

ISSN: 2223-2524

eISSN: 2587-9014

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4>



Спортивная Медицина:

наука и практика



T. 10 №4

2020

*Sports
Medicine:*

research and practice



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, ул. Лужники 24, стр. 1
+7 495 125 000 5 | www.csmmed.ru



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

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

Sergey 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 Erspamer» 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 «Типография Сити Принт», 129226, Россия, Москва, ул. Докукина, д. 10, стр. 41

Сайт:

smjournal.ru

neicon.ru

Подписано в печать 11.03.2021

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 ПИ № 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

Антидопинговое обеспечение

В.В. Бегнарский

Информационный патентный поиск как элемент инженерного антидопингового исследования в беговых видах спорта 5

Биомедицинские технологии

И.С. Воробьева, В.Б. Бородулин, В.В. Никитина

Комплексный подход в оценке осложненных деформирующих остеоартрозов в спортивной медицине 15

Реабилитация

Б. Кацпиак, М. Стик, Н. Сиуба-Ярош

Оценка эффективности V-Y сухожильной пластики с немедленным последующим переносом веса тела на ногу и реабилитацией при застарелом разрыве ахиллова сухожилия. Клинический случай 22

Спортивная психология

А.А. Макарова, О.А. Харьковца

Роль личностной тревожности в развитии психофизиологических показателей у спортсменов-подростков. 30

Спортивная травматология

А.М. Морозов, А.Н. Сергеев, В.А. Кадыков, Э.М. Аскеров, С.В. Жуков, Л.А. Потоцкая, М.М. Муравлянцева

Условия возникновения травм при игре в хоккей. 37

Спортивное питание

Г.А. Просекин, В.Н. Ким, Г.Б. Кривулина, Е.Н. Долгова, С.А. Парастаев

Сочетание повышенной ситуативной тревожности и дисфункции эндотелия у юных спортсменов как условие для спазма микроциркуляции: методы оценки и коррекция с помощью специализированного медового слитка-конфеты 43

К.В. Выборная, А.Н. Тимонин, М.М. Семенов, С.В. Лавриненко, Р.М. Раджабадиев, С.В. Ключкова, Д.Б. Никитюк

Оценка состава тела футболистов на основании данных антропометрии и биоимпедансометрии и сравнение двух методов регистрации 55

Физиология и биохимия спорта

Ж.В. Гришина, Г.А. Макарова, С.А. Базанович, С.М. Чернуха, М.Я. Ядгаров, В.С. Феценко, А.А. Павлова, Е.А. Анисимов, Т.А. Яшин, А.В. Жолинский

Скрытые нарушения метаболизма у высококвалифицированных спортсменов 64

Р. Васильев, И. А. Васильева, Р. А. Якупов, Р. Ф. Асманов

Биомеханические характеристики плюсневой части стопы пловцов при ходьбе 76

А.Е. Чиков, А.Н. Павлова, А.В. Наумов, Д.С. Медведев

Длительность формирования функциональной устойчивости к неспецифической аэробной нагрузке у борцов 85

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



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:

Nonprofit 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

Printing office City Print LLC

10/41, Dokukin str., Moscow, 129226, Russia

Websites:

smjournal.ru

neicon.ru

Published: 11 March 2021

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

Doping Studies

Vladimir V. Begnarskii

Information patent search as an element of anti-doping engineering research in running sports 5

Biomedical Technologies

Irina S. Vorobyova, Vladimir B. Borodulin, Viktoria V. Nikitina

An integrated approach to assess the complications of deforming osteoarthritis in sports medicine 15

Rehabilitation

Bartłomiej Kacprzak, Mateusz Styk, Natalia Siuba-Jarosz

Evaluation of the effectiveness of inveterate Achilles tendon rupture V-Y plasty with immediate subsequent weight-bearing and rehabilitation. Case study 22

Sports Psychology

Anna A. Makarova, Olga A. Kharkova

The role of personal anxiety in the development of psychophysiological indicators in adolescent athletes 30

Sports Traumatology

Artem M. Morozov, Aleksey N. Sergeev, Viktor A. Kadykov, El'shad M. Askerov, Sergey V. Zhukov, Lidiya A. Pototskaya, Maria M. Muravlyantseva

The conditions of injury when playing hockey 37

Sports Supplements

Georgii A. Prosekin, Vitaliy N. Kim, Galina B. Krivulina, Elena N. Dolgova, Sergey A. Parastaev

Combination of increased situational anxiety and endothelial dysfunction in young athletes as a condition for microcirculation spasm: assessment methods and correction using a specialized honey bar-candy 43

Kseniya V. Vybornaya, Andrey N. Timonin, Muradin M. Semenov, Semyon V. Lavrinenko, Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev, Svetlana V. Klochkova, Dmitry B. Nikitjuk

Assessment of the body composition of football players based on anthropometry and bioimpedansometry data and a comparison of two registration methods 55

Sports Physiology and Biochemistry

Zhanna V. Grishina, Galina A. Makarova, Sergey A. Bazanovich, Svetlana M. Chernuha, Mihail Ya. Yadgarov, Vladimir S. Feshchenko, Anna A. Pavlova, Evgeniy A. Anisimov, Timofey A. Yashin, Andrey V. Zholinsky

Hidden metabolic disorders in high-class athletes 64

Radivoj Vasiljev', Irina A. Vasiljeva, Radik A. Yakupov, Rustam F. Asmanov

Biomechanical characteristics of the metatarsal part of the foot in swimmers in walking 76

Alexander E. Chikov, Anna N. Pavlova, Alexey V. Naumov, Dmitriy S. Medvedev

Duration of functional stability to non-specific aerobic load in wrestlers 85

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



<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.6>

УДК 796.015.86:347.77

Тип статьи: Обзор литературы / Review



Информационный патентный поиск как элемент инженерного антидопингового исследования в беговых видах спорта

В.В. Бегнарский

ЧОУВО «Московский университет им. С. Ю. Витте», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Развитие современных видов спорта невозможно без применения инновационных научно-технических достижений и инженерных разработок.

Государства, в которых успешно реализуют представленный подход, занимают лидирующие позиции на международных соревнованиях. Подобный тезис обусловлен взаимосвязью качественных показателей спортсменов с применяемыми ими в тренировочном процессе прогрессивными инструментами и оборудованием, а также наиболее усовершенствованной одеждой и обувью. Экипировка в беговых видах спорта лишь на первый взгляд может рассматриваться как незначительный фактор, который не способствует результатам соревнования. Профильные производители используют имеющиеся различные инженерно-технологические ресурсы и способствуют эффективной деятельности потребителей в спорте.

В сфере профессионального бега нередко возникают дискуссии в отношении инновационного направления — «технологический допинг». Специалистам, участвующим в процессах, связанных с обеспечением соблюдения правил и равных возможностей для победы в беговых соревнованиях, необходимы особые компетенции в информационно-цифровых технологиях. Исследование с использованием специализированных баз об интеллектуальной собственности предоставляет возможность изучить внедряемые производителями спортивной одежды и обуви инновационные технические решения.

Ключевые слова: легкая атлетика, спортивная инженерия, экипировка, технический результат, цифровизация спорта, антидопинговые исследования, информационный патентный поиск, интеллектуальная собственность.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: работа выполнена в рамках конкурса, проведенного в 2020 году антидопинговым комитетом ВФЛА и лабораторией спорта высших достижений Московского университета им. С.Ю. Витте.

Для цитирования: Бегнарский В.В. Информационный патентный поиск как элемент инженерного антидопингового исследования в беговых видах спорта. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(4):5–14. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.6>

Поступила в редакцию: 14.11.2020

Принята к публикации: 15.12.2020

Online first: 11.03.2021

Опубликована: 11.03.2021

Information patent search as an element of anti-doping engineering research in running sports

Vladimir V. Begnarskii

Moscow Witte University, Moscow, Russia

ABSTRACT

The development of modern sports is impossible without the use of innovative scientific and technical achievements and engineering developments.

The states, in which the presented approach is successfully implemented, take leading positions in international competitions. This thesis is based on the relationship between the quality indicators of athletes and the use by them of progressive tools and equipment in the training, as well as the most advanced clothing and footwear. At first glance, outfit in running sports can be considered as an insignificant factor that does not contribute to the competition results. Field-specific manufacturers use various engineering and technological resources available and contribute to the effective activities of the sports consumers.

There are certain discussions in professional running about an innovative topic — “technological doping”. Professionals involved in ensuring compliance with the rules and equal opportunities for winning in running competitions need special competences in information and digital technologies. Research with the use of specialized databases within the framework of intellectual property provides an opportunity to study innovative technical solutions introduced by manufacturers of sportswear and footwear.

Keywords: track and field, sports engineering, outfit, technical result, sports digitalization, anti-doping research, information patent search, intellectual property

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

Funding: the research was carried out as part of a competition held in 2020 by the RUSAF anti-doping committee and the high performance sports laboratory of Moscow Witte University.

For citation: Begnarskii V.V. Information patent search as an element of anti-doping engineering research in running sports. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):5–14 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.6>

Received: 14 November 2020

Accepted: 15 December 2020

Online first: 11 March 2021

Published: 11 March 2021

1. Введение

Растущая популярность любительского бега [1] во всем мире, в том числе в Российской Федерации (далее — РФ) [2], способствует конкурентному развитию сферы производства спортивной одежды, обуви [3] и аксессуаров [4]. Привлечь потенциального покупателя [5] позволяют предложения товаров с элементами уникального дизайна, повышенного удобства, а также с применением инновационных инженерных решений [6].

Показать достижения производителя в технических и технологических разработках [7], конструкторских решениях возможно различными способами [8]. В беговых видах спорта наиболее эффективным является сравнение спортивных результатов пользователей товаров различных торговых марок.

Производители заключают контракты с профессиональными бегунами, которые используют и рекламируют обувь и одежду соответствующих торговых марок [9]. Занимая призовые места на соревнованиях [10, 11] в предоставленной экипировке, они привлекают дополнительное внимание к производителю как успешному бренду [12] для спортивных побед. Иногда стремление к лидерству и заинтересованность в исключительных достижениях спортсменов-амбассадоров сопровождается снабжением их наиболее инновационными моделями. Инженерные решения [13], содержащиеся в подобных изделиях, могут быть недоступны другим участникам. Данные обстоятельства формируют дискуссии в отношении равных условий [14] между участниками спортивных соревнований, что в результате способствует развитию направления для контроля, которое обозначено как «технологический допинг» [15, 16].

Внедряемые производителями беговой экипировки научно-технические новшества [17, 18] требуют существенных финансовых и временных инвестиций. Вследствие этого важно достигнуть приоритета собственных достижений и обладать исключительным правом на объекты интеллектуальной собственности [19]. В РФ право на создание объектов патентных прав предоставляет федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (далее — ФИПС).

В ФИПС наиболее востребованными инструментами гражданско-правового регулирования в рамках исследуемых целей являются изобретение или полезная модель. При подаче заявок на подобные объекты интеллектуальной собственности учитываются условия патентоспособности полезной модели и изобретения в соответствии со ст. 1351 и 1350 ч. IV Гражданского

кодекса Российской Федерации (далее — ГК РФ) [20]. Изобретение должно соответствовать критериям новизны и изобретательского уровня: предлагаемое решение не должно быть ранее известно, и оно явным образом не следует из уровня техники для специалиста.

В целях защиты инженерных разработок производители могут предусмотреть секрет производства, или ноу-хау. Определение такого объекта интеллектуальной собственности предусмотрено в ст. 1465 ч. IV ГК РФ.

Информационный патентный поиск востребован в различных отраслях [21] и может отличаться в зависимости от цели и задач, поставленных перед исполнителем [22]. Цифровизация сферы интеллектуальной собственности и предоставляемые для доступа ресурсы и базы технической документации дают уникальные возможности для проведения антидопинговых исследований [14, 23].

В частности, специалист в беговых видах спорта может уточнить: какие производители имеют охранную документацию на рассматриваемую экипировку; каковы ожидаемые результаты от внедрения в производство того или иного объекта интеллектуальной собственности; существуют ли основания считать, что инновационные инженерные решения обеспечивают соревновательные преимущества в беге [24]. По этой причине изучение прикладных ресурсов [25] информационного патентного поиска как элемента инженерного антидопингового исследования в беговых видах спорта является актуальной задачей. Исследуемая тема представляет интерес в совместной деятельности научных направлений — юриспруденции [26, 27] и прикладной информатике [28, 29], так как затрагивает регулирование отношений в сфере правовых норм [30, 31], а также возрастающие потребности в цифровизации спорта [32–35].

2. Материалы и методы

Одежда и обувь могут способствовать достижению высоких результатов при беге [36]. Современные изделия не только удобны, но также учитывают биомеханику движений [37, 38] и индивидуальные физиологические особенности [39], являются функциональными [40].

Спортсменам следует регулярно обновлять применяемую экипировку. К примеру, по причинам усовершенствования показателей мышечной выносливости, при распределении локальных нагрузок [41]. Специалисты, участвующие в тренировочном процессе [42], помогают в подборе необходимой одежды [43], которая соответствует фигуре, фасону, а также эксплуатационным особенностям [44, 45].

Беговой спорт имеет различные виды. Соответственно, данное направление условно подразделяется на следующие критерии [46] классификации, которые применяются в целях анализа экипировки: скорость передвижения, дистанция [47], место выполнения испытаний [48]. Различные дополнительные аксессуары [49] и вспомогательные элементы становятся более востребованными среди профессиональных спортсменов и любителей в сфере бегового спорта. К ним относят: различные головные уборы [50], очки, сумки, перчатки, напульсники, нарукавники, наколенники и датчики. Функциональность экипировки также разнообразна и предусматривает: терморегуляцию [51], защиту от потовых выделений, УФ-защиту, компрессию, уменьшение нагрузки на суставы [52], светоотражающие свойства [53], наблюдение за пульсом.

Соответственно вариативность конструкций экипировки для бега достаточно обширна. Итоговый технический результат, реализуемый в каждом отдельном рассматриваемом изделии, может отличаться.

В различных странах наблюдается тенденция предоставления открытого доступа к патентной документации. Информационный поиск преимущественно осуществляют в библиотечном фонде патентного ведомства [54]. Цифровизация сферы интеллектуальной собственности [55] также способствовала появлению сторонних ресурсов. В настоящее время существуют альтернативные системы поиска патентной документации, доступной в дистанционном формате.

Специализирующиеся на патентной аналитике системы обеспечивают расширенный функционал в отношении визуализации и обработки данных. Поисковые системы «Яндекс» [56] и Google [57] также предоставляют собственные сервисы в рамках поисковых запросов в сфере интеллектуальной собственности. В результате взаимодействия данных поисковых движков с патентными ведомствами исследователь [58] получает

обновляемые данные. Подобный функционал адаптирован для всех пользователей сети Интернет и позволяет ознакомиться с иллюстрациями и содержанием патентных документов.

Перед началом работы с рассматриваемыми поисковыми системами необходимо выявить и определить структуру, а также дискретность элементов системы. В частности, схематично были выделены следующие составляющие между патентной информацией и данными спортивных результатов (см. рис. 1).

Производитель внедряет в изготавливаемую им экипировку инновационные разработки в соответствии с технологиями и материалами [59, 60], которые усовершенствуют беговые показатели. Ожидаемый технический результат [61] используемого усовершенствования изделия представлен в соответствующем разделе документа из патентной базы. В описании также указана информация о производителе как о патентообладателе или стороне соглашения лицензионного договора.

При изучении сопутствующих причин успешного выступления спортсмена в беговых соревнованиях с позиций одежды, обуви [62–64] и аксессуаров [65], способствующих высоким результатам, необходимо выделить объект изучения, конкретизирующий наименование и тип экипировки.

Далее следует определить технический результат, достигаемый при ее применении, и воспользоваться соответствующим поисковым запросом на цифровых ресурсах российской и международной патентных баз. Дополнительно возможно осуществить поиск, базируясь на производителе выбранной экипировки, а также изучить аналоги других патентов, используя ссылки внутри документа или номер международного патентного классификатора (далее — МПК): зафиксировать результаты информационного поиска по существующим разработкам и подготовить данные для дальнейшего анализа и исследования.

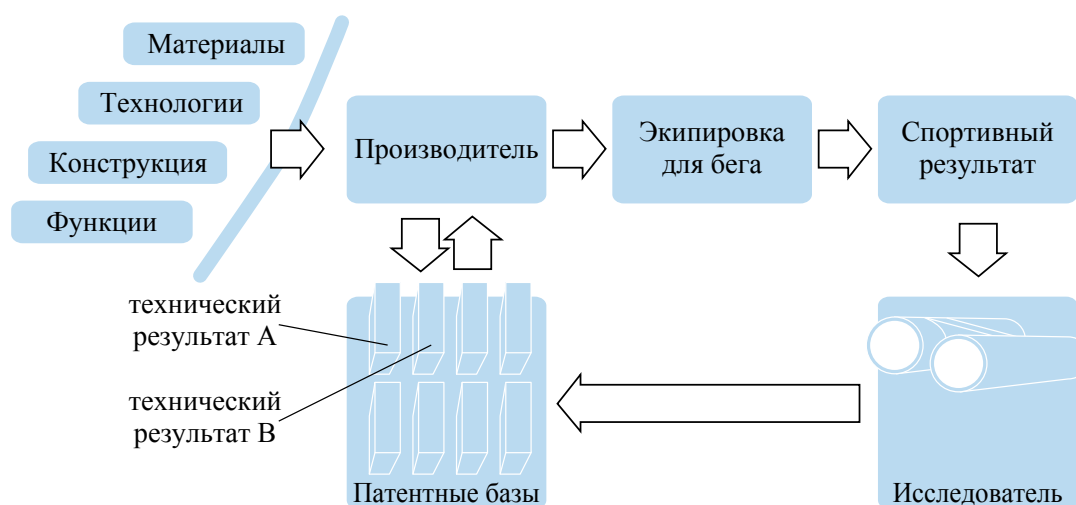


Рис. 1. Структурные элементы при исследовании экипировки для бега
Fig. 1. Structural elements when researching running equipment

Таблица 1

Результаты поисковых запросов в базах патентной документации от 09.09.2020

Table 1

Results of search queries in the databases of patent documentation from 09.09.2020

Международный патентный классификатор / International patent classifier	Класс и подклассы / Class and subclasses	Поисковые системы / Search engines		Годы / Years
		Google	Яндекс / Yandex	
A43	Обувное производство / Shoe production	6939	304	2015–2020
A43B	Характерные признаки обуви; детали обуви / Characteristic features of shoes; shoe details	2858	177	
A43C	Застежки, крепления или дополнительные приспособления для обуви; шнурки / Buckles, fasteners or accessories for shoes; laces	870	57	
A43D	Машины, инструменты, оборудование или способы изготовления или ремонта обуви / Machines, tools, equipment or methods of making or repairing shoes	298	26	

3. Результаты и их обсуждение

Изучены патентные решения с применением информационного поиска в отношении обуви, имеющей объективные основания для особого внимания со стороны антидопингового контроля при беговых соревнованиях [66].

