HF log	5,22 ± 0,28	4,34 ± 0,57*	5,25 ± 0,19	5,33 ± 0,14	5,23 ± 0,15	5,24 ± 0,20
HF (n.u.)	26,73 ± 6,57	12,84 ± 5,38*	34,92 ± 4,63	33,06 ± 3,98	31,11 ± 4,41	33,11 ± 4,69
LF (n.u.)	73,17 ± 6,54	87,13 ± 5,38*	65,04 ± 4,63	66,90 ± 3,99	68,85 ± 4,42	66,85 ± 4,69
SNS index	0,82 ± 0,29	0,004 ± 0,354	1,38 ± 0,26	0,27 ± 0,16	0,39 ± 0,19	-0,169 ± 0,14*
PNS index	-0,82 ± 0,16	-0,19 ± 0,31	-0,94 ± 0,19	-0,02 ± 0,14*	-0,30 ± 0,15	0,31 ± 0,10*
pNN50 (%)	4,74 ± 1,04	4,18 ± 4,18	3,13 ± 0,76	6,62 ± 1,16*	5,86 ± 0,83	8,94 ± 0,99*
Mean HR	70,56 ± 2,41	60,47 ± 4,18*	72,25 ± 2,72	59,72 ± 1,57*	63,90 ± 2,01	56,57 ± 1,08*
Mean RR	855,47 ± 30,54	1017,02 ± 72,32*	846,93 ± 37,17	1013,45 ± 28,44*	955,04 ± 28,90	1067,60 ± 20,62*
SD1	17,35 ± 0,76	16,21 ± 1,47	15,00 ± 0,81	18,09 ± 1,03*	18,30 ± 0,74	20,40 ± 0,92*
SD2	45,80 ± 6,24	49,20 ± 2,37*	35,95 ± 1,73	35,56 ± 1,88	39,66 ± 1,81	39,49 ± 2,50
Alpha 1	1,26 ± 0,10	1,36 ± 0,07	1,23 ± 0,05	1,12 ± 0,06*	1,14 ± 0,05	1,08 ± 0,06*
Alpha 2	0,28 ± 0,03	0,47 ± 0,03**	0,35 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,25 ± 0,01
SampEn	1,31 ± 0,18	1,05 ± 0,16*	1,39 ± 0,09	1,50 ± 0,12	1,53 ± 0,07	1,52 ± 0,08

Примечание: * — значимость *p* < 0,05; ** — значимость *p* < 0,001.

Note: * — significance *p* < 0.05; ** — significance *p* < 0.001.

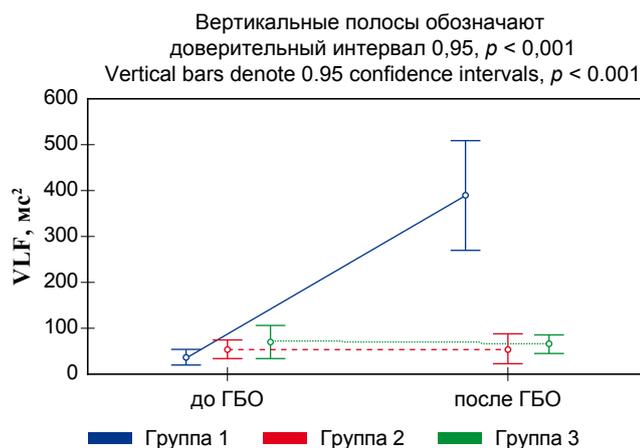


Рис. 1. Значимость внутригрупповых и межгрупповых различий значений VLF (ms^2). По оси Y — групповые значения до ГБО (1) и после ГБО (3), по оси X — мощность спектра VLF (ms^2)

Fig. 1. Significance levels of intra-group and inter-group differences in VLF (ms^2). Y-axis — group values before HBO (1) and after HBO (3), X-axis — VLF spectrum power (ms^2)

С целью изучения связи значений показателей BCP и устойчивостью к токсическому действию кислорода была установлена умеренная корреляция ($p < 0,05$; $-0,70 < r < -0,30$) между значениями VLF (ms^2), VLF % и устойчивостью к токсическому действию кислорода.

Выходные средние значения мощности LF (ms^2) были выше у представителей первой группы, а HF log, HF n.u. ниже, нежели в других группах, при этом различия значений показателей во второй и третьей группах незначимы.

SNS index показал общий тренд на снижение, а PNS index — на увеличение во всех группах, при этом во второй и третьей группе различия показателя до и после воздействия ГБО были значимы (табл. 1).

Значения показателя рNN50 (%) после воздействия ГБО снижались, но только во второй и третьей группе значимо, по сравнению с исходными данными, также значимо различаются выходные результаты первой и третьей групп.

Средняя частота сердечных сокращений Mean HR под воздействием гипербарического кислорода достоверно снижалась, а среднее значение междударного интервала Mean RR достоверно увеличивалось внутри всех групп, межгрупповые различия незначимы (табл. 1).

Показатели нелинейного анализа SD1, Alpha1 после ГБО значимо не изменились в первой группе, но SD1 увеличился и Alpha 1 снизился во второй и третьей. Значения показателей SD2, Alpha 2 достоверно выросли в первой группе и не изменились во второй и третьей группах. Наиболее значимые различия выходных параметров демонстрирует SampEn — снижение на 20 % в первой при незначимой динамике в других группах (табл. 1). Все выходные показатели первой группы значимо отличались от показателей второй и третьей групп.

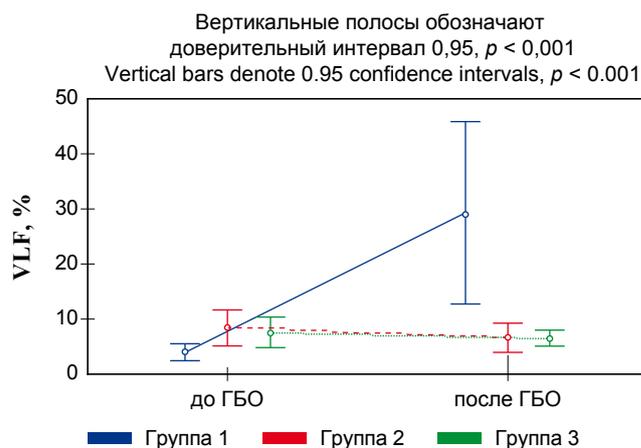


Рис. 2. Значимость внутригрупповых и межгрупповых различий значений VLF %. По оси Y — групповые значения до ГБО (1) и после ГБО (3), по оси X — относительная мощность спектра VLF %

Fig. 2. Significance levels of intra-group and inter-group differences in VLF % values. Y-axis — group values before HBO (1) and after HBO (3), X-axis — VLF % spectrum power

4. Обсуждение результатов

В настоящее время считается, что мощность диапазона VLF обусловлена работой гуморальных механизмов регуляции [10] и отражает энергодефицитные состояния [9, 11], что характерно для гипероксической гипоксии. Свой вклад в мощность VLF делают парасимпатическая и симпатическая нервнe системы (психоэмоциональное напряжение, физическая активность) [10]. Доминирование VLF диапазона в общем спектре свидетельствует о нарушении механизмов барорецепторной регуляции, которое проявляется в лабильности артериального давления, что, вероятно, отражает изменение тонуса сосудов при декомпенсации гипероксической гипоксии [12]. Кроме того, есть основания полагать, что диапазон VLF генерируется активностью надсегментарных эрготропных структур [9, 11, 12], которые рассматриваются в качестве триггерных зон — источников тонико-клонических приступов при гипероксии [4], и демонстрирует функциональное состояние головного мозга при органической или психогенной патологии [11, 12]. Повышение абсолютной мощности VLF было описано в межиктальном [13], иктальном [14] и постиктальном [15] периоде у больных эпилепсией, а также у людей, страдающих пароксизмальными вегетативными расстройствами, непосредственно перед приступом и во время него [12]. Помимо этого, метод анализа вариабельности сердечного ритма применяется для предсказания и профилактики эпилептических приступов [16, 17]. Необходимо отметить характерное состояние вегетативного баланса испытуемых первой группы, отражающееся в изменении соотношений мощностей в различных диапазонах спектра: $VLF > LF > HF$, в отличие от нормального ($LF > HF > VLF$), трактуемое как симпатикотония с вовлечением надсегментарных структур [12, 13].

Увеличение мощности LF (mc^2) и снижение HF log, HF p.u. после ГБО у испытуемых первой группы по сравнению с другими группами указывает на повышение тонуса симпатической нервной системы, в отличие от представителей третьей и второй групп [10].

Учитывая данные авторов, есть основание предположить, что повышение абсолютной и относительной мощности VLF, изменение соотношений компонентов спектральной мощности является показателем активации зон головного мозга, ответственных за генез судорожного приступа вследствие гипербарической кислородной интоксикации и доминирования симпатических и надсегментарных регуляторных влияний в ответ на развитие гипероксической гипоксии.

Результаты нелинейного анализа, коррелирующие с частотными показателями [10], демонстрируют сходные с выявленными выше закономерностями. Выходные значения SD1 наиболее различаются в первой и третьей группах, что также характерно для LF (mc^2). Показатель Alpha 2 после ГБО в первой группе значимо различается с аналогичным в других группах, подобно VLF (mc^2), VLF % и обусловлен, вероятно, изменением тонуса сосудов вследствие эфферентных симпатических влияний.

Характер изменений показателей временного домена BCP (снижение SNS index, pNN50 (%), PNS index) подтверждает наличие выраженной симпатикотонии в первой группе. Уменьшение pNN50 (%), Mean HR и увеличение Mean RR, по мнению авторов, произошло в результате хроноконцентрационного действия гипербарического кислорода, а различия между первой группой и третьей объясняются тем, что в этих группах более

всего различалось время воздействия ГБО. Спортсмены-водолазы первой группы испытали гипероксическую гипоксию после минимальной экспозиции гипербарического кислорода, представители третьей группы были выведены из барокамеры в состоянии выраженной ваготонии, а во второй группе декомпенсация начала развиваться после более длительной, в сравнении с первой группой, оксигенации и близкой по длительности с такой у испытуемых третьей группы [4, 6, 10].

5. Выводы

1. Определена индивидуальная устойчивость к токсическому действию кислорода, на основании полученных результатов испытуемые разделены на группы устойчивых и неустойчивых.

2. Определены с высокой достоверностью три наиболее значимых ($p < 0,001$) основных признака (VLF (mc^2), VLF % и Alpha 2), которые обладают умеренной отрицательной корреляционной связью ($-0,70 < r < -0,30$) с уровнями устойчивости спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода.