Внедряемые производителями технические решения [17, 67, 68] рассмотрены посредством иерархической системы МПК. Выделены следующие области классификатора: класс: А43 — обувное производство и отдельно по подклассам: А43В — характерные признаки обуви, детали обуви; А43С — застежки, крепления или дополнительные приспособления для обуви, шнурки в целом; А43D — машины, инструменты, оборудование или способы изготовления или ремонта обуви.

Результаты поисковых запросов от 09.09.2020 г. в патентных базах Google и «Яндекс» представлены в таблице 1. Дополнительным ограничением в исследовании

выбран критерий «Дата подачи заявки». Введенный интервал по годам: 2015–2020 гг.

Подобный подход позволил сократить общий объем обрабатываемой информации и изучить наиболее актуальную информацию за последние пять лет. В системе Google использованы специальные операторы — `src:` и `after:priority:`. Ввиду особенностей поисковых алгоритмов, соответствующих рассматриваемым системам, результаты обладали достаточностью и полнотой по охвату информации. В частности, на этапе поиска по классу А43 возможно было выявить искомые патентные документы для изучения предлагаемых авторами различных решений по интересующему техническому результату. Далее рассматривались аналоги и прототип, указанный внутри содержательной патентной информации.

На рисунке 2 представлена диаграмма по числу документов по годам (с 1991 по 2019 г.) для класса А43 и подкласса А43В. Данная диаграмма построена на основании

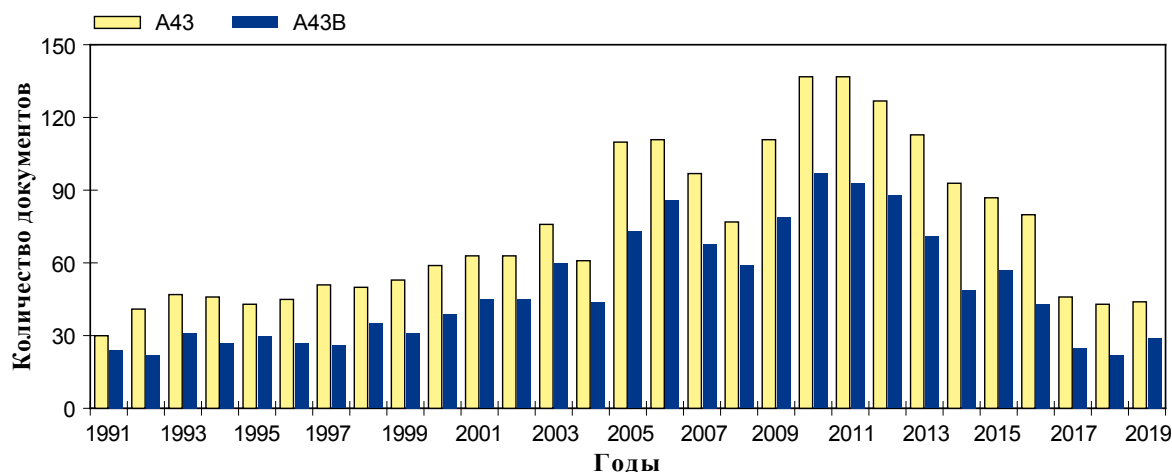


Рис. 2. Количество документов по годам для поисковых запросов в патентной системе «Яндекс» по классу А43 и подклассу А43В
Fig. 2. Documents number by year for search queries in "Yandex" patent system for class А43 and subclass А43В

обработки общих данных, полученных в патентной системе «Яндекс», и отображает изобретательскую активность в сфере обувной промышленности РФ.

В результате увеличение технологической инновационной [69, 70] вовлеченности разработчиков РФ в целях усовершенствования обуви [71] может быть отнесено к 2009–2011 гг.

В частности, по итогам обзора источников литературы [1–71], предложенной структурной системой, а также результатов информационного патентного поиска в сфере изготовления обуви показано, что специалист может эффективно осуществлять анализ применяемой спортсменом беговой экипировки в целях оценки ее соревновательных показателей и свойств. Использование МПК позволяет ускорить работу с патентными базами.

4. Выводы

Спортивные победы, в частности в любительских и профессиональных беговых соревнованиях, в совре-

Вклад автора:

Бегнарский Владимир Владимирович — внес основной вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

менных условиях необходимо рассматривать с учетом научно-технического развития отрасли, а также применяемых инженерных разработок.

Экипировка для бега является достаточно технологичной, чтобы влиять на скорость и выносливость спортсмена. Производители заинтересованы в защите интеллектуальной собственности разработок, применяемых в изделиях.

За счет цифровых инструментов, предоставляемых различными патентными базами, существует возможность анализировать технические решения, которые производители реализуют в изобретениях и полезных моделях. Подобные данные могут быть использованы специалистами российских и международных антидопинговых организаций. Дальнейшее исследование может быть направлено на совершенствование работы с международными источниками патентной информации и баз данных.

Author's contributions:

Vladimir V. Begnarskii — 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.

Список литературы

1. **Кваша Е.П., Карева Г.В.** Влияние бега на оздоровление нации. Развитие и актуальные вопросы современной науки. 2018;(4):75–77.
2. **Гостева С.Р., Гостев Г.Р.** Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации. Берегиня. 777. Сова: Общество. Политика. Экономика. 2019;(1):177–196.
3. **Смирнова Т.А., Киселев С.Ю.** Маркетинговые исследования при проектировании спортивной обуви. В: Концепция, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий: сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической заочной конференции. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина; 2020, с. 151–155.
4. **Акимова Н.Е.** История экипировки в легкой атлетике. Вестник спортивной истории. 2020;(2):91–95.
5. **Харченко Е.В., Сомык И.И.** Бег в жизни современного человека. В: Проблемы эффективного использования научного потенциала общества: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Уфа: Агентство международных исследований; 2019, с. 76–77.
6. **Воронина В.Т.** Использование цифровых технологий для создания инновационных моделей экипировки для легкоатлетов. Региональный вестник. 2019;(24):57–58.
7. **Силаков А.В., Квач Н.М.** Инновационные проекты приложения текстильных технологий в индустрии спорта. В: Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Экономические механизмы и управленческие технологии развития промышленности» Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук». М.: РГУ им. А.Н. Косыгина; 2019, с. 132–136.

References

1. **Kvasha E.P., Kareva G.V.** Influence of running for the health of the nation. Razvitie i aktual'nye voprosy sovremennoi nauki [Development and topical issues of modern science]. 2018;(4):75–77 (In Russ.).
2. **Gosteva S.R., Gostev G.R.** State and prospects of development of physical culture and sports in the Russian Federation. Bereginya. 777. Sov: Obshchestvo. Politika. Ekonomika [Bereginya. 777. Sov: Society. Politics. Economy]. 2019;(1):177–196 (In Russ.).
3. **Smirnova T.A., Kiselev S.Yu.** Marketing research in athletic shoes design. In: Concepts, theory, methods of basic and applied scientific research on inclusive design and technology. Collection of scientific papers based on the results of the International Scientific and Practical Correspondence Conference. Moscow: RSU im. A.N. Kosygin; 2020, p. 151–155 (In Russ.).
4. **Akimova N.E.** History of track and field equipment. Herald of Sports History. 2020;(2):91–95 (In Russ.).
5. **Kharchenko E.V., Somyk I.I.** Running in the life of modern man. In: Challenges in the effective use of scientific potential of society. Collection of articles on the results of the International Scientific and Practical Conference. Ufa: Agency for International Studies; 2019, p. 76–77 (In Russ.).
6. **Voronina V.T.** Use of digital technology for creating innovative equipment models for track and field athletes. Regional Herald. 2019;(24):57–58 (In Russ.).
7. **Silakov A.V., Kvach N.M.** Innovative applications of textile technologies in the sport industry. In: Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium “Economic Mechanisms and Management Technologies of Industry Development” of the International Kosygin Forum “Modern Problems of Engineering Sciences”. Moscow: RSU im. A.N. Kosygin; 2019, p. 132–136 (In Russ.).

8. Жукова О.В., Чэ М. Интернет маркетинг в спортивной индустрии. В: Современные тенденции и актуальные вопросы развития рекламы, связей с общественностью и социально-гуманитарных проблем в сфере физической культуры и спорта: Материалы Межафедеральной научно-практической конференции. М.: Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма; 2020, с. 184–188.
9. Захарова Е.А. Продвижение спортивного бренда Nike на примерах коллабораций и проведенных ивентов. В: Молодёжь третьего тысячелетия: сборник научных статей. Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского; 2019, с. 961–965.
10. Billat V., Pycke J.R., Vitiello D., Palacin F., Correa M. Race analysis of the world's best female and male marathon runners. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17(4):1177. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041177>
11. Hoogkamer W., Snyder K.L., Arellano C.J. Reflecting on Eliud Kipchoge's Marathon World Record: An Update to Our Model of Cooperative Drafting and Its Potential for a Sub-2-Hour Performance. *Sports Med.* 2019;49(2):167–170. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01056-2>
12. Русакевич А.С. Особенности применения маркетинговых коммуникаций компаниями индустрии моды. В: Инновационные аспекты обеспечения качества образования. сборник докладов Международной научно-практической конференции. СПб.: Мультидисциплинарные исследования; 2020, с. 54–63.
13. Allen T., Goff J.E. Resources for sports engineering education. *Sports Engineering.* 2018;21(4):245–253. <https://doi.org/10.1007/s12283-017-0250-1>
14. World Anti-Doping March 2003 [Internet]. Available from: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada_code_2003_en.pdf
15. Мельник В.Н. К вопросу о технологическом допинге в спорте. *Международный журнал гражданского и торгового права.* 2020;(1):57–62.
16. Перлов А.Б. Влияние спортивной инженерии на развитие спорта. Спорт инженеров или технологический допинг? Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта 2016;(9):143–147.
17. Кондрашова Н.Н., Дроботун Н.В. Инновации в проектировании спортивной обуви. *Вестник научных конференций.* 2019;(3-2):55–57.
18. Митрюшкина О.С., Давлетбаев И.Г. 3-D вязка в производстве обуви как технология будущего. В: Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет; 2019, с. 507–510.
19. Кожевникова Я.В. Защита прав на товарный знак ООО «Адидас». *Наука Красноярья.* 2020;9(2-2):38–42.
20. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая), от 18.12.2006 № 230-ФЗ (ред. от 26.07.2019, с изм. от 24.07.2020) [Интернет]. Доступно на: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/ (дата доступа: 11.08.2020).
21. Кондратенко С.В., Кузьменко А.А., Спасеников В.В. Анализ динамики патентования изобретений в сфере удовлетворения жизненных потребностей человека. *Вестник Брянского государственного технического университета.* 2017;(4):183–191.
22. Александров Ю.Д., Григорьев Ю.В. Информационно-аналитическое обеспечение процесса управления интеллектуальной собственностью. *Контроллинг.* 2018;(69):34–41.
8. Zhukova O.V., Che M. Online marketing in the sports industry. In: Modern trends and topical issues of advertising development, public relations and social and humanitarian problems in the sphere of physical culture and sport. Materials of the Interdepartmental Scientific and Practical Conference. Moscow: Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism; 2020, p. 184–188 (In Russ.).
9. Zaharova E.A. Promotion of the sports brand Nike with examples of collaborations and events. In: The youth of the third millennium. Collection of scientific articles. Omsk: Omsk State University. F.M. Dostoevsky; 2019, p. 961–965 (In Russ.).
10. Billat V., Pycke J.R., Vitiello D., Palacin F., Correa M. Race analysis of the world's best female and male marathon runners. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17(4):1177. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041177>
11. Hoogkamer W., Snyder K.L., Arellano C.J. Reflecting on Eliud Kipchoge's Marathon World Record: An Update to Our Model of Cooperative Drafting and Its Potential for a Sub-2-Hour Performance. *Sports Med.* 2019;49(2):167–170. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01056-2>
12. Rusakevich A.S. Features of application of marketing communications by fashion industry companies. In: Innovative aspects of ensuring the quality of education. Collection of reports of the International Scientific and Practical Conference. St.-Petersburg: Multidisciplinarnye issledovaniya; 2020, p. 54–63 (In Russ.).
13. Allen T., Goff J.E. Resources for sports engineering education. *Sports Engineering.* 2018;21(4):245–253. <https://doi.org/10.1007/s12283-017-0250-1>
14. World Anti-Doping March 2003 [Internet]. Available from: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada_code_2003_en.pdf [accessed 2020 August 04].
15. Melnik V.N. On the issue of technological doping in sports of the XXI century. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal grazhdanskogo i torgovogo prava = International journal of civil and trade law.* 2020;(1):57–62 (In Russ.).
16. Perlov A.B. Influence of sports engineering on sports development. sport of engineers or technological doping? *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2016;139(9):143–147 (In Russ.).
17. Kondrashova N.N., Drobotun N.V. Innovations in athletic shoes design. *Vestnik nauchnykh konferentsii [Herald of Scientific Conferences].* 2019;(3-2):55–57 (In Russ.).
18. Mityushkina O.S., Davletbaev I.G. 3D-knitting in the manufacture of shoes as a technology of the future. In: Fundamental and applied issues of creating materials and aspects of textile and light industry technology. Collection of articles of the All-Russian Scientific and Technical Conference. Kazan: Kazan National Research Technological University; 2019, p. 507–510 (In Russ.).
19. Kozhevnikova Y.V. Protection of the trademark rights of ADIDAS. *Nauka Krasnoar'a = Krasnoyarsk Science.* 2020;9(2-2):38–42 (In Russ.).
20. The Civil Code of the Russian Federation (Part Four), of December 18, 2006, No. 230-FL, Rev. of July 26, 2019 [Internet]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/ [accessed 2020 August 11].
21. Kondratenko S.V., Kuzmenko A.A., Spasennikov V.V. Analysis of invention patenting dynamics in sphere of human life needs satisfaction. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Bryansk State Technical University.* 2017;(4):183–191 (In Russ.).
22. Alexandrov Y.D., Grigoriev Y.V. Informational-analytical maintenance of the process of intellectual property management. *Controlling.* 2018;(69):34–41 (In Russ.).