3. Наблюдения за спортсменами с высокой устойчивостью к токсическому действию кислорода показали, что для них характерны изменения гемодинамики по ваготоническому типу, тогда как для неустойчивых был характерен симпатикотонический тип регуляции.

4. Анализ результатов продемонстрировал умеренную корреляционную связь BCP с признаками токсического действия кислорода на организм дайверов. Метод анализа BCP рекомендуется для достоверной ($p < 0,05$) диагностики устойчивости организма спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода.

Вклад авторов:

Самойлов Александр Сергеевич — редактирование.

Никонов Роман Владимирович — сбор и обработка материала, написание текста.

Пустовойт Василий Игоревич — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание текста.

Ключников Михаил Сергеевич — редактирование.

Authors' contributions:

Alexander S. Samoilov — editing.

Roman V. Nikonov — collection and processing of material, writing the text.

Vasily I. Pustovoyt — concept and design of the study, statistical processing, writing the text.

Mikhail S. Kljuchnikov — editing.

Список литературы

1. Шитов А.Ю., Кулешов В.И., Makeev B.L. Способ определения степени устойчивости человека к гипероксической гипоксии. Патент RU2 417 788C1. 03.11.2009.
2. Бобров Ю.М., Кулешов В. И., Мясников А.А. Сохранение и повышение военно-профессиональной работоспособности специалистов флота в процессе учебно-боевой деятельности и в экстремальных ситуациях. СПб.: ВМедА; 2015. 203 с.
3. Hirayanagi K., Nakabayashi K., Okonogi K., Ohiwa H. Autonomic nervous activity and stress hormones induced by hyperbaric saturation diving. Undersea Hyperb Med. 2003;30(1):47–55.
4. Ciarlone G. E., Hinojo C. M., Stavitzski N. M., Dean J.B. CNS function and dysfunction during exposure to hyperbaric oxygen in operational and clinical settings. Redox Biol. 2019;(27):101159. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101159>

References

1. Shitov A.Yu., Kuleshov V.I., Makeev B.L. Method for determining the degree of human resistance to hyperoxic hypoxia. Patent RU 2 417 788 C1. 2009 Nov. 3 (In Russ.).
2. Bobrov Yu.M., Kuleshov V.I., Myasnikov A.A. Preservation and improvement of military-professional efficiency of fleet specialists in the process of training and combat activities and in extreme situations. Saint Petersburg: VMedA; 2015. 203 p. (In Russ.).
3. Hirayanagi K., Nakabayashi K., Okonogi K., Ohiwa H. Autonomic nervous activity and stress hormones induced by hyperbaric saturation diving. Undersea Hyperb Med. 2003;30(1):47–55.
4. Ciarlone G. E., Hinojo C. M., Stavitzski N. M., Dean J.B. CNS function and dysfunction during exposure to hyperbaric oxygen in operational and clinical settings. Redox Biol. 2019;(27):101159. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101159>