23. **Аникина А.В., Аникин В.И.** Допинг в спорте как исследовательская проблема: обзор российских публикаций. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2018;13(4):48–54.
24. **Воронина В.Т.** Особенности внедрения инновационных технологий в легкую атлетику. Региональный вестник. 2020;(1):55–56.
25. **Учеваткина Н.В., Поддубская Е.А., Валяевский А.Ю.** Современные автоматизированные патентные базы. В: Цифровые технологии в образовании, науке, обществе: материалы XIII всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет; 2019, с. 189–192.
26. **Зарипов И.А.** К вопросу о регламентации проведения спортивных соревнований. В: Актуальные вопросы местного самоуправления в Российской Федерации: сборник научных статей по итогам I Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню местного самоуправления. Стерлитамак: Башкирский государственный университет; 2018, с. 31–34.
27. **Ширков Ю.А.** Технологический допинг, как новое ограничение для спортсменов. Региональный вестник. 2020;(6):48–50.
28. **Куатбеков Ш.Н.** Использование информационных технологий в области физической культуры и спорта. В: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург: Оренбургский государственный университет; 2020, с. 3236–3239.
29. **Шутова Т.Н.** Новые электронные и цифровые сервисы по физической культуре и спорту. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020;(6):410–413.
30. **Ноздреватых А.С.** Правовой статус профессионального спортсмена. Постулат. 2018;(6):68.
31. **Шахов Д.В.** Проблемы соблюдения прав человека при применении спортивных санкций. В: Правоприменительная деятельность: история и современность: Материалы Международной научной конференции, посвященной памяти доцента М.В. Геворкяна. Псков: Псковский государственный университет; 2017, с. 83–90.
32. **Алимов И.Ю., Ананьина Л.Г.** Применение и перспективы развития цифровизации в спортивной индустрии. В: Искусственный интеллект и цифровая экономика: взгляд студенчества: материалы I Всероссийской студенческой научно-практической конференции. М.: Государственный университет управления; 2020, с. 338–340.
33. **Курганова Е.В., Овчинникова А.С.** Цифровые технологии в современном фитнесе. В: Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXIX Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и просвещение; 2019, с. 40–42.
34. **Стеценко Н.В., Широбакина Е.А.** Цифровизация в сфере физической культуры и спорта: состояние вопроса. Наука и спорт: современные тенденции. 2019;22(1):35–40.
35. **Хайруллин И.Т., Безбородова А.Е.** Цифровые технологии в тренировках и физической культуре. В: Современные проблемы физического воспитания и спорта, безопасности жизнедеятельности в системе образования: сборник научных трудов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова; 2019, с. 567–570.
23. **Anikina A.V., Anikin V.I.** Dope in sport as research topic (Russian contributions review). Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kul'tury i sporta = The Russian Journal of Physical Education and Sport. 2018;13(4): 48–54 (In Russ.).
24. **Voronina V.T.** Peculiarities of implementation of innovative technologies in track and field athletics. Regional'nyi vestnik [Regional Herald]. 2020;(1):55–56 (In Russ.).
25. **Uchevatkina N.V., Poddubskaya E.A., Valyavskii A.Yu.** Modern automated patent databases. In: Digital technology in education, science, society. Materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University; 2019, p. 189–192 (In Russ.).
26. **Zaripov I.A.** The question of regulation of sporting events. In: Topical issues of local governance in the Russian Federation. Collection of scientific articles on the results of the I All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the Day of Local Self-Government. Sterlitamak: Bashkir State University; 2018, p. 31–34 (In Russ.).
27. **Shirkov Yu.A.** Technological doping as a new restriction for athletes. Regional'nyi vestnik [Regional Herald]. 2020;(6):48–50 (In Russ.).
28. **Kuatbekov Sh.N.** Use of information technologies in physical culture and sports. In: University complex as a regional center of education, science and culture. Materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference. Orenburg: Orenburg State University; 2020, p. 3236–3239 (In Russ.).
29. **Shutova T.N.** New electronic and digital services for physical culture and sports. Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. 2020;(6):410–413 (In Russ.).
30. **Nozdrevatykh A.S.** The legal status of a professional athlete. Postulat. 2018;(6):68 (In Russ.).
31. **Shakhov D.V.** The problems of observance of human rights in the application of sporting sanctions. In: Law-enforcement activity: history and modernity. Materials of the International Scientific Conference dedicated to the memory of Associate Professor M.V. Gevorkyan. Pskov: Pskov State University; 2017, p. 83–90 (In Russ.).
32. **Alimov I.Ju., Anan'ina L.G.** Implementation and prospects of digitalization development in sports industry. In: Students' opinion on artificial intelligence and digital economy. Materials of the I All-Russian student scientific and practical conference. Moscow: State University of Management; 2020, p. 338–340 (In Russ.).
33. **Kurganova E.V., Ovchinnikova A.S.** Digital technologies in modern fitness. In: Modern education: topical issues, achievements and innovations. Collection of articles of the XXIX International Scientific and Practical Conference. Penza: Nauka i prosveshchenie; 2019, p. 40–42 (In Russ.).
34. **Stetsenko N.V., Shirobakina E.A.** The digitalization in the field of physical education and sport: status of the issue. Nauka i sport: sovremennye tendentsii = Science and sport: current trends. 2019;22(1):35–40 (In Russ.).
35. **Khairullin I.T., Bezborodova A.E.** Digital technologies in training and physical culture. In: Current issues in physical education and sports, health and safety in the education system. Collection of scientific papers of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Pedagogical University. I.N. Ulyanov; 2019, p. 567–570 (In Russ.).
36. **Voronina V.T.** Factors affecting the results of sprint running competition and problems of their development. Regional'nyi vestnik [Regional Herald]. 2020;(11):33–35 (In Russ.).

36. **Воронина В.Т.** Факторы, влияющие на результативность соревнований по спринтерскому бегу и проблемы их развития. Региональный вестник. 2020;(11):33–35.
37. **Corbí-Santamaría P., Jiménez-Velayos A., Corbí M., García-Lopez J.** Biomechanical analysis of spikes shoe's effects on the sprint performance of male sprinters., *Rev. Int. Cienc. Deporte.* 2018;14(53):243–255. <https://doi.org/10.5232/ricyde2018.05305>
38. **Drougkas D., Karatsis E., Papagiannaki M., Chatzimoisiadis S., Arabatzi F., Maropoulos S., Tsouknidas A.** Gait-specific optimization of composite footwear midsole systems, facilitated through dynamic finite element modelling. *Appl. Bionics Biomech.* 2018;(6520314). <https://doi.org/10.1155/2018/6520314>
39. **Fahmi F., Mukhlis H., Siregar B.** Electrical signal recording on leg muscle for footwear ergonomic analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019;505:012036. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/505/1/012036>
40. **Дробот А.С., Маркова М.А.** Спортивная обувь. В: Конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; 2019, с. 3828–3831.
41. **Дубатовкин В.И.** Беговые поверхности и адаптация спортсмена к разным скоростям бега. В: Актуальные проблемы и перспективы развития индивидуально-игровых видов спорта: материалы Всероссийской заочной научной конференции. М.: Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма; 2018, с. 97–102.
42. Актуальные вопросы физического воспитания молодежи и студенческого спорта: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Саратов: Саратовский источник; 2018. 351 с.
43. **Астахова Д.Ф.** Безопасная тренировка — надежная спортивная форма. В: Безопасность городской среды: Материалы V Международной научно-практической конференции. Омск: Омский государственный технический университет; 2018, с. 96–98.
44. **Вашляева И.В., Шуралёва Н.Н.** Специфика спортивной одежды и обуви для занятий различными видами спорта. В: Педагогика и современное образование: традиции, опыт и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и Просвещение; 2018, с. 166–168.
45. **Миролюбов Ю.Б., Игнатъева А.Ю., Богданова В.И.** Мембранные ткани для спортивной одежды. В: Новые технологии и материалы легкой промышленности: сборник статей XV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет; 2019, с. 42–45.
46. **Пашкова Т.А.** Практические занятия по бегу в вузе: разновидности и их воздействие на организм человека. Вопросы педагогики. 2019;(10-2):143–147.
47. **Hoogkamer W., Snyder K.L., Arellano C.J.** Modeling the Benefits of Cooperative Drafting: Is There an Optimal Strategy to Facilitate a Sub-2-Hour Marathon Performance? *Sports Med.* 2018; 48(12):2859–2867. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0991-4>
48. **Овчинников Ю.Д., Жирова Ю.В.** Биомеханика бега: трейлраннинг и сайклинг. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017;(5-2):74–77.
49. **Воронина В.Т.** Базовые элементы экипировки для марафона. Региональный вестник. 2020;(6):42–43.
50. **Кузнецов К.О., Хабибуллин И.М.** Особенности оздоровительного бега во время занятий физической культурой в зимний период. В: Перспективы развития студенческого
37. **Corbí-Santamaría P., Jiménez-Velayos A., Corbí M., García-Lopez J.** Biomechanical analysis of spikes shoe's effects on the sprint performance of male sprinters., *Rev. Int. Cienc. Deporte.* 2018;14(53):243–255. <https://doi.org/10.5232/ricyde2018.05305>
38. **Drougkas D., Karatsis E., Papagiannaki M., Chatzimoisiadis S., Arabatzi F., Maropoulos S., Tsouknidas A.** Gait-specific optimization of composite footwear midsole systems, facilitated through dynamic finite element modelling. *Appl. Bionics Biomech.* 2018;(6520314). <https://doi.org/10.1155/2018/6520314>
39. **Fahmi F., Mukhlis H., Siregar B.** Electrical signal recording on leg muscle for footwear ergonomic analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019;505:012036. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/505/1/012036>
40. **Drobot A.S., Markova M.A.** Athletic shoes. In: Conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shuhov. Belgorod: Belgorod State Technological University V.G. Shukhova; 2019, p. 3828–3831 (In Russ.).
41. **Dubatovkin V.I.** Running surfaces and adaptation of athletes to different speeds of running. In: Contemporary issues and prospects of individual and team sports development. Materials of the All-Russian correspondence scientific conference. Moscow: Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism; 2018, p. 97–102 (In Russ.).
42. Topical issues in physical education of young people and university sports. Collection of works of the All-Russian Scientific-Practical Conference. Saratov: Saratovskii istochnik; 2018, 351 p. (In Russ.).
43. **Astakhova D.F.** Safe training — reliable sports uniform. Safety of urban environment. Materials of the V International Scientific and Practical Conference. Omsk: Omsk State Technical University; 2018, p. 96–98 (In Russ.).
44. **Vashlyeva I.V., Shuraleva** Specific features of clothing and footwear for various athletic disciplines. In: Pedagogics and modern education: traditions, experience and innovations. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Penza: Nauka i Prosveshchenie; 2018, p. 166–168 (In Russ.).
45. **Mirolyubov Yu.B., Ignat'eva A.Yu., Bogdanova V.I.** Fabric membrane for sportswear. In: New technologies and materials of light industry. Collection of articles of the XV International Scientific and Practical Conference with elements of a scientific school for students and young scientists. Kazan: Kazan National Research Technological University; 2019, p. 42–45 (In Russ.).
46. **Pashkova T.A.** Running training at university: varieties and their influence on human body. *Voprosy pedagogiki [Pedagogical issues].* 2019;(10-2):143–147 (In Russ.).
47. **Hoogkamer W., Snyder K.L., Arellano C.J.** Modeling the Benefits of Cooperative Drafting: Is There an Optimal Strategy to Facilitate a Sub-2-Hour Marathon Performance? *Sports Med.* 2018; 48(12):2859–2867. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0991-4>
48. **Ovchinnikov Yu.D., Zhirova Yu.V.** Biomechanics of running: trail running and cycling. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk [Contemporary issues of humanities and sciences].* 2017;(5-2):74–77 (In Russ.).
49. **Voronina V.T.** Basic elements of the kit for marathon. *Regional'nyi vestnik [Regional Herald].* 2020;(6):42–43 (In Russ.).
50. **Kuznetsov K.O., Habibullin I.M.** Peculiarities of recreational run during physical exercises in winter. In: Prospects of development of university sports and Olympism. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference of students with international participation. Voronezh: RITM; 2020, p. 384–387 (In Russ.).

спорта и олимпизма: сборник статей Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов. Воронеж: РИТМ; 2020, с. 384–387.

51. **Налимова М.Н.** Польза бега в зимнее время года. Наука XXI века: актуальные направления развития. 2019;(2-2):145–147.

52. **Клименко С.С., Северин Н.Н., Гусев Ю.М., Баландин О.С.** Профилактика травматизма у бегунов на средние и длинные дистанции. Современный ученый. 2020;(1):18–21.

53. **Каменев А.В.** Польза бега в темное время суток. Наука-2020. 2019;(5):21–24.

54. **Чернуха К.О.** Особенности развития информационных ресурсов для сопровождения патентной деятельности. В: *Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных.* Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет; 2020, с. 322–325.

55. **Кашеварова Н.А., Андреева А.А., Пономарева Е.И.** Цифровые инструменты патентных исследований. Вопросы инновационной экономики. 2020;10(2):1059–1074.

56. Информационная система для патентного поиска «Яндекс» [Интернет]. Режим доступа: <https://www.yandex.ru/patents> (дата доступа: 09.09.2020).

57. Информационная система для патентного поиска Google [Интернет]. Режим доступа: <https://www.patents.google.com> (дата доступа: 09.09.2020).

58. **Frank B., Donnelly C.** Conducting research in sports engineering education. *Sports Engineering.* 2018;21(4):255–265. <https://doi.org/10.1007/s12283-018-0277-y>

59. **Козодой Т.С., Ясинская Н.Н., Скобова Н.В.** Разработка концептуальной модели проектирования слоистых композиционных текстильных материалов для спортивной обуви. В: *Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности.* Витебск: Витебский государственный технологический университет; 2018, с. 36–39.

60. **Linthorne N.,** Design and Materials in Athletics. *Materials in Sports Equipment.* 2019:403–429. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102582-6.00014-9>

61. **Пономарь Д.С., Казначеев В.В.** Современные научные особенности занятия бегом. В: *Научные исследования и современное образование: материалы VII Международной научно-практической конференции.* Чебоксары: Интерактив плюс; 2019, с. 9–10.

62. **Кулиничева Е.** «Кроссовочный кризис». Трансгрессивная репутация спортивной обуви в повседневном гардеробе. *Теория моды: одежда, тело, культура.* 2018;(47):131–153.

63. **Lin H., Jiang Z.** Study on the effect of rubber sole on pressure change of foot movement. *Leather and Footwear Journal.* 2018;18(1):33–38. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.1.4>

64. **Lichtenstein E., Donath L., Oeri A., Oeri A., Roth R.** Performance, stride characteristics, and muscle activity while running with a traditional compared to a newly developed running shoe. *Kinesiology.* 2018;50:126–132.

65. **Куршаков А.К., Красавчикова А.П.** Оценка качества экипировки для бега. Молодые ученые — развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК). 2016;(1):384–386.

66. **Мирзоян Н.** Идеальная обувь для тренировок. В: *Шаг в науку: материалы VI региональной научно-образовательной конференции.* Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева; 2016, с. 123–124.

67. **Куклина Н.А., Никитина Л.Л.** Обзор инновационных конструктивных решений футбольной обуви. В: *Фундаментальные*

51. **Nalimova M.N.** The benefit of running in the winter time. *Nauka XXI veka: aktual'nye napravleniya razvitiya [Science of the XXI century: main development directions].* 2019;(2-2):145–147 (In Russ.).

52. **Klimenko S.S., Severin N.N., Gusev Yu.M., Balandin O.S.** Prevention of injuries in runners for middle and long distances. *Sovremennyi Uchenyi = Modern scientist.* 2020;(1):18–21 (In Russ.).

53. **Kamenev A.V.** The benefit of the running in dark time of the day. *Nauka-2020 [Science-2020].* 2019;(5):21–24 (In Russ.).

54. **Chernukha K. O.** Features of the development of information resources to support patent activity. In: *Basic and applied scientific research of young scientists. Collection of materials of the IV International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists.* Omsk: Siberian State Automobile and Highway University; 2020, p. 322–325 (In Russ.).

55. **Kashevarova N.A., Andreeva A.A., Ponomareva E.I.** Digital tools for patent researches. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki = Russian Journal of Innovation Economics.* 2020;10(2):1059–1074 (In Russ.).

56. Information system for patent search Yandex [Internet]. Available from: <https://www.yandex.ru/patents> [accessed 2020 September 09].

57. Information system for patent search Google. [Internet]. Available from: <https://www.patents.google.com> [accessed 2020 September 09].

58. **Frank B., Donnelly C.** Conducting research in sports engineering education. *Sports Engineering.* 2018;21(4):255–265. <https://doi.org/10.1007/s12283-018-0277-y>

59. **Kozodoi T.S., Yasinskaya N.N., Skobova N.V.** Development of a conceptual design model of multilayer composite clothing materials for athletic shoes. In: *Innovative technology in textile and light industry.* Vitebsk: Vitebsk State Technological University; 2018, p. 36–39 (In Russ.).

60. **Linthorne N.,** Design and Materials in Athletics. *Materials in Sports Equipment.* 2019:403–429. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102582-6.00014-9>

61. **Ponomar' D.S., Kaznacheev V.V.** Modern scientific special aspects of running. In: *Scientific studies and modern education. Materials of the VII International scientific and practical conference.* Cheboksary: Interaktiv plyus; 2019, p. 9–10 (In Russ.).

62. **Kulinicheva E.** “Training shoes crisis”. Transgressive reputation of athletic shoes as an item of casual clothes. *Teoriya mody: odezhd, telo, kul'tura [Theory of fashion: clothing, body, culture].* 2018;(47):131–153 (In Russ.).

63. **Lin H., Jiang Z.** Study on the effect of rubber sole on pressure change of foot movement. *Leather and Footwear Journal.* 2018;18(1):33–38. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.1.4>

64. **Lichtenstein E., Donath L., Oeri A., Oeri A., Roth R.** Performance, stride characteristics, and muscle activity while running with a traditional compared to a newly developed running shoe. *Kinesiology.* 2018;50:126–132.

65. **Kurshakov A.K., Krasavchikova A.P.** Quality assessment of running outfit. *Molodye uchenye — razvitiyu tekstil'no-promyshlennogo klastera [Young scientists — about textile and industrial cluster development (POISK)].* 2016;(1):384–386 (In Russ.).

66. **Mirzoyan N.** Perfect shoes for training. In: *Step to science. Materials of the VI regional scientific and educational conference.* Orel: Orel State University named after I.S. Turgenev; 2016, p. 123–124 (In Russ.).

67. **Kuklina N.A., Nikitina L.L.** Overview of innovative design solutions of football shoes. In: *Fundamental and applied issues of*

и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: Сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет; 2019, с. 342–346.

68. **Подкопаева А.В., Конарева Ю.С.** Анализ конструктивных особенностей подошв обуви для бега. В: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2019): сборник материалов Международной научной студенческой конференции. М.: Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство); 2019, с. 13–17.

69. **Авакян Л.В.** Инновации в технологии современной спортивной обуви для безопасных и комфортных занятий спортом. Региональный вестник. 2020;(9):22–24.

70. **Могаддаси М.Х., Назаров Ю.В.** Влияние инновационных технологий на развитие эргодизайна спортивной обуви. Дизайн и технологии. 2013;(37):12–22.

71. **Подкопаева А.В., Конарева Ю.С.** Становление спортивной обуви с развитием технологий ее производства. В: Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии: сборник научных трудов. М.: Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство); 2018, с. 196–200.

Информация об авторе:

Бегнарский Владимир Владимирович, к.т.н., студент юридического факультета ЧОУВО «Московский университет им. С. Ю. Витте», 115432, Россия, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 12, стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3150-950X> (+7 (977) 821-84-63; begnarskii@gmail.com)

Information about the author:

Vladimir V. Begnarskii, PhD Tech., student of Law School, Moscow Witte University, 12/1, 2nd Kozhukhovskiy travel, Moscow, 115432, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3150-950X> (+7 (977) 821-84-63; begnarskii@gmail.com)

creating materials and aspects of textile and light industry technology. Collection of articles of the All-Russian Scientific and Technical Conference. Kazan: Kazan National Research Technological University; 2019, p. 342–346 (In Russ.).

68. **Podkopaeva A.V., Konareva Yu.S.** Analysis of design features of running shoes soles. In: Innovative development of light and textile industry (INTEX-2019). Collection of materials of the International Scientific Student Conference. Moscow: Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art); 2019, p. 13–17 (In Russ.).

69. **Avakyan L.V.** Innovations in technology of modern athletic shoes for safe and comfortable sporting activities. Regional'nyi vestnik [Regional Herald]. 2020;(9):22–24 (In Russ.).

70. **Mogaddasi M.Kh., Nazarov U.V.** Influence of innovative technologies on the ergo-design improvement of sport shoe. Dizain i tekhnologii = Design and technology. 2013;(37):12–22 (In Russ.).

71. **Podkopaeva A.V., Konareva Yu.S.** Athletic shoes development along of advances in their production technology. In: Technology, design, science, education in the context of inclusion. Collection of scientific papers. Moscow: Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art); 2018, p. 196–200 (In Russ.).

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.8>

УДК 616.72-003.8-06]:796/799:61

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Комплексный подход в оценке осложнений деформирующих остеоартрозов в спортивной медицине

И.С. Воробьева*, В.Б. Бородулин, В.В. Никитина

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: прогноз тромбоэмболических осложнений с помощью клинико-диагностических маркеров. **Материалы и методы.** В исследовании принял участие 151 пациент, которым было проведено тотальное эндопротезирование (ТЭП) крупных суставов нижних конечностей. Исследовалась сыворотка крови при поступлении больного в стационар, после оперативного вмешательства и при выписке из стационара. Определяли: клеточно-молекулярный маркер фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), методом пироксигенирования было проведено генетическое исследование по профилю «Плазма-скрин. Плазменные факторы системы свертывания крови». Содержание VEGF определяли в сыворотке крови с помощью твердофазного иммуноферментного анализа. Эффективность диагностики по анализу чувствительности и специфичности рассматривалась с помощью построения ROC-анализа при разных точках разделения значений исследуемых показателей. **Результаты.** Определена диагностическая значимость VEGF и эффективность определения PAI-1. У больных с повышенными значениями VEGF (>183,6 пг/мл) был выявлен полиморфизм гена PAI-1, который способствует снижению фибринолитической активности системы крови и усиливает риск коронарных нарушений. Это особенно важно для пациентов, находящихся в условиях стационара, имеющих большое количество факторов риска развития ВТЭО из-за длительной иммобилизации конечности. Проведенное исследование позволило определить, что при значениях содержания VEGF до 183,6 пг/мл прогнозируется низкая вероятность возникновения тромбоэмболических осложнений, а при значениях свыше 183,6 пг/мл — высокая. **Выводы.** Течение деформирующих остеоартрозов (ДОА) у спортсменов может осложняться оперативными внутрисуставными вмешательствами травматолого-ортопедического профиля, что не исключает развитие венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО), существенно затрудняя медикаментозную терапию и реабилитационный период. Представленные данные показывают, что определение VEGF, полиморфизма 5G -675 4G гена PAI-1 в сыворотке крови может быть использовано для оценки риска возникновения ВТЭО, способствуя современной информативной диагностике, улучшению качества жизни спортсменов и удлинению их спортивной карьеры.

Ключевые слова: спорт, деформирующие остеоартрозы, генетические полиморфизмы, VEGF, PAI-1, тромбоэмболические осложнения

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Воробьева И.С., Бородулин В.Б., Никитина В.В. Комплексный подход в оценке осложнений деформирующих остеоартрозов в спортивной медицине. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(4):15–21. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.8>

Поступила в редакцию: 14.10.2020

Принята к публикации: 2.12.2020

Online first: 19.02.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

An integrated approach to assess the complications of deforming osteoarthritis in sports medicine

Irina S. Vorobyova*, Vladimir B. Borodulin, Viktoria V. Nikitina

Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia

ABSTRACT

Objective: prognosis of thromboembolic complications using clinical diagnostic markers. **Materials and methods.** The study involved 151 patients who underwent total arthroplasty (TA) of large joints of the lower extremities. Blood serum was studied at the patient's admission to the hospital, after surgery, and at discharge from the hospital. The following parameters were determined: cell-molecular marker vascular endothelial growth factor (VEGF), a genetic study was performed using the "Plasma screen. Plasma factors of the blood clotting system". The content of VEGF was determined in blood serum using solid-phase enzyme immunoassay. The effectiveness of diagnostics based on sensitivity and specificity analysis was considered by constructing a ROC analysis at different points of separation of the values of the studied indicators. **Results.** Diagnostic significance of VEGF and the efficiency of determining PAI-1 were determined. In patients with elevated VEGF values (>183.6 pg/ml), PAI-1 gene polymorphism was detected, which

reduces the fibrinolytic activity of the blood system and increases the risk of coronary disorders. This is especially important for patients in a hospital with a large number of risk factors for the development of VTEC due to prolonged immobilization of the limb. The study made it possible to determine that with VEGF values up to 183.6 pg/ml, a low probability of thromboembolic complications is predicted, and with values above 183.6 pg/ml — high.

Conclusion. The course of DOA in athletes may be complicated by surgical intra-articular interventions of traumatological and orthopedic profile, which does not exclude the development of VTEC, significantly complicating drug therapy and the rehabilitation period. The presented data show that the determination of VEGF, 5G-675 4G polymorphism of the PAI 1 gene in blood serum can be used to assess the risk of venous thromboembolic complications (VTE), contributing to modern informative diagnostics, improving the quality of life of athletes and prolonging their sports career.

Keywords: sport, deforming osteoarthritis, genetic polymorphisms, VEGF, PAI-1, thromboembolic complications

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

For citation: Vorobyova I.S., Borodulin V.B., Nikitina V.V. An integrated approach to assess the complications of deforming osteoarthritis in sports medicine. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):15–21 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.8>

Received: 14 October 2020

Accepted: 2 December 2020

Online first: 19 February 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

В современном спорте человек близок к пределу своих физических возможностей. Спортивные достижения требуют огромного увеличения частоты и объема физических нагрузок, что может создавать тенденцию к мышечному перенапряжению спортсменов. Тренировка в спорте отличается тем, что атлет вынужден в течение нескольких часов многократно повторять один и тот же двигательный элемент, что сопровождается нагрузкой на мышечные группы, суставы и сухожилия [1].

Чаще всего врачи рассматривают крупные суставы как мишени спортивной травмы. Связочный аппарат, внутрисуставные пространства и ткани суставов страдают не только от постоянного повреждения извне, но и испытывают значительные изменения из-за мышечного перенапряжения и механической работы «на разрыв» [2–4]. Повреждения крупных (коленного, тазобедренного, плечевого) суставов могут приводить к формированию деформирующих артрозов, хондромалиции и хронических воспалений.

Несмотря на то что деформирующие остеоартрозы (ДОА) чаще сопровождают пожилой возраст, одной из главных причин формирования этого заболевания, наряду с наследственной предрасположенностью и избыточным весом, являются профессиональные нагрузки на костно-мышечную систему и спортивные травмы [1]. Также риск развития ДОА резко повышается у людей с врожденной патологией опорно-двигательного аппарата.

Есть мнения, что ДОА — это мультифакториальное заболевание с дегенеративными изменениями суставного хряща, среди которых можно выделить 2 основных изменения: механическая (функциональная) перегрузка хряща и снижение его резистентности к физиологической нагрузке.

Хрящевой олигомерный матриксный протеин (cartilage oligomeric matrix protein (COMP)) — это неколлагеновый гликопротеин, относящийся к внеклеточным

белкам семейства тромбоспондина. Основное место его нахождения — соединительная ткань, а точнее внеклеточный матрикс хрящевой ткани суставов. Молекулы COMP могут связывать между собой коллагеновые волокна, фиксируя при этом коллагеновую систему в хрящевые ткани. Также он обладает кальций-связывающими свойствами. Исследования по изучению функций COMP выявили молекулярные механизмы, которые имеют большое значение в развитии скелетных заболеваний [5].

При лечении повреждений и заболеваний костно-мышечной системы венозные тромбозы и тромбоэмболические осложнения (ВТЭО) являются одними из наиболее частых. Кроме того, ВТЭО является ведущей причиной патогенеза острой сосудистой патологии при эндопротезировании крупных суставов. Для предотвращения этих нежелательных состояний в комплексной терапии широко применяют антикоагулянты, чаще это низкомолекулярные гепарины (НМГ).

В последнее время стало известно о генетически обусловленных дефектах гемостаза, которые и могут способствовать развитию тромбоза (мутация ингибитора активатора плазминогена — PAI-1). Поэтому возможно объяснение ранее необъяснимых случаев тромботических осложнений. Главной характеристикой полиморфных вариантов этих генов является то, что они способны длительное время себя не проявлять. Выяснение этих дополнительных условий способствует эффективно и своевременно предотвращать развитие заболеваний, а самое главное — осложнений у носителей вариантных генов.

Одной из первостепенных задач спортивной медицины является разработка профилактики осложнений после оперативного вмешательства в результате травм опорно-двигательного аппарата, количество которых в последние годы только растет.

Цель исследования: прогнозирование тромбоэмболических осложнений с помощью клинико-диагностических маркеров.

Задачи исследования:

1. Изучить функциональную активность сосудистой стенки по VEGF-A у больных травматолого-ортопедического профиля.

2. Определить генетическую склонность к развитию тромбозоболоческих осложнений у лиц, находящихся в отделениях травматолого-ортопедического профиля.

2. Материалы и методы

Проведено обследование 151 пациента, которым было проведено тотальное эндопротезирование (ТЭП) крупных суставов нижних конечностей, из которых мужчин — 51 (34 %), женщин — 100 (66 %) в возрасте 25–68 лет, находящихся на лечении в Саратовском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии.

Критерии включения: возраст 25–70 лет, наличие первичного коксартроза III стадии, первичный гонартроз.

Критерии исключения: сахарный диабет и физикальный статус пациентов, позволяющий отнести их к I или II классу по классификации ASA (Американской ассоциации анестезиологов).

Методы исследования:

1. Лабораторному исследованию подвергалась сыворотка крови на момент поступления больного в стационар, после оперативного вмешательства, а также на момент выписки из стационара. Определяли: клеточно-молекулярный маркер фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), генетическое исследование проводилось с помощью метода пиросеквенирования по профилю «Плазмо-скрин. Плазменные факторы системы свертывания крови».

2. Содержание VEGF определяли в сыворотке крови с помощью твердофазного иммуноферментного метода (наборы фирм Biosource, Europe S.A.), на иммуноферментном анализаторе Stat-Fax-2100.

3. Генетические полиморфизмы исследовались на приборе системы генетического анализа PyroMark Q24 (производство Qiagen, Германия), с использованием реагентов — выделение ДНК: «ДНК-сорб-В» (производство ФБУН «ЦНИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора), ПЦР и пиросеквенирование: «АмплиСенсПироскрин», форма 6 «Плазмо-скрин» (производство ФБУН «ЦНИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора) PyroMarkGold Q96 Reagents (производство Qiagen, Германия).

4. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакетов компьютерных программ

Statistica v 6.0 (StatSoftInc.), SPSS 13.0 for Windows, Office Excel 2007. Последовательность изменения концентраций содержания молекулярных маркеров в крови исследовали с применением методов описательной статистики (непараметрическая статистика с расчетом медианы, квартильного размаха, уровня достоверности различия между группами обследованных по критерию Манна — Уитни).

5. После хирургического вмешательства (на 2–3-й день) пациентам был назначен низкомолекулярный гепарин (НМГ) «Эноксапарин» («Клексан») в дозе 40 мг один раз в день подкожно и до момента выписки больного из стационара (на 7–10-й день). Медицинскими показаниями к использованию «Клексана» были эндопротезирование тазобедренного сустава (49,7 %), эндопротезирование коленного сустава (32,7 %), а также другие оперативные вмешательства на крупных суставах (17,6 %). Контрольную группу составили 20 практически здоровых человек: 9 мужчин и 11 женщин, сопоставимых по полу и возрасту с обследуемыми лицами.

6. Действенность диагностики по анализу чувствительности и специфичности рассматривалась с помощью построения характеристической кривой (ROC-анализ) при разных точках разделения значений исследуемых показателей [6].

3. Результаты исследования и их обсуждение

При анализе диагностической эффективности VEGF при тотальном эндопротезировании была выявлена его достоверная значимость. Во всех анализируемых случаях VEGF обладает высокими характеристиками чувствительности и специфичности — выше 83 % (табл. 1). Диагностический порог подбирался в соответствии с наиболее актуальными клиническими запросами.

Нами установлено, что на 2–3-й день после операции в сыворотке крови больных наблюдается увеличение концентрации VEGF. Нарастание концентраций VEGF в сыворотке крови прослеживается и в дальнейшем, что подтверждается значениями данного показателя при выписке больных относительно их значений при поступлении, несмотря на проводимую терапию с применением низкомолекулярных гепаринов (табл. 2).

Полученные результаты также позволили выделить среди пациентов группу с повышенными значениями VEGF в сыворотке крови при поступлении (группа 1). Группу 2 составили пациенты с нормальным уровнем VEGF (таблица 1). Из таблицы 2 видно, что в группе 1

Таблица 1

Специфичность и чувствительность VEGF у больных травматолого-ортопедического профиля

Table 1

Specificity and sensitivity of VEGF in patients with traumatological and orthopedic profile

Величина cutoff (диагностический уровень) / Cutoff value (diagnostic level)	Чувствительность / Sensitivity	Специфичность / Specificity
183,6	83 %	100 %

Таблица 2

Содержание VEGF у больных с тотальным эндопротезированием

Table 2

The content of VEGF in patients with total hip

Исследуемые показатели / The studied indicators	Исследуемые группы / The studied groups	При поступлении / At admission	2–3-й день после опера- ции / 2–3 days after surgery	При выписке / At discharge
VEGF, pg/ml (<i>M ± s</i>)	Группа 1/ Group 1 (<i>n</i> = 40)	228,0 ± 52,8	234,1 ± 58,1	242,2 ± 55,4
	Группа 2 / Group 2 (<i>n</i> = 111)	117,6 ± 39,4	139,2 ± 34,6	134,1 ± 39,0
	Контрольная группа / Control group	101,1 ± 32,8		

Таблица 3

Профиль генетического исследования «Плазмо-скрин. Плазменные факторы системы свертывания крови»

Table 3

Profile of genetic research “Plasma-screen. Plasma factors of the blood coagulation system”

Ген, функция гена / Gene, gene function	Полиморфизм / Polymorphism	Аллель / Allele	
		«нейтральный» / “Neutral”	«риска» / “risk”
F2 протромбин (фактор II свертывания крови). Кодировывает предшественник тромбина, стимулирующего образование тромба / F2 prothrombin (coagulation factor 2). Encodes a thrombin-forming thrombin precursor	20210 G> A, rs1799963	G/G	G/A, A/A
F5 (фактор V свертывания крови). Кодировывает белковый кофактор образования тромбина из протромбина / F5 (coagulation factor V). Encodes a protein cofactor in the formation of thrombin from prothrombin	R534Q G>A, rs 6025	G/G	G/A,A/A
F7 (фактор VII свертывания крови). Кодировывает белок, участвующий в образовании тканевой протромбиназы, отвечает за превращение протромбина в тромбин / F7 (coagulation factor VII). Encodes a protein involved in the formation of tissue prothrombinase, is responsible for the conversion of prothrombin to thrombin	R353Q G>A, rs 6046	G/G	G/A,A/A
FGB-фибриноген (фактор I свертывания крови). Кодировывает предшественник фибрина, образующий основу фибринового тромба / FGB fibrinogen (coagulation factor I). Encodes a fibrin precursor that forms the basis of a fibrin thrombus	455QG> A, rs1800790	G/G	G/A, A/A
Серпин I (PAI-I) антагонист тканевого активатора плазминогена. Кодировывает витамин K-зависимый протеолитический фермент, который активируется под действием тромбина / Serpin I (PAI-I) is an antagonist of tissue plasminogen activator. Encodes a vitamin K-dependent proteolytic enzyme that is activated by thrombin	-675 5G>4G, rs 1799768	5G/5G	5G/4A, 4G/4G

рост концентраций маркера эндотелиальной дисфункции в сыворотке крови в дальнейшем продолжается, что подтверждается ростом значений VEGF при выписке больных по сравнению с их значениями при поступлении, в группе 2 этот показатель находится в диапазоне нормальных значений.

На основании тщательного анализа результатов возникает вопрос о разнонаправленности реакции со стороны VEGF на проводимую тромбоземболическую профилактику НМГ.

Методом случайной выборки в группе пациентов с уровнем VEGF в сыворотке крови ниже диагностически значимого уровня (<183,6 пг/мл) было проведено генетическое исследование профилем «Плазмо-скрин» (табл. 3).

Полученные данные позволили нам сделать заключение о том, что у больных с повышенными значениями VEGF (>183,6 пг/мл) был выявлен полиморфизм гена PAI-1, который способствует снижению фибринолитической активности системы крови и усиливает риск коронарных нарушений. Это особенно важно для пациентов, находящихся в условиях стационара, имеющих большое количество факторов риска развития ВТЭО из-за длительной иммобилизации конечности. Проведенное исследование позволило определить, что при значениях содержания VEGF до 183,6 пг/мл прогнозируется низкая вероятность возникновения тромбоземболических осложнений, а при значениях свыше 183,6 пг/мл — высокая.