5. Yamazaki F, Wada F, Nagaya K, Torii R., Endo Y., Saga-wa S., et al. Autonomic mechanisms of bradycardia during nitrox exposure at 3 atmospheres absolute in humans. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74(6):643–648.
6. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М.: Слово; 2015. 608 с.
7. Sassi R., Cerutti S., Lombardi F, Malik M., Huikuri H.V., Peng C. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Europace.* 2015;(17):1341–1353. <https://doi.org/10.1093/europace/euv015>
8. Tarvainen M.P., Lipponen J., Niskanen J.P., Ranta-Aho P. Kubios HRV Version 3.3 — User's Guide. Kuopio: University of Eastern Finland; 2019. 40 p.
9. Baevskiy R.M., Chernikova A.G. Analysis of heart rate variability: physiological bases and main methods of conducting. *Cardiometry.* 2017;(10):66–76. <https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.6676>
10. Shaffer F, Ginsberg J.P. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health.* 2017; 5:258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
11. Флейшман А.Н., Кораблина Т.В., Петровский С.А., Мартынов И.Д. Сложная структура и нелинейное поведение very low frequency variability ритма сердца: модели анализа и практические приложения. *Известия ВУЗ. Прикладная нелинейная динамика.* 2014;22(1):55–70. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2014-22-1-55-70>
12. Хаспекова Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга [диссертация]. М.; 1996. 236 с.
13. Сосиновская Е.В., Черкасов Н.С., Цоцонава Ж.М., Полухина А.Л. Спектральные параметры вариативности сердечного ритма в оценке сердечной деятельности детей, страдающих эпилепсией. *Астраханский медицинский журнал.* 2014;(1):78–83.
14. Yun-LiYu, Na-NaLi, Meng-TingShi, Hong-Juan Lu. Analysis of heart rate variability-related indexes in the interictal period in patients with focal epilepsy. *Life Sciences.* 2018;209:403–408. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.08.033>
15. Van der Kruijs S.J., Vonck K.E., Langereis G.R., Feijs L.M., Bodde N.M., Lazeron R.H., et al. Autonomic nervous system functioning associated with psychogenic nonepileptic seizures: Analysis of heart rate variability. *Epilepsy Behav.* 2016;54:14–19. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2015.10.014>
16. Velez M., Fisher R.S., Bartlett V., Le S. Tracking generalized tonic-clonic seizures with a wrist accelerometer linked to an online database. *Seizure.* 2016;39:13–18. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2016.04.009>
17. Van de Vel A., Cuppens K., Bonroy B., Milosevic M., Jansen K., Van Huffel S., et al. Non-EEG seizure detection systems and potential SUDEP prevention: State of the art. *Seizure.* 2016;41:141–153. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2013.02.012>
5. Yamazaki F, Wada F, Nagaya K, Torii R., Endo Y., Saga-wa S., et al. Autonomic mechanisms of bradycardia during nitrox exposure at 3 atmospheres absolute in humans. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74(6):643–648.
6. Smolin V.V., Sokolov G.M., Pavlov B.N. Diving slopes and their medical supervision. Moscow: Slovo Publ.; 2015. 608 p. (In Russ.).
7. Sassi R., Cerutti S., Lombardi F, Malik M., Huikuri H.V., Peng C. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Europace.* 2015;(17):1341–1353. <https://doi.org/10.1093/europace/euv015>
8. Tarvainen M.P., Lipponen J., Niskanen J.P., Ranta-Aho P. Kubios HRV Version 3.3 — User's Guide. Kuopio: University of Eastern Finland; 2019. 40 p.
9. Baevskiy R.M., Chernikova A.G. Analysis of heart rate variability: physiological bases and main methods of conducting. *Cardiometry.* 2017;(10): 66–76. <https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676>
10. Shaffer F, Ginsberg J.P. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health.* 2017;5:258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
11. Fleishman A.N., Korablina T.V., Petrovskiy S.A., Martynov I.D. Complex structure and nonlinear behavior of very low frequency heart rate variability: analysis models and practical applications. *Izvestiya VUZ. Prikladnaya nelineinaya dinamika = Applied nonlinear dynamics. Izvestiya VUZ.* 2014; 22(1): 55–70 (In Russ.). <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2014-22-1-55-70>
12. Khaspekova N B. Regulyatsiya variativnosti ritma serdtsa u zdorovykh i bol'nykh s psikhogennoy i organicheskoy patologiyey mozga [dissertation]. Moscow; 1996. 236 p. (In Russ.).
13. Sosinovskaya E.V., Cherkasov N.S., Tsotsonava Zh.M., Polukhina A.L. Spectral parameters of heart rate variability in the assessment of cardiac activity in children with epilepsy. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal.* 2014;(1):78–83 (In Russ.).
14. Yun-LiYu, Na-NaLi, Meng-TingShi, Hong-Juan Lu. Analysis of heart rate variability-related indexes in the interictal period in patients with focal epilepsy. *Life Sciences.* 2018;209:403–408. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.08.033>
15. Van der Kruijs S.J., Vonck K.E., Langereis G.R., Feijs L.M., Bodde N.M., Lazeron R.H., et al. Autonomic nervous system functioning associated with psychogenic nonepileptic seizures: Analysis of heart rate variability. *Epilepsy Behav.* 2016;54:14–19. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2015.10.014>
16. Velez M., Fisher R.S., Bartlett V., Le S. Tracking generalized tonic-clonic seizures with a wrist accelerometer linked to an online database. *Seizure.* 2016;39:13–18. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2016.04.009>
17. Van de Vel A., Cuppens K., Bonroy B., Milosevic M., Jansen K., Van Huffel S., et al. Non-EEG seizure detection systems and potential SUDEP prevention: State of the art. *Seizure.* 2016;41:141–153. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2013.02.012>

Информация об авторах:

Самойлов Александр Сергеевич, д.м.н., профессор, генеральный директор ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России», член-корр. РАН, 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9241-7238>

Никонов Роман Владимирович*, аспирант кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела МБУ ИНО ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2088-5312> (+7 (978) 099-12-09, sciproduction@yandex.ru)

Пустовойт Василий Игоревич, к.м.н., младший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной спортивной медицины ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3396-5813>

Ключников Михаил Сергеевич, к.б.н., заведующий лабораторией больших данных и прецизионной спортивной медицины, ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23.

Information about the authors:

Alexander S. Samoilov, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, General Director of the State Research Center — A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, 23, Marshala Novikova str., Moscow, 123098, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9241-7238>

Roman V. Nikonov*, Postgraduate Student of Department of Rehabilitation Medicine, sports Medicine, Balneology and Physiotherapy with a course of nursing care of the MBU ICE State Research Center — A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, 23, Marshala Novikova str., Moscow, 123098, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2088-5312> (+7 (978) 099-12-09, sciproduction@yandex.ru)

Vasily I. Pustovoit, Ph.D. (Medicine), Junior Researcher of the Laboratory of Big Data and Precision Sports Medicine of the State Research Center — A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, 23, Marshala Novikova str., Moscow, 123098, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3396-5813>

Mikhail S. Kljuchnikov, Ph.D. (Biology), Head of the Laboratory of Big Data and Precision Sports Medicine of the State Research Center — A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, 23, Marshala Novikova str., Moscow, 123098, Russia.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.81>

УДК 61.616

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Современное состояние врачебно-физкультурной службы в Рязанской области: основные тенденции и пути развития