Гетерозиготная (GA) и гомозиготная (AA) мутации гена фактора II в исследуемой группе не встречались, так

же как и аллели V фактора риска (табл. 4). Встречаемость гетерозиготной мутации GA в гене фактора VII в исследуемой группе составила 20 %, что совпадает с частотой встречаемости такой мутации в европейской популяции (10–20 %). Ген фактора F VII с гомозиготной мутацией AA в исследуемой группе не встречался. В литературе имеются двойственные данные о полиморфизме гена фактора VII. Некоторые авторы представляют данные о повышении риска формирования тромбозов, другие же имеют на этот счет противоположное мнение [6]. Известно, что носительство мутантного аллеля R353Q A идентифицируется как фактор повышенного риска кровотечений.

В группе обследованных пациентов ген FGB-фибриноген выявлялся в 40 % случаев. Из них генотип GA (гетерозиготный) фактора GB установлен в 50 % случаев, так же как и гомозиготный вариант генотипа. В гене фибриногена вариант G-455A предполагает повышенную транскрипцию гена, а значит может приводить к повышенному уровню фибриногена в крови,

вследствие чего повышается вероятность возникновения тромбов, что, в свою очередь, способствует развитию инсульта с многоочаговостью поражений [7, 8]. Частота генотипов G/A, A/A встречается в популяции от 5 до 20 % случаев [9–11, 15].

Одной из частых причин снижения фибринолитической активности системы крови у лиц с тромбозами является полиморфизм 4G(-675)5G гена PAI-1, который в данном проведенном исследовании определялся в 80 % случаев. В 39 % случаев выявлялся генотип 5G4G (гетерозигота) гена ингибитора активности плазминогена типа I, в 41 % — гомозиготный 4G4G генотип. Полиморфизм гена PAI-1 в нежелательном варианте ведет к снижению фибринолитической активности системы крови, что способствует повышению риска венозных коронарных нарушений. Распространенность в популяции носительства генотипа 4G(-675)4G, по данным литературы, составляет от 5 до 30 %, а следовательно, риск тромбозов у таких людей значительно возрастает. Установлено, что концентрация PAI-1

Таблица 4

Распределение и частота встречаемости аллельных вариантов генов факторов системы гемостаза у обследованных пациентов

Table 4

The distribution and frequency of allelic variants of genes of factors of a hemostasis system in patients

Гены / Genes	Мутация / Полиморфизмы / Mutation / Polymorphism	Генотипы / Genotypes	Группа 1/ Group 1 (n = 40)		Группа 2/ Group 2 (n = 111)		Критерий Фишера / Fisher test / χ^2
			распределение генотипа / genotype distribution, %	частота аллеля / allele frequency	распределение генотипа / genotype distribution, %	частота аллеля / allele frequency	
F ₂	G20210 A	G/G	100	G = 0,99 A = 0,01	100	G = 0,99 A = 0,01	F = (-) p = 0,564
		G/A	0		0		
		A/A	0		0		
F ₅	GR534Q A	G/G	100	G = 0,99 A = 0,01	100	G = 0,99 A = 0,01	F = (-) p = 0,564
		G/A	0		0		
		A/A	0		0		
F ₇	GR353Q A	G/G	87	G = 0,935 A = 0,065	100	G = 0,99 A = 0,01	F = (-) p = 0,564
		G/A	13		0		
		A/A	0		0		
FGB	G455Q A	G/G	50	G = 0,75 A = 0,25	55	G = 0,725 A = 0,275	$\chi^2 = 7,95$ p = 0,047 (n = 3)
		G/A	50		40		
		A/A	0		5		
PAI-1	5G -675 4G	5G/5G	20	G = 0,395 A = 0,605	27	G = 0,555 A = 0,445	$\chi^2 = 7,69$ p = 0,053 (n = 3)
		5G/4A	39		27		
		4G/4G	41		46		

Примечание: проводилось сравнение контрольных и опытных частот с помощью критерия χ^2 на независимость при условии, что все значения частот сравниваемых признаков больше 5. При частотах меньше 5 сравнение проводилось с использованием точного критерия Фишера.

Note: the comparison of the control and experimental frequencies was carried out using the χ^2 criterion, provided that all the frequencies values of the compared features are greater than 5. When frequencies less than 5, the comparison was carried out using Fisher's test.

в плазме у носителей аллеля 4G(-675) на 25 % выше, чем с носительством аллеля 5G [12–15].

Становится очевидным, что только наличие соответствующего генотипа дает возможность предположить развитие сосудистых осложнений у больных с деформирующими остеоартрозами (табл. 4).

В литературе нет данных о прямом или косвенном взаимодействии VEGF с PAI-1 при деформирующих остеоартрозах. Анализ полученных нами результатов указывает на существование определенной взаимосвязи между ними. Мы считаем, что одним из возможных механизмов этой взаимосвязи может быть следующим.

Факт, что при патологических условиях, включая воспалительные и другие процессы, экспрессия PAI-1 разными клетками стимулируется цитокинами, известен. Это приводит к локальному концентрированию ингибитора и особенно важно в отношении тромбоцитов, содержащих большое количество PAI-1 в латентной форме. При активации тромбоцитов начинается секреция содержимого пулов их хранения во внешнюю среду. Освободившийся PAI-1 связывается с фибрином, что может объяснить относительную сопротивляемость к лизису фибриновых сгустков, которые богаты тромбоцитами. Дополнительно при активации тромбоцитов на наружной поверхности их мембраны

обнаруживаются большие количества кислых фосфолипидов, которые представляют собой центры связывания сериновых протеаз (тромбина, плазмина, tPA, APC и FXa). Это дает толчок либо к тромбообразованию, либо к ухудшению растворения фибрина. Таким образом, в случае активации тромбоцитов при воспалительных процессах происходит выброс PAI-1 и стимулирование образования VEGF [15].

Такие и другие похожие взаимодействия могут протекать на поверхности клеток эндотелия сосудов, что приводит к сужению просвета сосудов и сдвигу равновесия механизма свертывающей и противосвертывающей систем в сторону образования тромбов [13].

4. Выводы

1. Течение ДЮА у спортсменов может осложняться оперативными внутрисуставными вмешательствами травматолого-ортопедического профиля, что не исключает развитие ВТЭО, существенно затрудняя медикаментозную терапию и реабилитационный период.

2. Представленные данные показывают, что определение VEGF, полиморфизма 5G(-675) 4G гена PAI-1 в сыворотке крови может быть использовано для оценки риска возникновения ВТЭО, способствуя современной информативной диагностике, улучшению качества жизни спортсменов и удлинению их спортивной карьеры.

Вклад авторов:

Воробьева Ирина Сергеевна — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка;

Бородулин Владимир Борисович — редактирование;

Никитина Виктория Викторовна — статистическая обработка, написание текста.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Authors' contributions:

Irina S. Vorobyova — study concept and design, collection and processing of material, statistical processing;

Vladimir B. Borodulin — editing;

Viktoria V. Nikitina — statistical processing, article text writing.

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

Список литературы

1. **Смоленский А.В.** К вопросу о возможности использования глюкозамина сульфата в лечении посттравматического остеоартроза у спортсменов. РМЖ «Медицинское обозрение». 2014;(4):302.
2. **Lohmander L.S., Englund P.M., Dahl L.L., Roos E.M.** The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am. J. Sports Med.* 2007;35(10):1756–1769. <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>
3. **Gwinn D.E., Wilckens J.H., McDevitt E.R., Ross G., Kao T.C.** The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am. J. Sports Med.* 2000; 28(1):98–102. <https://doi.org/10.1177/03635465000280012901>
4. **Armsey T.D., Hosey R.G.** Medical aspects of sports: epidemiology of injuries, preparticipation physical examination, and drugs in sports. *Clin. Sports Med.* 2004;23(2):255–279. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2004.04.007>
5. **Стародубцева И.А., Васильев Л.А.** Сравнительный анализ уровня олигомерного матриксного протеина хряща в сыворотке крови пациентов с заболеваниями костно-мышечной системы. Клиническая лабораторная диагностика. 2016;61(2):83–86.

References

1. **Smolensky A.V.** On the possibility of using glucosamine sulfate in the treatment of post-traumatic osteoarthritis in athletes. *RMZh «Meditsinskoe obozrenie» = Russian Medical Review.* 2014;(4):302 (In Russ.).
2. **Lohmander L. S., Englund P. M., Dahl L. L., Roos E. M.** The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am. J. Sports Med.* 2007;35(10):1756–1769. <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>
3. **Gwinn D.E., Wilckens J.H., McDevitt E.R., Ross G., Kao T.C.** The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am. J. Sports Med.* 2000; 28(1):98–102. <https://doi.org/10.1177/03635465000280012901>
4. **Armsey T.D., Hosey R.G.** Medical aspects of sports: epidemiology of injuries, preparticipation physical examination, and drugs in sports. *Clin. Sports Med.* 2004;23(2):255–279. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2004.04.007>
5. **Starodubtseva I.A., Vasiliev L.A.** Comparative analysis of the level of oligomeric matrix protein of cartilage in the blood serum of patients with diseases of the musculoskeletal system. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Russian Clinical Laboratory Diagnostics.* 2016;61(2): 83–86 (In Russ.).

6. **Подчерняева К.С.** Тромбоз в педиатрической практике. *Врач.* 2006;(9):20–23.
7. **Вашукова Е.С.** Современные подходы к диагностике наследственных форм тромбофилии. *Российский педиатрический журнал.* 2008;(5):49–53.
8. **Жданова Л.В.** Причины ишемических инсультов у детей и подростков. *Педиатрия.* 2011;90(5):88–90.
9. **Козлова Т.В.** Наследственные дефекты в системе гемостаза как факторы риска тромбообразования. Эффективность и безопасность антикоагулянтной терапии варфарином: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.: 2006. 148 с.
10. **Лемаева И.В.** Тромбоэмболия легочной артерии и флелотромбозы у пациентов с тромбофилическими состояниями. Факторы риска, диагностика, лечение: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.: 2010. 124 с.
11. **Couturaud P., Kearon C.** Predictors of thrombosis in relatives of patients with venous thromboembolism. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2010;16(5):453–458. <https://doi.org/10.1097/MCP.0b013e32833bde6b>
12. **Makris M.** Thrombophilia: grading the risk. *Blood.* 2009;113(21):5038–5039. <https://doi.org/10.1182/blood-2009-02-203281>
13. **Айсина Р.Б., Мухаметова Л.И., Острякова Е.В., Середавкина Н.В., Патрушев Л.И., Патрушева Н.Л. и др.** Полиморфизм гена ингибитора активатора плазминогена типа 1, уровень плазминогена и тромбозы у пациентов с антифосфолипидным синдромом. *Биомедицинская химия.* 2014; 60(1):72–93.
14. **Чазов Е.И.** Пути снижения смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. *Терапевтический архив.* 2008;(8):11–16; Чазов Е.И., Кухарчук В.В., Бойцов С.А., ред.. *Руководство по атеросклерозу и ишемической болезни сердца.* М.: Медиа Медика; 2007. 736 с.
15. **Воробьева И.С., Бородулин В.Б., Никитина В.В., Гладили Г.П., Коваленко А.В.** Основные механизмы патогенетического развития деформирующих остеоартрозов. *Современные проблемы науки и образования.* 2019;(3):121.
6. **Podchernyaeva K.S.** Thrombosis in pediatric practice. *Doc-tor.* 2006;(9):20–23 (In Russ.).
7. **Vashukova E.S.** Modern approaches to the diagnosis of hereditary forms of thrombophilia. *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal = Russian Pediatric Journal.* 2008;(5):49–53 (In Russ.).
8. **Zhdanova L.V.** Causes of ischemic strokes in children and adolescents. *Pediatriya = Peditria.* 2011;90(5):88–90 (In Russ.).
9. **Kozlova T.V.** Hereditary defects in the hemocoagulation system as risk factors for thrombosis. Efficacy and safety of anticoagulant therapy with warfarin [dissertation]. Moscow; 2006. 148 p. (In Russ.).
10. **Lemaeva I.V.** pulmonary embolism and phlebotomy in patients with thrombophilic conditions. Risk factors, diagnosis, treatment [dissertation]. Moscow; 2010. 124 p. (In Russ.).
11. **Couturaud P., Kearon C.** Predictors of thrombosis in relatives of patients with venous thromboembolism. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2010;16(5):453–458. <https://doi.org/10.1097/MCP.0b013e32833bde6b>
12. **Makris M.** Thrombophilia: grading the risk. *Blood.* 2009;113(21):5038–5039. <https://doi.org/10.1182/blood-2009-02-203281>
13. **Aisina R.B., Mukhametova L.I., Ostryakova E.V., Seredavkina N.V., Patrushev L.I., Patrusheva N.L., et al.** Plasminogen activator inhibitor gene Polymorphism, plasminogen level and thrombosis in patients with antiphospholipid syndrome. *Biomeditsinskaya khimiya = Problems of Medical Chemistry.* 2014; 60(1):72–93 (In Russ.).
14. **Chazov E.I.** Ways to reduce mortality from cardiovascular diseases. *Terapevticheskii arkhiv = Therapeutic archive.* 2008;(8):11–16 (In Russ.); Chazov E.I., Kukharchuk V.V., Boitsov S. A., eds. *Guidelines for atherosclerosis and coronary heart disease.* Moscow: Media Medica; 2007. 736 p. (In Russ.).
15. **Vorobyova I.S., Borodulin V.B., Nikitina V.V., Gladilin G.P., Kovalenko A.V.** The main mechanisms of pathogenetic development of deforming osteoarthritis. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education.* 2019;(3):121 (In Russ.).

Информация об авторах:

Воробьева Ирина Сергеевна*, к.м.н., ассистент кафедры биохимии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач отделения лабораторной диагностики Научно-исследовательского института травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 410002, Россия, Саратов, ул. Чернышевского, 148. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8118-5075> (+7 (917) 308-19-61; medirish@yandex.ru)

Бородулин Владимир Борисович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой биохимии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 410002, Россия, Саратов, ул. Чернышевского, 148. (+7 (927) 277-29-56; borodulinvb@mail.ru)

Никитина Виктория Викторовна, к.м.н., доцент кафедры клинической лабораторной диагностики, кафедры биохимии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 410002, Россия, Саратов, ул. Чернышевского, 148. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8893-8612> (+7 (987) 335-07-46; vik-nik72@mail.ru)

Information about the authors:

Irina S. Vorobyova*, M.D., Ph.D. (Medicine), assistant professor of the Department of biochemistry of the Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, doctor of the Department of laboratory diagnostics of Scientific research Institute of traumatology, orthopedics and neurosurgery, Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, 148, Chernyshevsky str., Saratov, 410002, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8118-5075> (+7 (917) 308-19-61; medirish@yandex.ru)

Vladimir B. Borodulin, M.D., D.Sc. (Medicine), head of the Department of biochemistry, Professor of the Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, 148, Chernyshevsky str., Saratov, 410002, Russia. (+7 (927) 277-29-56; borodulinvb@mail.ru)

Viktoriya V. Nikitina, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of clinical laboratory diagnostics, the Department of biochemistry, Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, 148, Chernyshevsky str., Saratov, 410002, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8893-8612> (+7 (987) 335-07-46; vik-nik72@mail.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.5>

УДК 617.3; 617-089.844

Тип статьи: Клинический случай / Case report



Evaluation of the effectiveness of inveterate Achilles tendon rupture V-Y plasty with immediate subsequent weight-bearing and rehabilitation. Case study

*Bartłomiej Kacprzak, Mateusz Styk, Natalia Siuba-Jarosz***Orto Med Sport, Łódź, Poland*

ABSTRACT

In our paper, we would like to present two cases of treatment of the Achilles tendon ruptures by means of surgical V-Y technique, and implementation of immediate rehabilitation and weight-bearing.

V-Y plasty on ruptured tendons was performed. The continuity of the tendon was restored. The sheath of the tendon was stitched together. Dressing was put on; the foot was immobilized in a Walker-type shoe in pes equinus with heel pads and compression underwear. From the first hour after the procedure, the wound area was cooled with a Game Ready device.

From the first day after the procedure, both patients were allowed to apply full weight to the limb in the shoe. The crutches were put away as soon as possible. Rehabilitation began right away on the next day; during its course, attempts were made to reduce the use of the shoe to a minimum and to achieve the full range of foot motion as soon as possible. In both patients, the full range of motion was reached approximately 2 weeks after the surgery.

The video support for the article is available at: <https://youtu.be/bi3xuwOT9vs>

Keywords: Achilles tendon, V-Y plasty, immediate rehabilitation

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

Ethics approval and consent to participate: the study was also approved by the Bioethical Commission at the Medical University of Lodz.

For citation: Kacprzak B., Styk M., Siuba-Jarosz N. Evaluation of the effectiveness of inveterate Achilles tendon rupture V-Y plasty with immediate subsequent weight-bearing and rehabilitation. Case study. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):22–29 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.5>

Received: 11 November 2020

Accepted: 21 December 2020

Online first: 4 February 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

Оценка эффективности V-Y сухожильной пластики с немедленным последующим переносом веса тела на ногу и реабилитацией при застарелом разрыве ахиллова сухожилия. Клинический случай

*Б. Кацприак, М. Стик, Н. Сиуба-Ярош***Orto Med Sport, Лодзь, Польша*

РЕЗЮМЕ

В нашей статье мы хотели бы представить два случая лечения разрывов ахиллова сухожилия хирургическим методом V-Y сухожильной пластики, а также осуществление немедленного переноса веса тела на ногу и реабилитации.

У пациентов была произведена V-Y пластика разорванных сухожилий, в ходе которой восстанавливалась их целостность. После операции была наложена повязка, стопа была иммобилизована в обуви Walker-type с применением подпяточника и компрессионного белья. С первого часа после процедуры область раны охлаждали устройством Game Ready.

С первого дня после процедуры обоим пациентам разрешалось полностью переносить вес на конечность в обуви, костыли убирались как можно скорее. Реабилитация начиналась сразу на следующий день. В ходе этого курса были предприняты попытки свести использование обуви к минимуму и как можно скорее достичь полного диапазона движений стопы. У обоих пациентов полный диапазон движений был достигнут примерно через 2 недели после операции.

Видеосопровождение к статье доступно по ссылке: <https://youtu.be/bi3xuwOT9vs>

Ключевые слова: ахиллово сухожилие, V-Y сухожильная пластика, немедленная реабилитация

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заключение этического комитета: исследование было одобрено Комиссией по биоэтике Лодзинского медицинского университета.

Для цитирования: Кацпшак Б., Стик М., Сиуба-Ярош Н. Оценка эффективности V-Y сухожильной пластики с немедленным последующим переносом веса тела на ногу и реабилитацией при застарелом разрыве ахиллова сухожилия. Клинический случай. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(4):22–29. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.5>

Поступила в редакцию: 11.11.2020

Принята к публикации: 21.12.2020

Online first: 04.02.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

1. Introduction

The Achilles tendon is the most durable, mechanically strongest tendon of the human body. It is made up of the gastrocnemius calf and soleus muscle, and has its adhesive on the calcaneal tuber [1].

From a biomechanical point of view, the heel tendon is the main ankle joint flexor (the calf gastrocnemius muscle is a two-joint muscle; not only it is responsible for plantar flexion but also supports knee joint flexion, while the soleus muscle acts only on the ankle)[2]. Despite its resistance, the Achilles tendon is the most frequently ruptured tendon. Most of the ruptures (about 75 %) occur during recreational activities, more often in men between 30–40 years of age, especially when playing soccer, tennis or basketball. However, 25 % of ruptures may occur in patients leading a sedentary lifestyle [3]. Although Achilles tendon injuries are common and generally do not make diagnosis very difficult to an experienced clinician, as much as 20 % of acute ruptures are misdiagnosed, leading to inveterate ruptures [4].

Inveterate Achilles tendon rupture is the term used for ruptures that last for 4–6 weeks after the injury due to misdiagnosis or ineffective treatment [5]. Symptoms of chronic rupture include: chronic pain, limping, weakening of the calf muscles and inability to lift the foot. They definitely worsen the patients' quality of life. Overlooking a rupture of the Achilles tendon (e.g., in torsional ankle joint traumas or malleolus fractures) leads to the contraction of the muscle belly and spacing of the stumps of the tendon. In order to achieve the appropriate length of the tendon, the surgeon extends it by means of "V-Y" technique performed above its rupture. For this purpose, the surgeon incises the tendon in the shape of the letter "V", then moves the ends away from each other and stitches the tendon so that the edges of the wound take the shape of the letter "Y".

In our paper, we would like to present two cases of treatment of the Achilles tendon ruptures by means of surgical V-Y technique, and implementation of immediate rehabilitation and weight-bearing.

2. Description of cases

1. A 44-year-old female patient reported to the Orto Med Sport Clinic on September 3, 2019 due to severe pain in the Achilles tendon. From the anamnesis, it turned out that in April 2019 the patient had undergone surgery to remove a Haglund's deformity, followed by placing a plasterboard

splint, in another center. In June 2019, the patient had experienced severe pain, and then had proceeded to a follow-up visit to the doctor who had performed the procedure. Following an ultrasound examination, it turned out that the Achilles tendon was completely ruptured. Conservative treatment, including a series of injections of glucocorticoids, was ordered. Surgical treatment had been refused. The treatment applied for 3 months did not bring any improvement. The pain was intensified, the patient could not put any strain on this limb, walk without crutches; nevertheless the patient was assured that it was a normal condition. In September, during a visit to Orto Med Sport, the patient was physically examined, and an ultrasound examination revealed: inability to stand on toes, positive Thompson test, palpable loss in the course of the tendon, and loss of plantar flexion. The patient was diagnosed with total rupture of the Achilles tendon. The patient was qualified for V-Y plastic surgery of the Achilles tendon. After performing a medial incision, the patient was diagnosed with complete tear of the tendon. The presence of numerous deposits was observed, which are associated with frequent GKS injections. The deposits were removed and tissues were mobilized. V-Y plasticity was performed. The continuity of the tendon was restored. The sheath of the tendon was stitched together. Dressing was put on; the foot was immobilized in a Walker-type shoe in pes equinus with heel pads and compression underwear. From the first hour

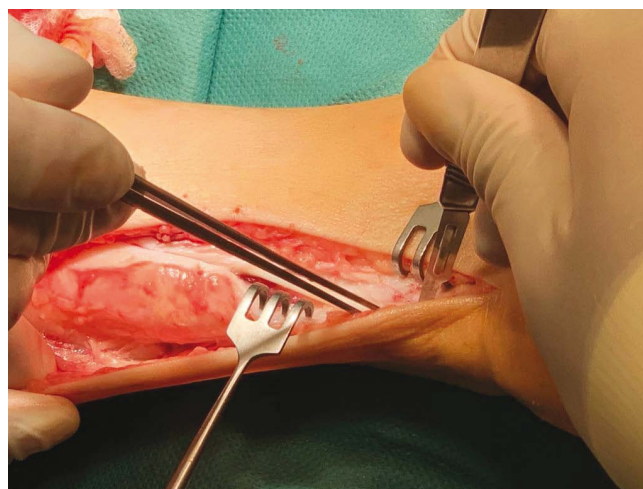


Fig. 1. Medial cutting

Рис. 1. Медиальный разрез

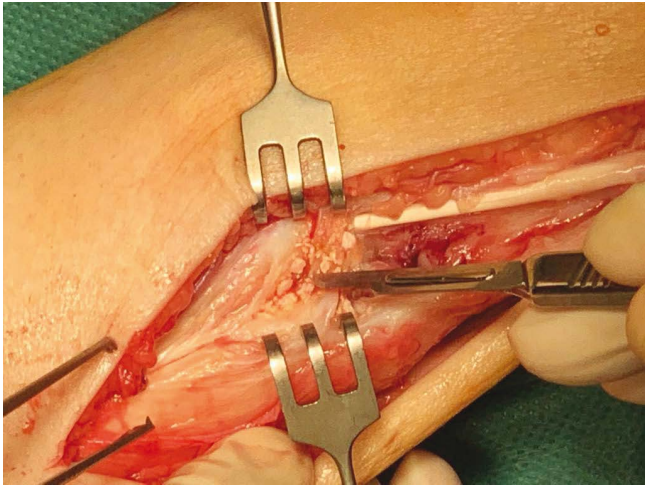


Fig. 2. Visible steroid deposits
Рис. 2. Видимые стероидные отложения

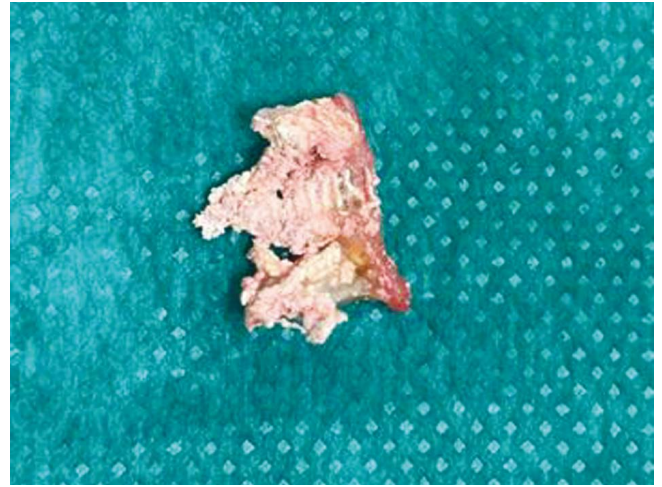


Fig. 3. Removed steroid deposit
Рис. 3. Удаленное стероидное отложение

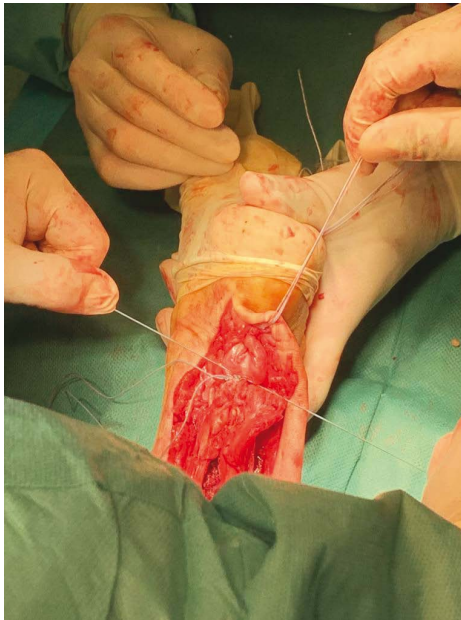


Fig. 4. Subsequent stages of the procedure, restoration of tendon continuity
Рис. 4. Последующие этапы операции, восстановление целостности сухожилия



after the procedure, the wound area was cooled with a Game Ready device.

2. A 43-year-old female patient reported to Orto Med Sport on June 29, 2018 due to the failure of Achilles tendon rupture surgical treatment in another center. The patient was provided with a plaster dressing on admission. Physical examination revealed inability to stand on the toes, positive Thompson test, palpable edema and hematoma in the tendon area and impairment of plantar flexion. The patient reported severe pain, both during exercise and at rest. It was recommended to perform revision surgery involving the V-Y technique as well. The surgery took place on July 2, 2018. The incision was performed on the medial side of the tendon. The scar from tendon suturing was reached; there was a bunch of bridging sutures, which were incorrectly

fastened and did not bring together the stumps of the tendon. The Achilles tendon was found to be completely ruptured/unhealed with a 12cm gap between the stumps. The tissues were cleaned and mobilized. The stumps of the tendon had scarring lesions. Surgical sutures left after prior plasty were removed. The wound was rinsed. V-Y plasty was performed. Additionally, modeling bridging sutures were put on and the continuity of the tendon was restored. Then the sheath of the tendon was sutured. Afterwards, a sterile, compression dressing was put on. The foot was immobilized in a Walker-type shoe in pes equinus with heel pads and compression underwear. From the first hour after the procedure, the wound area was cooled with a Game Ready device.

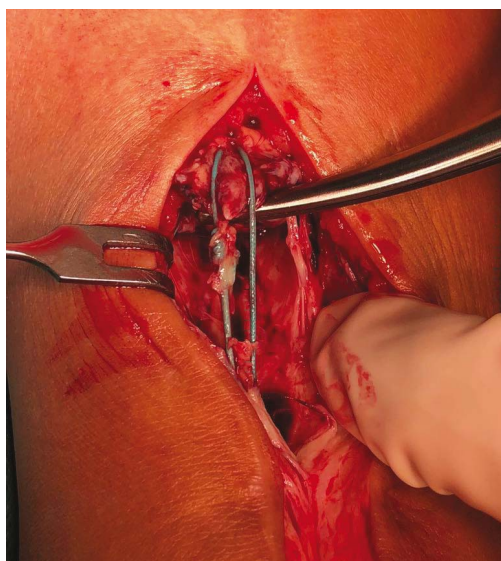


Fig. 5. Visualization of badly located bridging sutures, not performing their function, stumps of tendons loosely hanging in space
Рис. 5. Визуализация плохо расположенных мостиковых швов, не выполняющих свою функцию, свисающих культей сухожилий

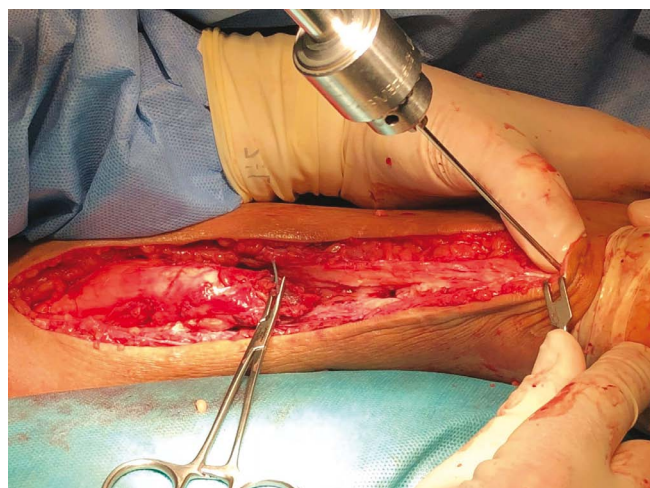


Fig. 6. Visible 12 cm loss in tendon continuity
Рис. 6. Видимая потеря целостности сухожилия на протяжении 12 см

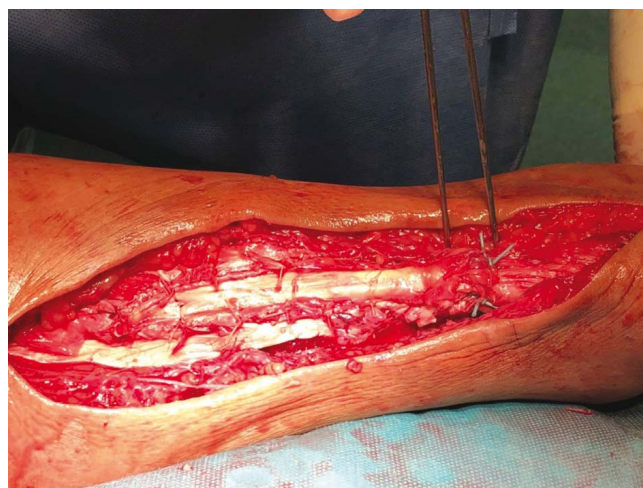


Fig. 7. Post-plasty photo, reconstructed tendon continuity
Рис. 7. Фотография после пластики, восстановленная целостность сухожилия

3. Course of rehabilitation

From the first day after the procedure, both patients were allowed to apply full weight to the limb in the shoe. The crutches were put away as soon as possible. Rehabilitation began right away on the next day; during its course, attempts were made to reduce the use of the shoe to a minimum and to achieve the full range of foot motion as soon as possible. In both patients, the full range of motion was reached approximately 2 weeks after the surgery. The time of use of the walking shoe was 4–6 weeks. Every 2 weeks further heel pads were removed, bringing the foot position closer to the neutral one. Patients had no restrictions on vital activity from the first days after the surgery.

From the first day after the surgery, functional training was performed in our rehabilitation room under the strict supervision of physiotherapists and physician. The patients



Fig. 8. Stitched wound
Рис. 8. Ушитая рана



Fig. 9. First week after the operation, rehabilitation under full weight load
Рис. 9. Первая неделя после операции, реабилитация с полной нагрузкой



Fig. 10. First week after the operation, rehabilitation under full weight load
Рис. 10. Первая неделя после операции, реабилитация с полной нагрузкой

performed resistance, eccentric-concentric exercises, using their own body weight. Under supervision, the patients learned to perform normal movement patterns. We put a lot of emphasis on performing proprioception exercises on unstable ground. The whole was complemented by manual work performed by the physiotherapist: scar mobilization, anatomy trains alignment and work with fascia. Stretching and rolling of muscles and fascia after the exercise is also of great importance.

The whole of rehabilitation was complemented by regeneration procedures such as Game Ready, flossing, dry needling, lymphatic drainage, electrostimulation, hyperbaric chamber.

Patients had control visits in the following regime — one week, 2 weeks, one month, 2 months, 4 months, and 6 months after the surgery. The treatment of the former patient was completed on March 31, 2020, and the treatment of the latter patient was completed on February 5, 2019, i.e. approx.

6 months after the surgery. To date, they do not report any symptoms and have no restrictions on physical activity. Their comfort of life has definitely improved.

4. Discussion

Despite the fact that the Achilles tendon rupture is one of the most common lower limb injuries, as the above cases show, doctors still make mistakes in their diagnosis and treatment. There is still a lot of controversy about surgical vs conservative treatment [6].

In the meta-analysis by Dengue et al, 8 randomized trials involving 762 patients were analyzed [7]. Overall, 14 out of 381 surgically treated patients and 37 conservatively treated patients experienced a recurrent tendon rupture. Statistical analysis revealed that recurrent ruptures were significantly less frequent in the group treated with surgery than in those undergoing conservative treatment. There were no significant statistical differences between the prevalence of venous thrombosis, the percentage of patients who returned to sports, the range of ankle motion, or physical activity between the two groups. Therefore, the authors concluded that surgical treatment seems to be a better long-term choice for patients with this issue.

As for the very choice of V-Y plasty for treatment in the cases of the patients we have presented, i.e., already inveterate ligament ruptures, our choice, in addition to the good outcomes for them, also supports the study by Lin Yang-jing et al., who undertook to evaluate the outcomes of inveterate Achilles tendon rupture treatment in 20 patients operated by this method in their clinic. However, their postoperative management differed significantly from ours. Patients were applied a plaster cast below the knee for 4 weeks. During this time, the patients could only perform non-weight-bearing exercises with crutches. After 4 weeks, partial weight-bearing on the leg was introduced, and the patients returned to their

normal activities and to applying full weight load on the operated leg only 10–12 weeks after the surgery. The average follow-up time was 32.8 months, and none of the patients experienced a recurrent Achilles tendon rupture nor developed serious postoperative complications [5].

Long-term post-surgical effects of inveterate Achilles tendon rupture V-Y plasty were also presented by Guclu et al. in their work [8]. They performed this operation in 21 patients



Fig. 11. Two weeks after the Achilles revision, rehabilitation with full weight load

Рис. 11. Через две недели после ревизии ахиллова сухожилия, реабилитация с полной нагрузкой



Fig. 12. MRI Evaluation of treatment results six months after the plastic surgery in patient no. 1

Рис. 12. МРТ Оценка результатов лечения через 6 месяцев после операции у первого пациента

with an average injury-to-surgery time of 7 months. The average tendon loss measured intraoperatively was 6 cm. They supported their work with an average follow-up period of 16 years. None of the patients ruptured the tendon again; two patients developed a superficial wound infection, which was reversed after oral antibiotic therapy. Postoperative gypsum was applied to the patients, in plantar flexion at 5 degrees, which lasted for 6 weeks. After this time, it was allowed to gradually apply weight to the operated leg, and rehabilitation started; after 2–3 weeks, the patients were allowed to apply full weight to the leg and gradually return to normal activities in about one month.