*И.И. Манакин, Е.С. Манакина**

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Рязань, Россия*

РЕЗЮМЕ

Целью настоящего исследования явился анализ деятельности областного Рязанского врачебно-физкультурного диспансера в процессе сохранения и укрепления здоровья различных медико-социальных групп населения и определение направлений для совершенствования деятельности диспансера и повышения качества оказываемых населению медицинских услуг. **Материалы и методы.** В работе использовано хронометражное исследование деятельности узкопрофильных специалистов врачебно-физкультурного диспансера Рязанской области, работников регистратуры и лаборатории, задействованных в проведении углубленного медицинского осмотра. В 14-дневное исследование были вовлечены 20 узкопрофильных специалистов медицинской организации, а также 50 лиц, проходивших углубленный медицинский осмотр. **Результаты.** Определены реальные затраты рабочего времени узкопрофильных специалистов, что позволило разработать и внедрить план мероприятий, направленных на сокращение врачебного приема, времени нахождения спортсменов на этапе обследования и, соответственно, увеличение их количества в единицу времени. **Выводы.** Очевидна необходимость модернизации медицинской поддержки лиц, занимающихся физической культурой и спортом в рязанском регионе из-за существенного отставания темпов роста службы лечебной физкультуры и спортивной медицины от темпа ввода новых спортивных объектов и значительного прироста числа спортсменов, занимающихся физической культурой и спортом.

Ключевые слова: спортивная медицина, региональный врачебно-физкультурный диспансер, хронометраж

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Манакин И.И., Манакина Е.С. Современное состояние врачебно-физкультурной службы в Рязанской области: основные тенденции и пути развития. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(3):81–85. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.81>

Поступила в редакцию: 14.02.2020

Принята к публикации: 04.06.2020

Опубликована: 25.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

The current state of the medical and physical education service in Ryazan region: The main trends and ways of development

*Ivan I. Manakin, Ekaterina S. Manakina**

Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

ABSTRACT

Study objective: to analyze the activities of the regional Ryazan medical and physical dispensary in health maintaining and promoting in various medical and social groups and identify ways to improve the dispensary medical services quality. **Materials and methods:** a timing study of specialists, registry and laboratory workers involved in an in-depth examination at the medical exercises dispensary in Ryazan region. The 14-day study involved 20 specialists and 50 patients who underwent an in-depth medical examination. **Results:** We identifies the specialists working time consumption to develop and implement an action plan to reduce medical visit duration, the time spent by athletes at the examination stage and, accordingly, to increase the institution capacity. **Conclusions:** there is an obvious need to modernize medical support for people involved in physical culture and sports in the Ryazan region due to a significant lag in the growth rates of physiotherapy and sports medicine services from the rate of new sports facilities are commissioned and a significant increase in the number of athletes involved in physical culture and sports.

Keywords: sports medicine, regional medical and physical dispensary, timing.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Manakin I.I., Manakina E.S. The current state of the medical and physical education service in Ryazan region: The main trends and ways of development. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(3):81–85 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.81>

Received: 14 February 2020

Accepted: 04 June 2020

Published: 25 November 2020

* Corresponding author

1. Введение

Систематическое врачебное наблюдение за лицами, занимающимися физкультурой и спортом, организация оздоровительных спортивных мероприятий с целью повышения творческого потенциала и увеличения трудоспособности физкультурников и спортсменов являются главными задачами Концепции развития спортивной медицины в нашей стране [1].

В настоящее время в Российской Федерации достигнуты определенные успехи в организации научно обоснованной системы спортивной медицины, определены основные направления и содержание работы, имеется широкая сеть практических учреждений, сформированы специальные врачебно-физкультурные диспансеры (ВФД), центры профилактики и здоровья [2].

Проводятся научные исследования, относящиеся к раннему выявлению, профилактике и лечению патологических состояний у спортсменов. Научно обосновано создание ряда новых методик лечебной физкультуры (ЛФК) при заболеваниях и травмах. Имеющиеся научные разработки в области спортивной медицины и спорта охватывают в настоящее время также вопросы физического воспитания и спортивной психологии [3, 4].

Однако, несмотря на достигнутые показатели и возрастающий интерес руководителей спорта к медицинскому обеспечению спорта высших достижений, отмечается значительное отставание уровня научных

исследований и малое внедрение результатов исследований в практику обеспечения спорта высших достижений в России [5].

Порядок организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнить нормативы испытаний ВФСК «ГТО», регулируется приказом № 134н Минздрава России от 01.03.2016 [6].

Согласно данному приказу, основная роль в процессе медицинского сопровождения не только спорта высших достижений, но и массового спорта принадлежит региональным врачебно-физкультурным диспансерам.

Однако сложившееся, иногда бессистемное, внедрение основных принципов работы в деятельность врачебно-физкультурных диспансеров затрудняет их интеграцию, расстановку приоритетов, информирование и последовательность при проведении профилактических и лечебных мероприятий. Недостаток основных средств и кадровых ресурсов также способствует снижению качества оказываемой медицинской помощи.

При этом социально-экономические, географические и территориальные различия, несомненно, оказывают влияние на эффективность разработки и внедрения медико-технологических процессов в управлении, организации и методиках оказания медицинской помощи по профилю «спортивная медицина» и обуславливают диспропорцию в развитии этой службы в разных регионах Российской Федерации, выявляя неадекватность используемых технологий и ресурсов поставленным целям и задачам в некоторых из них.

С 2018 года в Рязанской области реализуется проект «Спорт — норма жизни», целью которого является увеличение количества граждан, систематически занимающихся физкультурой и спортом, к 2024 году до 55 %.