This work and our experience shows that V-Y plasty is an effective technique for the treatment of chronic Achilles tendon ruptures with accompanying major tendon continuity losses. In none of the cited works using this method has there been a recurrence of rupture. This technique has many advantages; it does not require grafting from another area, and thus does not require further mutilation nor does it require the use of synthetic materials.

However, we believe that the time taken to delay operated leg weight-bearing is too long. It is also unnecessary to immobilize the leg by means of a plaster dressing. The walking shoe perfectly meets the protective properties, increases the comfort of the patient's life, allows the patient to apply full weight

Authors' contributions:

Bartłomiej Kacprzak — study conception and design, acquisition and interpretation of data, drafting of manuscript, critical revision;

Mateusz Styk — interpretation of data, critical revision;

Natalia Siuba-Jarosz — interpretation of data, acquisition of data, drafting of manuscript.

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

Consent for publication

The consent to participate was collected from the patients. They gave general consent for storage and further use of their data in the manuscript.

Availability of data and materials

The dataset supporting the conclusions of this article is available upon readers request — please contact corresponding author (n.siuba@ortomedspport.pl).

References

1. **Alfredson H., Spang C.** Clinical presentation and surgical management of chronic Achilles tendon disorders — A retrospective observation on a set of consecutive patients being operated by the same orthopedic surgeon. *Foot Ankle Surg.* 2018;24(6):490–494. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2017.05.011>
2. **Bochenek A., Reicher M.** Human anatomy. Vol. 1. Warsaw: PZWL; 1990.
3. **Maffulli N., Via A.G., Oliva F.** Chronic Achilles Tendon Disorders: Tendinopathy and Chronic Rupture. *Clin Sports Med.* 2015;34(4):607–624. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2015.06.010>
4. **Boyd R.P., Dimock R., Solan M.C., Porter E.** Achilles ten-

to the operated leg starting from the first day after the surgery, without side effects. Immediate rehabilitation also did not result in any negative effects in the cases we have presented. It allowed the patients to quickly engage in normal life activities, which also resulted in the improvement of their well-being.

The 2017 study by Frankewycz et al. analyzed protocols and rehabilitation schemes from as many as 213 centers [9]. One hundred and seventeen (117) of them were notable for post-surgical procedures. There is no common consensus nor is there a gold standard for researchers regarding the postoperative rehabilitation scheme for Achilles tendon ruptures [10, 11]. Several studies have focused on the effect of weight-bearing on the percentage of recurrent ruptures and the functional condition of the joint [12, 13]. They do not show evidence that immediate joint weight-bearing had any negative impact on the tendon healing process nor did it result in its elongation. Furthermore, it does not predict recurrent ruptures.

Further studies in a larger number of patients with randomization are necessary in order to establish, first of all, a rehabilitation protocol that would be most beneficial to the patient and that would allow the patient to quickly return to life activities. As we have shown in our work, our unique protocol has delivered the results expected by the patients and relieved them of long-lasting pain and limitations.

Вклад авторов:

Кацпшак Бартомеј — концепция и дизайн, сбор и интерпретация данных, написание текста статьи, редактирование;

Стик Матеуш — интерпретация данных, редактирование;

Сиуба-Ярош Наталия — интерпретация данных, сбор данных, написание текста статьи.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Согласие на публикацию

Всеми пациентами было подписано информированное добровольное согласие на хранение и дальнейшее использование их данных в рукописи.

Доступность данных и материалов

Данные, подтверждающие информацию в этой статье, доступны по запросу читателей — пожалуйста, свяжитесь с автором (n.siuba@ortomedspport.pl).

don rupture: how to avoid missing the diagnosis. *Br J Gen Pract.* 2015;65(641):668–669. <https://doi.org/10.3399/bjgp15X688069>

5. **Maffulli N., Via A.G., Oliva F.** Chronic Achilles Tendon Rupture. *Open Orthop J.* 2017;11:660–669. <https://doi.org/10.2174/1874325001711010660>

6. **Lin Y.J., Duan X.J., Yang L.** V-Y Tendon Plasty for Reconstruction of Chronic Achilles Tendon Rupture: A Medium-term and Long-term Follow-up. *Orthop Surg.* 2019;11(1):109–116. <https://doi.org/10.1111/os.12429>

7. **Deng S., Sun Z., Zhang C., Chen G., Li J.** Surgical Treatment Versus Conservative Management for Acute Achilles Tendon Rupture: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56(6):1236–1243.

<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.05.036>

8. **Guclu B., Basat H.C., Yildirim T., Bozduman O., Us A.K.** Long-term Results of Chronic Achilles Tendon Ruptures Repaired With V-Y Tendon Plasty and Fascia Turndown. *Foot Ankle Int.* 2016;37(7):737–742. <https://doi.org/10.1177/1071100716642753>

9. **Frankewycz B., Krutsch W., Weber J., Ernstberger A., Nerlich M., Pfeifer C.G.** Rehabilitation of Achilles tendon ruptures: is early functional rehabilitation daily routine? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(3):333–340. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2627-9>

10. **Carter T.R., Fowler P.J., Blokker C.** Functional post-operative treatment of Achilles tendon repair. *Am J Sports Med.* 1992;20(4):459–462. <https://doi.org/10.1177/036354659202000417>

11. **Yang X., Meng H., Quan Q., Peng J., Lu S., Wang A.** Management of acute Achilles tendon ruptures: A review. *Bone Joint Res.* 2018; 7(10):561–569. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.710.BJR-2018-0004.R2>

12. **Costa M.L., MacMillan K., Halliday D., Chester R., Shepstone L., Robinson A.H., Donell S.T.** Randomised controlled trials of immediate weight-bearing mobilisation for rupture of the tendo Achillis. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(1):69–77. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B1.16549>

13. **Young S.W., Patel A., Zhu M., van Dijk S., McNair P., Bevan W.P., Tomlinson M.** Weight-Bearing in the Nonoperative Treatment of Acute Achilles Tendon Ruptures: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(13):1073–1079. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.00248>

Information about the authors:

Bartłomiej Kacprzak, MD, Orto Med Sport, 28 Pułku Strzelców Kaniowskich 45 street, 90-640, Łódź, Poland. (hipokrates@op.pl)

Mateusz Styk, MD, Orto Med Sport, 28 Pułku Strzelców Kaniowskich 45 street, 90-640, Łódź, Poland. (m.styk@ortomedSPORT.pl)

Natalia Siuba-Jarosz*, MD, Orto Med Sport, 28 Pułku Strzelców Kaniowskich 45 street, 90-640, Łódź, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4316-1536> (n.siuba@ortomedSPORT.pl)

Информация об авторах:

Кацпшак Бартомеј, врач клиники «Orto Med Sport», 90-640, Лодзь, Польша, ул. 28 Пулку Стшельцув Канёвских, 45. (hipokrates@op.pl)

Стик Матеуш, врач клиники «Orto Med Sport», 90-640, Лодзь, Польша, ул. 28 Пулку Стшельцув Канёвских, 45. (m.styk@ortomedSPORT.pl)

Сиуба-Ярош Наталия*, врач клиники «Orto Med Sport», 90-640, Лодзь, Польша, ул. 28 Пулку Стшельцув Канёвских. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4316-1536> (n.siuba@ortomedSPORT.pl)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.7>

УДК 159.9.072.53

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Роль личностной тревожности в развитии психофизиологических показателей у спортсменов-подростков

А.А. Макарова^{1,*}, О.А. Харьковская²

¹ ГБУЗ АО «Архангельский центр лечебной физкультуры и спортивной медицины», Архангельск, Россия

² ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Архангельск, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить роль личностной тревожности в развитии психофизиологических показателей у спортсменов-подростков. **Материалы и методы.** Для изучения распространенности высокого уровня личностной тревожности (далее — ЛТ), а также для определения особенностей психофизиологических показателей в исследовании участвовали 23 подростка — юноши и девушки, которые являлись представителями разных видов спорта. С помощью устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 «Психофизиолог» были получены показатели простой зрительно-моторной реакции и уровень ЛТ по шкале Спилберга. Для оценки влияния изменения высокого уровня ЛТ на психофизиологические показатели были отобраны 14 подростков-спортсменов с высоким уровнем личностной тревожности, которые затем были разделены на 2 группы. В экспериментальную группу вошли подростки, пожелавшие принять участие в эксперименте по применению техник когнитивно-поведенческой терапии для коррекции высокого уровня ЛТ; в контрольную — подростки с высоким уровнем ЛТ, которые не обучались техникам когнитивно-поведенческой терапии. **Результаты.** Каждый третий спортсмен подросткового возраста имел высокий уровень ЛТ. Спортсмены-подростки с высоким уровнем ЛТ в отличие от подростков с оптимальным уровнем ЛТ были менее работоспособны, а также, несмотря на меньшее минимальное время реакции, совершали больше ошибок. Динамика психофизиологических показателей наблюдалась как в группе с вмешательством, так и в группе, где не проводились техники когнитивно-поведенческой терапии; однако, изучив разницу физиологических показателей ЦНС в группе, где наблюдалось изменение в ЛТ, и в группе, где ЛТ либо не изменилась либо повысилась, мы выявили положительные изменения. Изменение уровня ЛТ привело к снижению среднего времени реакции, минимального времени реакции, а также к повышению уровня стабильности реакций. **Выводы.** Высокий уровень ЛТ влияет на психофизиологические показатели ЦНС у спортсменов-подростков. Использование техник когнитивно-поведенческой терапии для нормализации уровня ЛТ спортсменов подросткового возраста приводит к улучшению физиологических показателей ЦНС.

Ключевые слова: спортсмены, центральная нервная система, время реакции, тревожность

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Макарова А.А., Харьковская О.А. Роль личностной тревожности в развитии психофизиологических показателей у спортсменов-подростков. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(4):30–36. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.7>

Поступила в редакцию: 22.09.2020

Принята к публикации: 15.11.2020

Online first: 16.02.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

The role of personal anxiety in the development of psychophysiological indicators in adolescent athletes

Anna A. Makarova^{1,*}, Olga A. Kharkovskaya²

¹ Arkhangelsk Center of Physical Therapy and Sports Medicine, Arkhangelsk, Russia

² Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the role of personal anxiety in the development of psychophysiological indicators in adolescent athletes. **Materials and methods.** To study the prevalence of high levels of personal anxiety (hereinafter — LT), as well as to determine the characteristics of psychophysiological indicators, the study involved 23 teenagers — boys and girls who were representatives of different sports. Using the device for psychophysiological testing UPFT-1/30 “Psychophysiological”, indicators of simple visual-motor reaction and the level of LT on the Spielberg scale were obtained. To assess the impact of changes in high LT levels on psychophysiological indicators, 14 adolescent athletes with a high level of personal anxiety were selected and then divided into 2 groups. The experimental group included adolescents who wanted to participate in an experiment on the use of cognitive behavioral therapy

techniques to correct high LT levels; the control group included adolescents with high LT levels who were not trained in cognitive behavioral therapy techniques. **Results.** Every third adolescent athlete had a high level of LT. Adolescent athletes with a high LT level, in contrast to adolescents with an optimal LT level, were less efficient, and, despite a shorter minimum reaction time, made more mistakes. The dynamics of psychophysiological indicators were observed both in the group with intervention and in the group where no cognitive behavioral therapy techniques were performed; however, after studying the difference in the physiological parameters of the central nervous system in the group where there was a change in LT, and in the group where LT either did not change or increased, we found positive changes. Changes in the LT level led to a decrease in the average reaction time, the minimum reaction time, and an increase in the level of stability of reactions. **Conclusions.** A high level of LT affects the psychophysiological parameters of the central nervous system in adolescent athletes. The use of cognitive behavioral therapy techniques to normalize the LT level of adolescent athletes leads to an improvement in the physiological parameters of the central nervous system.

Keywords: athletes, central nervous system, reaction time, anxiety

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

For citation: Makarova A.A., Kharkova O.A. The role of personal anxiety in the development of psychophysiological indicators in adolescent athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):30–36 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.7>

Received: 22 September 2020

Accepted: 15 November 2020

Online first: 16 February 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

Первоочередной задачей развития личностного и физического потенциала спортсменов является создание необходимых условий для эффективных занятий спортивной деятельностью, повышение мотивации к спорту [1]. В процессе психологической подготовки спортсменов особое внимание следует уделять профилактике тревожных и депрессивных расстройств.

В.И. Павлова и соавт. (2016), А.Н. Коваленко (2017) и ряд других авторов выявили зависимость функциональных и психофизиологических показателей центральной нервной системы спортсменов от состояния тревожности на различных этапах тренировочного и соревновательного циклов [2, 3].

Повышенный уровень личностной тревожности спортсмена на различных этапах спортивной деятельности (предсоревновательном, соревновательном и послесоревновательном) влечет за собой неблагоприятные изменения показателей функционирования ЦНС, что в значительной степени влияет на достижение спортивного результата. В связи с этим особую значимость представляет исследование, позволяющее изучить влияние методов саморегуляции на высокий уровень личностной тревожности у юных спортсменов, что в результате положительно скажется на психофизиологических показателях [4–8].

Целью исследования явилось изучение роли личностной тревожности в развитии психофизиологических показателей у спортсменов-подростков. Для достижения цели нами были определены следующие задачи.

1. Изучить распространенность высокого уровня личностной тревожности у подростков-спортсменов.
2. Определить особенности психофизиологических показателей у подростков-спортсменов с высоким уровнем личностной тревожности.
3. Оценить изменения высокого уровня личностной тревожности на психофизиологические показатели у подростков-спортсменов.

2. Материалы и методы

Для изучения распространенности высокого уровня личностной тревожности (далее ЛТ), а также для определения особенностей психофизиологических показателей у данных подростков-спортсменов были обследованы 23 подростка, которые являлись представителями разных видов спорта: баскетбол, легкая атлетика, пауэрлифтинг, аэробика, каратэ. По полу участники исследования распределились следующим образом: 43,5 % девушек и 56,5 % юношей. Для оценки изменения высокого уровня личностной тревожности на психофизиологические показатели были отобраны 14 подростков-спортсменов с высоким уровнем личностной тревожности (64 % девушек и 36 % юношей).

Методом сбора данных служило аппаратное тестирование с использованием устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 «Психофизиолог» для сбора показателей простой зрительно-моторной реакции (далее — ПЗМР) и уровня личностной тревожности по шкале Спилберга.

Для реализации третьей задачи участники исследования в случайном порядке были разделены на 2 группы: в первую группу — экспериментальную (далее ЭГ) — вошли подростки, пожелавшие принять участие в эксперименте по применению техник когнитивно-поведенческой терапии (КПТ) для коррекции высокого уровня личностной тревожности (6 чел.); контрольную группу (далее КГ) составили подростки с высоким уровнем личностной тревожности, которые не обучались техникам КПТ (8 чел.). Первоначально в течение 1,5 месяца подростки вели дневники ABC анализа. Каждую неделю проводился анализ записей дневника, по результатам которого им назначались специальные упражнения для работы с тревожными состояниями. За период эксперимента группа была обучена дыхательным техникам, методу правдоподобного переформулирования и методу выгод и издержек.

Данное исследование было поддержано и одобрено локальным Этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 03/09-19 от 25.09.2019).

Статистический анализ осуществлялся с помощью программы Stata. В случае когда количественный признак был распределен нормально, применялся параметрический метод критерий Стьюдента для независимых выборок, в случае иного распределения — непараметрический критерий Манна — Уитни. Для поиска взаимосвязей между качественными признаками использовался критерий хи-квадрат Пирсона. В связи с малочисленной выборкой критический уровень статистической значимости составил $p < 0,200$.

3. Результаты исследования

Из обследуемой выборки юных спортсменов 61 % имели оптимальный уровень ЛТ, а 39 % — высокий. Из спортсменов с оптимальным уровнем ЛТ 64 % юношей и 36 % девушек; среди подростков, показавших высокий уровень тревожности, 45 % юношей и 55 % девушек ($p = 0,349$).

Также следует отметить, что высокий уровень ЛТ у юных спортсменов со стажем занятий спортом меньше 5 лет на 33,8 % ($p = 0,099$) выше, чем у спортсменов со стажем более 5 лет.

Как видно из таблицы 1, показатель состояния ЦНС по вариационной сенсометрии у спортсменов-подростков как с высокой, так и с оптимальной ЛТ соответствует высокому уровню ($p = 0,330$). Среднее значение показателя «операторская работоспособность» у спортсменов-подростков с оптимальным уровнем ЛТ соответствует высокому уровню, а у спортсменов с высокой ЛТ — низкому. Кроме того, нами были найдены статистически значимые различия по данному показателю между изучаемыми группами ($p = 0,016$). Это может говорить о том, что спортсмены-подростки с высоким уровнем ЛТ показывают более низкие результаты в спорте.

Суммарное число ошибок и число упреждающих реакций у спортсменов-подростков с оптимальной ЛТ меньше, чем у спортсменов с высокой ЛТ ($p = 0,083$). Также имеются статистически значимые различия в показателе «минимальное время реакции» ($p = 0,053$) между исследуемыми группами. У спортсменов-подростков с высокой ЛТ минимальное время реакции меньше, чем у спортсменов с оптимальной ЛТ. Это может быть обусловлено тем, что у спортсменов с высокой ЛТ выражена установка на быстроедействие в ущерб безошибочности действий.