В настоящее время в Рязанской области доля систематически занимающихся физической культурой и спортом жителей выросла в 3,5 раза по отношению к 2015 году, с 43 280 до 155 000 человек (увеличение на 40,3 %), однако на диспансерном учете в ГКУЗ «Рязанский областной врачебно-физкультурный диспансер» состоит только 32 000 спортсменов (рис. 1).

Однако лиц, проходящих ежегодное (2 раза в год) углубленное медицинское обследование (УМО)

■ Число лиц, находящихся на диспансерном учете в ВФД
■ Количество лиц, прошедших УМО

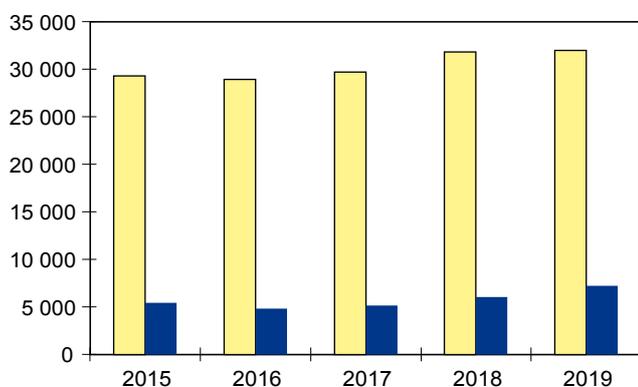


Рис. 1. Соотношение числа лиц, обследованных в ВФД к числу занимающихся физкультурой и спортом (абс., тыс. чел.)

Fig. 1 The ratio of the number of patients examined in a medical and physical dispensary to the number of people involved in physical culture and sports (abs., thousands)

в диспансере, — всего 3500 человек, что в 8 раз меньше общего числа прикрепленных к медицинской организации.

Проведенный анализ показал, что КПД углубленных медицинских осмотров очень низкий как из-за несоответствия материально-технического оснащения врачебно-физкультурного диспансера приказу Министерства здравоохранения РФ от 1.03.2016 № 134н «О Порядке организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом...», так и отсутствия единой организационной модели медицинского осмотра.

2. Цель и задачи исследования

В связи с изложенным выше целью настоящего исследования явился анализ деятельности областного Рязанского врачебно-физкультурного диспансера в процессе сохранения и укрепления здоровья различных медико-социальных групп населения и определения направления совершенствования его деятельности и повышения качества оказываемых населению медицинских услуг.

3. Материалы и методы

С целью выяснения реальной загруженности узкопрофильных специалистов диспансера, а также использования хронометражных показателей для принятия адекватных управленческих решений по оптимизации и усовершенствованию деятельности врачебно-физкультурного диспансера проведено хронометражное исследование, которое позволило выявить как отсутствие единой системы прохождения углубленного медицинского осмотра пациентами (календарного плана, навигации), так и нерациональное использование рабочего времени и имеющихся площадей.

Цикл диспансеризации составлял 4 посещения или 3 дня. Также было характерно пересечение потоков пациентов, длинные очереди из-за оформления всей документации в регистратуре и нахождения узкопрофильных специалистов в удаленных друг от друга кабинетах.

4. Результаты

Проведенное хронометражное исследование работы специалистов диспансера позволило разработать и внедрить план мероприятий, направленный на сокращение врачебного приема, времени нахождения спортсменов на этапе обследования и, соответственно, увеличение их количества в единицу времени.

План мероприятий включал:

- разработку календарного плана по видам спорта;
- введение пробного маршрутного листа;
- осуществление записи на диспансеризацию по заранее предоставленным спискам спортсменов от спортивной школы на каждый день диспансеризации;
- исключение родителей из процесса диспансеризации с целью сокращения количества посетителей в учреждении;

- организацию систематического потока спортсменов во главе с тренером или представителем команды, спортшколы, который также забирает медицинские заключения;

- организацию приема узких специалистов в один день, одну смену и в одном кабинете;

- рациональное распределение площади использования кабинетов учреждения.

Внедрение разработанных мероприятий проводилось в течение трех месяцев. За это время удалось сократить время прохождения диспансеризации с трех дней до одного дня; перенос ЭКГ-исследования на обеденное время по записи, подготовка документации и направлений на лабораторные исследования заранее позволили сократить общую очередь в 2,5 раза.

Остаются вопросы, требующие немедленного решения: лишнее звено регистратуры, очередь у кабинета врачей узких специалистов и врачей спортивной медицины. Для решения данных вопросов предполагается в ближайшее время перевести медицинских регистраторов в администраторы, организовать отдельный кабинет для антропометрии и осмотра травматолога-ортопеда, изменить маршрутные листы.

Нерешенной проблемой остается также кадровый дефицит. Большинство представителей физкультуры и массового спорта с умеренной физической активностью (в том числе 18 755 детей) не имеют возможности получить допуск к занятиям физкультурой из-за отсутствия специалистов по спортивной медицине в штате медицинских организаций, к которым они прикреплены.

Фактически только ГКУЗ «Рязанский областной врачебно-физкультурный диспансер» осуществляет деятельность по специальности «Спортивная медицина», что накладывает на организацию огромную нагрузку, с которой в отсутствие адекватной материально-технической базы и кадров невозможно справиться.

5. Выводы

Таким образом, проведенный нами анализ деятельности врачебно-физкультурного диспансера Рязанской области позволил очертить круг проблем, без решения которых невозможна реализация задач, поставленных Президентом РФ и Правительством РФ в послании от 2012 года о необходимости существенного реформирования и реструктуризации врачебно-физкультурной службы с целью повышения здоровья нации, повышения национальной безопасности, а также достижения европейских и мировых стандартов обеспечения профессионального спорта и спорта высших достижений.

Очевидна необходимость модернизации медицинской поддержки занятий физической культурой и спортом в рязанском регионе из-за существенного отставания темпов роста службы лечебной физкультуры и спортивной медицины от темпа ввода новых спортивных объектов и значительного прироста числа лиц, занимающихся физической культурой и спортом [7, 8].

Также нам представляется целесообразным:

- развитие интеграции с центрами здоровья и выработка единой стратегии оздоровления с привлечением методов лечебной физкультуры оздоровительных комплексов для населения Рязанской области;

- развитие системы диспансеризации с применением современных компьютерных технологий оценки показателей вегетативной нервной системы, уровней физической работоспособности и выносливости, специальных тестовых систем по оценке отдельных показателей применительно к различным видам спорта;

- создание системы прогнозирования и достижения оптимальных результатов по показателям здоровья в спорте высших достижений;

- разработка программы реабилитации спортсменов;
- формирование контактов с крупными научными центрами России по спортивной и медицинской

Вклад авторов:

Манакин Иван Игоревич, Манакина Екатерина Сергеевна — внесли основной вклад в разработку концепции статьи, подготовили текст статьи, окончательно утвердили публикуемую версию статьи и согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Список литературы

1. **Сквирская Г.П.** Формирование модели профилактической деятельности амбулаторно-поликлинических учреждений и применение организационных технологий профилактики. *Главный врач*. 2014;(12):3–8.
2. **Бабикова А.С.** Результаты динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов, систематически занимающихся спортом. *Здоровье населения и среда обитания*. 2013;(9):23–25.
3. **Остапешин В.Д.** Перспективы развития спортивной медицины и создание отраслевой программы на 2012–2015 гг. *Курортная медицина*. 2013;(3):86–89.
4. **Полунина Н.В., Пивоваров Ю.П., Милушкина О.Ю.** Профилактическая медицина — основа сохранения здоровья. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2018;(5):5–13.
5. **Мау В.А., Кузьминов Я.И., редакторы.** Стратегия-2020: Новая модель роста — новая социальная политика. Книга 1 [Интернет]. М.: Издательский дом «Дело»; 2013. Доступно на: http://www.ranepa.ru/docs/Nauka_Konsalting/strategia-2020_kniga-1.pdf (дата обращения: 10.02.2020).
6. О Порядке организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнить нормативы испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне»: приказ Министерства здравоохранения РФ, 1 марта 2016 г., № 134н [Интернет]. Доступно на: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71327708/> (дата обращения: 10.02.2020).

генетике, управлению физической работоспособностью, стрессом и поведением для обеспечения ускоренной реализации научных направлений;

- создание современной научно-методической базы и программ обучения для врачей спортивной медицины и оздоровления населения.

Проведенный нами анализ позволил выявить целесообразность оптимизации структуры врачебно-физкультурного диспансера Рязанской области, разработки методологии планирования его деятельности, формирования единой концепции спортивной и оздоровительной медицины в рамках профилактического направления, создания отраслевой программы развития, что позволит повысить как качество оказываемой медицинской помощи на амбулаторно-поликлиническом этапе, так и, как следствие, повлечет за собой сокращение заболеваемости, снижение вероятности внезапной смерти, уменьшение случаев преждевременного ухода из спорта.

Authors' contributions:

Ivan I. Manakin, Ekaterina S. Manakina — made the main contribution to the article concept development, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the article.

References

1. **Skvirskaya G.P.** Formation of the model for prevention activities for outpatient clinics and the use of organizational measures for the prevention. *Glavnyi vrach [The main doctor]*. 2014;(12):3–8. (In Russ.).
2. **Babikova A.S.** Results of dynamic monitoring of the health status of athletes who regularly engage in sports. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya = Public Health and Life Environment*. 2013;(9):23–25. (In Russ.).
3. **Ostapishin V.D.** Prospects for the development of sports medicine and the creation of an industry program of resort medicine for 2012–2015. *Kurortnaya medicina [Resort medicine]*. 2013;(3):86–89 (In Russ.).
4. **Polunina N.V., Pivovarov Yu.P., Milushkina O.Yu.** Preventive medicine is the basis of health preservation. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta Bulletin of RSMU*. 2018;(5):5–13 (In Russ.).
5. **Mau V.A., Kuz'minov Ya.I., editor.** Strategy 2020: a new model of the growth is a new social policy. Book 1 [Internet]. Moscow: Publishing House«Delo»; 2013 (In Russ.). Available at: http://www.ranepa.ru/docs/Nauka_Konsalting/strategia-2020_kniga-1.pdf (cited 2020 Feb 10).
6. On the Procedure for the provision of medical care to persons engaged in physical culture and sports (including in the preparation and conducting of physical education events and sports events), including the order medical examination of persons wishing to undergo sports training, physical education and sports in organizations and (or) comply with test standards (tests) of the All-Russian physical culture and sports complex "Ready for Labor and Defense": order of health military service of Russian Federation, March 1, 2016, No. 134n [Internet] (In Russ.). Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71327708/> (cited 2020 Feb 10).

7. Скажем спорту да?! ВЦИОМ [Интернет]. 2015 Доступно на: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/skazhem-sportu-da> (дата обращения: 10.02. 2020).

8. **Смоленский А.Н.** Основные направления развития спортивной медицины на современном этапе. Наука в олимпийском спорте. 2013;(3):51–58.

7. Shall we say “yes” to sport?! [Internet]. VTsIOM. 2015 (In Russ.). Available at: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/skazhem-sportu-da> (cited 2020 Feb 10).

8. **Smolenskii A.N.** Main directions of development of sports medicine at the present stage. Nauka v olimpiiskom sporte = Science in Olympic Sport. 2013;(3): 51–58 (In Russ.).

Информация об авторах:

Манакин Иван Игоревич, к.м.н., ассистент кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом организации здравоохранения ФДПО ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 390026, Россия, Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7181-623X> (9209595959@mail.ru)

Манакина Екатерина Сергеевна*, к.м.н., ассистент кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом организации здравоохранения ФДПО ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 390026, Россия, Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6508-4378> (+7 (920) 970-77-99, 9707799@mail.ru)

Information about the authors:

Ivan I. Manakin, Ph.D. (Medicine), Assistant Professor, the Department of Public Health and Health Care with the Course of Public Health Organization, Pavlov Ryazan State Medical University, 9, Vysokovoltnaya str., Ryazan, Russia, 390026. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7181-623X> (9209595959@mail.ru)

Ekaterina S. Manakina*, Ph.D. (Medicine), Assistant Professor, the Department of Public Health and Health Care with the Course of Public Health Organization, Pavlov Ryazan State Medical University, 9, Vysokovoltnaya str., Ryazan, Russia, 390026. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6508-4378> (+7 (920) 970-77-99, 9707799@mail.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

FIT STATUS

Сервис для фитнес-диагностики
и автоматической разработки
индивидуальной программы тренировок
с учетом поставленных целей



- ▶ **Комплекс разработан в двух версиях: «Профессиональная» для расширенного обследования, проводимого врачом и «Клубная» для самодиагностики**
- ▶ **Может использоваться, как с оборудованием различных производителей, так и без него, со своим базовым комплектом**

Контакты:

Виктор Спицын
Генеральный директор
ООО «Иннотера»
+7 (926) 612 2012
viktor@fitstatus.ru

Руненко Светлана Давидовна,
доцент кафедры спортивной
медицины и медицинской
реабилитации Первого
МГМУ им.И.М Сеченова,
к.м.н.
svetlana@fitstatus.ru

Комплектация:

- ▶ Программное обеспечение «Фитнес-Статус»
- ▶ Зона размещения оборудования и проведения тестирования
- ▶ Управляющее устройство
- ▶ Биоимпедансный анализатор состава тела (или калипер и медицинская рулетка)
- ▶ Автоматический ростомер
- ▶ Спирометр (для измерения объема легких)
- ▶ Динамометр (для измерения мышечной силы)
- ▶ Тонометр
- ▶ Пульсоксиметр

В процессе тестирования

- ▶ анализируются актуальные цели и задачи тренировок
- ▶ учитываются возможные отклонения в состоянии здоровья
- ▶ учитывается уровень физической активности, тренированности
- ▶ проводится оценка состава тела методом биоимпедансометрии или калиперометрии
- ▶ оцениваются функциональные показатели в покое (ЧСС, АД, ЖЕЛ)
- ▶ определяется физическая работоспособность с помощью степ-теста в клубной версии и велоэргометрического теста PWC-170 в профессиональной версии
- ▶ определяется сила различных мышечных групп и гибкость с помощью специальных тестов
- ▶ проводится мониторинг важнейших показателей для контроля оптимальности выполняемых физических нагрузок

По результатам тестирования

- ▶ формируется фитнес-профиль – графическое отображение фактических показателей относительно возрастных норм с возможностью отслеживания динамики при сравнении с предыдущими тестированиями
- ▶ определяется биологический возраст в соответствии с запатентованной методикой (Патент на изобретение №2612602 от 9.03.2017)
- ▶ разрабатывается индивидуальная программа тренировок с четкими рекомендациями по видам физических нагрузок и их интенсивности
- ▶ вносятся коррективы в тренировочный процесс по мере необходимости

Дополнительные возможности

- ▶ поддерживается подключение устройств различных производителей
- ▶ гибкое комплектование
- ▶ возможность стилизации под фирменные цвета предприятия
- ▶ интеграция с информационными системами
- ▶ возможность учета специфики спортивного учреждения (конкретные направления, тренировки, программы, специалисты, тренеры)
- ▶ автоматическое напоминание клиентам о необходимости следующего тестирования





КЛИНИКА ЛУЖНИКИ спортивная медицина

Клиника спортивной медицины «Лужники» — 70-летний опыт в медицинском обеспечении профессионального спорта высших достижений.

Клиника «Лужники» ведет научно-практическую деятельность. Наши специалисты принимают участие в крупнейших конференциях, обмениваются опытом с ведущими клиниками и университетами. На базе Клиники функционирует научно-клиническое отделение Кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации Сеченовского Университета.

Основные направления деятельности:
углубленные медицинские обследования, функциональная диагностика, кардиология, восстановительное лечение.



АНО «Клиника Спортивной Медицины»
Москва, Ленинградский проспект, 49/2
+7 495 125 000 5 | www.csmed.ru