Таким образом, спортсмены-подростки с высоким уровнем ЛТ по сравнению с подростками с оптимальным

Таблица 1

Комплексные физиологические показатели деятельности ЦНС юных спортсменов с различным уровнем личностной тревожности, Me (Q1; Q3), баллы

Table 1

Complex physiological indicators of the Central nervous system of young professional athletes with different levels of personal anxiety, Me (Q1; Q3), scores

Психофизиологические показатели / Psychophysiological indicators	Уровень личностной тревожности / Level of personal anxiety		p-уровень / p-level
	высокий / high	оптимальный / optimal	
Состояние ЦНС по вариационной сенсометрии / State of the Central nervous system by variational sensometry	0,73 (0,53; 0,88)	0,58 (0,46; 0,79)	0,330
Операторская работоспособность / Operator performance	0,18 (9,10; 0,18)	0,58 (0,18; 0,58)	0,016
Интегральная оценка адаптивности / Integral assessment of adaptability	0,37 (0,24; 0,70)	0,51 (0,31; 0,67)	0,557
Оценка уровня активации ЦНС / Assessment of the Central nervous system activation level	0,73 (0,50; 0,85)	0,58 (0,46; 0,79)	0,643
Число пропущенных стимулов / Number of missed incentives	0	0	1,000
Число упреждающих реакций / Number of proactive responses	4 (1; 5)	1 (0; 2)	0,083
Суммарное число ошибок / Total number of errors	4 (1; 5)	1 (0; 2)	0,083
Среднее время реакции / Average reaction time	205 (190; 227)	213 (203; 249)	0,439
Оценка быстродействия / Performance evaluation	0,75 (0,50; 0,96)	0,62 (0,50; 0,80)	0,516
Минимальное время реакции / Minimum reaction time	153 (150; 161)	160 (153; 177)	0,053
Максимальное время реакции / Maximum reaction time	295 (248; 363)	323 (263; 483)	0,305

Примечание: p рассчитывалось с помощью критерия Манна — Уитни; критический уровень статистической значимости составил $p \leq 0,200$.

Note: p was calculated using the Mann—Whitney test; the critical level of statistical significance was $p \leq 0.200$.

уровнем ЛТ менее работоспособны, а также, несмотря на меньшее минимальное время реакции, совершают больше ошибок.

Для реализации третьей задачи было проведено экспериментальное контролируемое исследование. За период наблюдения в КГ, где не применялись методы КПТ, среднее значение показателя ЛТ у спортсменов-подростков по-прежнему осталось на высоком уровне, хотя и произошли некоторые статистически значимые изменения ($p = 0,175$). У спортсменов ЭГ высокий уровень ЛТ снизился до нормального значения; причем с наибольшими статистически значимыми изменениями ($p = 0,042$).

Психофизиологические показатели ПЗМР у спортсменов подросткового возраста с высоким уровнем ЛТ

в КГ практически не изменились за исключением минимального времени реакции, оно стало статистически ниже ($p = 0,122$) (табл. 2).

У подростков-спортсменов с высоким уровнем ЛТ из ЭГ наблюдались статистически значимые изменения в двух показателях ПЗМР: среднее время реакции ($p = 0,173$) и минимальное время реакции ($p = 0,116$).

Далее посмотрим, как положительные изменения в ЛТ (независимо от того, к какой группе относится подросток-спортсмен) повлияли на психофизиологические показатели. С этой целью мы получили новые переменные путем вычитания значений из второго измерения первого. В этом случае все значения со знаком «+» расцениваются как повышение признака, а со знаком «-» как снижение (табл. 4).

Таблица 2

Изменения психофизиологических показателей у подростков-спортсменов в контрольной группе за период наблюдения, Me (Q1; Q3), баллы

Table 2

Changes in psychophysiological indicators among young professional athletes in the control group during the follow-up period, Me (Q1; Q3), scores

Показатель / Indicator	Измерение / Measurement		p-уровень / p-level
	1-е измерение / 1 measurement	2-е измерение / 2 measurement	
1	2	3	4
Интегральный показатель надежности, % / The integral indicator of reliability, %	87,0 (51,2; 91,0)	78,0 (69,0; 84,7)	0,575
Уровень активации ЦНС / The level of activation of the Central nervous system	3,5 (1,2; 4,7)	3,0 (3,0; 3,0)	0,581
Оценка уровня активации ЦНС / Assessment of the Central nervous system activation level	0,6 (0,0; 0,9)	0,5 (0,5; 0,5)	0,917
Число упреждающих реакций / Number of proactive responses	1,0 (1,0; 0,00)	3,0 (2,0; 6,0)	0,200
Суммарное число ошибок / Total number of errors	1,0 (1,0; 6,0)	3,0 (2,0; 6,0)	0,200
Уровень безошибочности / Error-free level	4,0 (4,0; 5,0)	4,5 (3,0; 6,0)	0,260
Среднее время реакции / Average reaction time	212,5 (201,0; 281,7)	224,5 (216,5; 246,2)	0,575
Уровень быстродействия / Performance level	3,5 (1,2; 4,7)	3,0 (3,0; 3,0)	0,581
Оценка быстродействия / Performance evaluation	0,6 (0,0; 0,9)	0,5 (0,5; 0,5)	0,892
Среднее квадратичное отклонение времени реакции / The average square deviation of the reaction time	29,5 (25,5; 53,0)	46,0 (30,0; 65,5)	0,575
Уровень стабильности реакций / The level of stability reactions	4,0 (3,0; 4,8)	3,5 (3,0; 4,0)	0,739
Оценка стабильности реакций / Assessment of reaction stability	0,8 (0,5; 0,9)	0,6 (0,5; 0,7)	0,916
Минимальное время реакции / Minimum reaction time	166,5 (157,2; 192,0)	161,5 (156,7; 165,5)	0,122
Максимальное время реакции / Maximum reaction time	326,0 (267,0; 402,7)	376,5 (321,7; 526,2)	0,208

Примечание: p рассчитывалось с помощью одновыборочного критерия Вилкоксона; критический уровень статистической значимости составил $p \leq 0,200$.

Note: p was calculated by Wilcoxon matched-pairs signed-ranktest; the critical level of statistical significance was $p \leq 0.200$.

Таблица 3

Изменения психофизиологических показателей у подростков-спортсменов в экспериментальной группе после применения КПТ, Ме (Q1; Q3), баллы

Table 3

Changes in psychophysiological indicators among young professional athletes in the experimental group, Me (Q1; Q3), scores

Показатель / Indicator	Измерение / Measurement		p-уровень / p-level
	1-е измерение / 1 measurement	2-е измерение / 2 measurement	
1	2	3	4
Интегральный показатель надежности, % / The integral indicator of reliability, %	76,0 (60,5; 80,2)	79,0 (74,5; 82,5)	0,293
Уровень активации ЦНС / The level of activation of the Central nervous system	3,0 (2,5; 3,0)	3,0 (3,0; 3,0)	0,317
Оценка уровня активации ЦНС / Assessment of the Central nervous system activation level	0,5 (0,4; 0,5)	0,5 (0,5; 0,5)	0,854
Число упреждающих реакций / Number of proactive responses	0,5 (0,0; 1,0)	0,5 (0,0; 2,2)	0,414
Суммарное число ошибок / Total number of errors	0,5 (0,0; 1,0)	0,5 (0,0; 2,2)	0,414
Уровень безошибочности / Error-free level	4,5 (4,0; 5,0)	4,5 (3,0; 5,0)	0,414
Среднее время реакции / Average reaction time	229,0 (227,5; 266,0)	225,5 (220,2; 240,2)	0,173
Уровень быстродействия / Performance level	3,0 (2,5; 3,0)	3,0 (3,0; 3,0)	0,317
Оценка быстродействия / Performance evaluation	0,5 (0,4; 0,5)	0,5 (0,5; 0,5)	0,317
Среднеквадратичное отклонение времени реакции / The average square deviation of the reaction time	41,5 (36,7; 50,5)	42,5 (41,0; 59,5)	0,752
Уровень стабильности реакций / The level of stability reactions	4,0 (3,7; 4,2)	4,0 (3,0; 4,0)	0,414
Оценка стабильности реакций / Assessment of reaction stability	0,7 (0,7; 0,8)	0,7 (0,5; 0,8)	0,414
Минимальное время реакции / Minimum reaction time	179,5 (170,7; 200,0)	163,0 (155,7; 171,0)	0,116
Максимальное время реакции / Maximum reaction time	362,0 (336,5; 406,7)	405,5 (385,5; 480,2)	0,249

Примечание: p рассчитывалось с помощью одновыборочного критерия Вилкоксона; критический уровень статистической значимости составил $p \leq 0,200$.

Note: p was calculated by Wilcoxon matched-pairs signed-ranktest; the critical level of statistical significance was $p \leq 0.200$.

Из представленных в таблице 4 данных мы видим, что при снижении уровня личностной тревожности произошли статистически значимые изменения отдельных показателей ПЗМР. Так, на фоне снижения уровня ЛТ мы наблюдаем в показателях ПЗМР снижение среднего времени реакции ($p = 0,200$), среднего квадратичного отклонения времени реакции ($p = 0,181$), минимального времени реакции ($p = 0,142$) и повышение уровня стабильности реакции ($p = 0,165$). Выявленный результат свидетельствует о существенных благоприятных изменениях в психофизиологических показателях ПЗМР на фоне нормализации личностной тревожности подростков, занимающихся спортом.

4. Заключение

Таким образом, проведенное исследование показало, что каждый третий спортсмен подросткового возраста имеет высокий уровень ЛТ. Спортсмены-подростки с высоким уровнем ЛТ, в отличие от подростков с оптимальным уровнем ЛТ, менее работоспособны, а также, несмотря на меньшее минимальное время реакции, совершают больше ошибок. Динамика психофизиологических показателей наблюдалась как в группе с вмешательством, так и в группе, где не проводились техники когнитивно-поведенческой терапии; однако, изучив разницу физиологических показателей ЦНС в группе, где наблюдалось изменение

Таблица 4

Психофизиологические показатели у подростков-спортсменов в зависимости от изменения личностной тревожности, Me (Q1; Q3), баллы

Table 4

Psychophysiological indicators of adolescent athletes depending on changes in personal anxiety, Me (Q1; Q3), scores

Показатель / Indicator	Личностная тревожность / Personal anxiety		p-уровень / p-level
	снизилась, n = 9 / decreased, n = 9	повысилась или не изменилась, n = 5 / increased or unchanged, n = 5	
1	2	3	4
ПЗМР			
Интегральный показатель надежности, % / The integral indicator of reliability, %	8,0 (-2,0; 2,1)	-8,0 (-14,0; 3,0)	0,257
Уровень активации ЦНС / The level of activation of the Central nervous system	0,0 (0,0; 0,0)	0,0 (-2,0; 0,0)	0,374
Оценка уровня активации ЦНС / Assessment of the Central nervous system activation level	0,0 (-0,01; 0,02)	-0,03 (-0,39; 0,0)	0,225
Число упреждающих реакций / Number of proactive responses	0,0 (0,0; 1,0)	1,0 (0,0; 2,0)	0,634
Суммарное число ошибок / Total number of errors	0,0 (0,0; 1,0)	1,0 (0,0; 2,0)	0,634
Уровень безошибочности / Error-free level	0,0 (-1,0; 0,0)	-1,0 (-2,0; 0,0)	0,527
Среднее время реакции / Average reaction time	-13,0 (-39,0; 4,0)	17,0 (-5,0; 28,0)	0,200
Уровень быстродействия / Performance level	0,0 (0,0; 0,0)	0,0 (-2,0; 0,0)	0,374
Оценка быстродействия / Performance evaluation	0,0 (0,0; 0,0)	0,0 (-0,46; 0,0)	0,374
Среднеквадратичное отклонение времени реакций / The average square deviation of the reaction time	-3,0 (-19,0; 14,0)	11,0 (2,0; 26,0)	0,181
Уровень стабильности реакций / The level of stability reactions	0,0 (0,0; 1,0)	-1,0 (-2,0; 0,0)	0,165
Минимальное время реакции / Minimum reaction time	-17,0 (-30,0; -5,0)	1,0 (-11,0; 5,0)	0,142
Максимальное время реакции / Maximum reaction time	28,0 (-14,0; 65,0)	68,0 (17,0; 115,0)	0,641

Примечание: p рассчитывалось с помощью критерия Манна — Уитни; критический уровень статистической значимости составил $p \leq 0,200$.

Note: p was calculated by Mann—Whitney test; the critical level of statistical significance was $p \leq 0.200$.

в ЛТ, и в группе, где ЛТ либо не изменилась, либо повысилась, мы выявили положительные изменения. Это говорит о том, что изменение уровня ЛТ приводит к снижению среднего времени реакции, минимального времени реакции, а также к повышению уровня

стабильности реакций. Следовательно, использование техник когнитивно-поведенческой терапии для нормализации уровня ЛТ спортсменов подросткового возраста приводит также к улучшению физиологических показателей ЦНС.

Вклад авторов:

Макарова Анна Александровна — сбор данных, проведение эксперимента, написание статьи.

Харькова Ольга Александровна — разработка методологии, написание статьи.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Authors' contributions:

Anna A. Makarova — data collecting, experiment conducting, article writing.

Olga A. Kharkova — methodology development, article writing.

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

Список литературы

1. Башкин В.М. Исследование изменения функционального состояния центральной нервной системы спортсменов в течение различных тренировочных периодов. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2009;(9):8–10.
2. Братухин А.Г., Магазева Е.А. Контроль тревожности в адаптивном спорте. Актуальные проблемы адаптивной физической культуры и спорта: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Омск: Сибирский государственный университет физической культуры и спорта; 2016, с. 233–237.
3. Коваленко А.Н., Хрисанфова Н.В. Тревожность как критерий готовности юных легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции, к соревновательной деятельности. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2017;12(2):174–181.
4. Лебедева А.Н. Тревожность детей, занимающихся спортом. Международный журнал экспериментального образования. 2014;(6-1):90.
5. Павлова В.И., Сарайкин Д.А., Терзи М.С. Физиологические и психофизиологические особенности сенсомоторной адаптации у единоборцев разных квалификаций. Фундаментальные исследования. 2014;(6–7):1412–1417.
6. Castro-Sánchez M., Zurita-Ortega F., Chacón-Cuberos R., López-Gutiérrez C.J., Zafra-Santos E. Emotional Intelligence, Motivational Climate and Levels of Anxiety in Athletes from Different Categories of Sports: Analysis through Structural Equations. *Int. J. Environ. res. public health*. 2018;15(5):894. <https://doi.org/10.3390/ijerph15050894>
7. Didymus F.F., Fletcher D. Effects of a cognitive-behavioral intervention on field hockey players' appraisals of organizational stressors. *Psychol. sport exerc.* 2017;30:173–185. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.03.005>
8. Dilip R. Patel, Hatim Omar and Marisa Terry. Sport-related Performance Anxiety in Young Female Athletes. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 2010;23(6):325–335. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2010.04.004>

Информация об авторах:

Макарова Анна Александровна*, врач по спортивной медицине ГБУЗ АО «Архангельский центр лечебной физкультуры и спортивной медицины», 163015, Россия, Архангельск, ул. Холмогорская, 16, корп. 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8447-3571> (doctormakarova@gmail.com)

Харькова Ольга Александровна, к.псих.н., доцент кафедры психиатрии и клинической психологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 163000, Россия, Архангельск, Троицкий пр-т, 51. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3130-2920> (harkovaolga@yandex.ru)

Information about the authors:

Anna A. Makarova*, sports medicine doctor of the Arkhangelsk Center of Physical Therapy and Sports Medicine, 16, bldg. 2, Kholmogorskaya str., Arkhangelsk, 163015, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8447-3571> (doctormakarova@gmail.com)

Olga A. Kharkova, Ph.D. (Psychology), Associate Professor of the Department of Psychiatry and Clinical Psychology of the Northern State Medical University, 51, Troitsky avenue, Arkhangelsk, 163000, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3130-2920> (harkovaolga@yandex.ru)

References

1. **Bashkin V.M.** Study of changes in the functional state of the Central nervous system of athletes during various training periods. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta = Scientific notes of University named after P. F. Lesgaft.* 2009;9(55):8–10 (In Russ.).
2. **Bratukhin A.G., Magazeva E.A.** Anxiety control in adaptive sports. Actual problems of adaptive physical culture and sport: materials of the All-Russian scientific-practical conference. Omsk: Siberian State University of Physical Culture and Sports; 2016, p. 233–237 (In Russ.).
3. **Kovalenko A.N., Khrisanfova N.V.** Anxiety as a criterion of readiness of young athletes specializing in middle-distance running for competitive activities. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kul'tury i sporta = Russian Journal of Physical Education and Sport.* 2017;12(2):174–181 (In Russ.).
4. **Lebedeva A.N.** Anxiety of children involved in sports. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya [International journal of experimental education]*. 2014; 6(1):90 (In Russ.).
5. **Pavlova V.I., Saraykin D.A., Terzi M.S.** Physiological and psychophysiological features of sensorimotor adaptation in single wrestlers of different qualifications. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research.* 2014;(6–7):412–417 (In Russ.).
6. **Castro-Sánchez M., Zurita-Ortega F., Chacón-Cuberos R., López-Gutiérrez C.J., Zafra-Santos E.** Emotional Intelligence, Motivational Climate and Levels of Anxiety in Athletes from Different Categories of Sports: Analysis through Structural Equations. *Int. J. Environ. res. public health*. 2018;15(5):894. <https://doi.org/10.3390/ijerph15050894>
7. **Didymus F.F., Fletcher D.** Effects of a cognitive-behavioral intervention on field hockey players' appraisals of organizational stressors. *Psychol. sport exerc.* 2017;30:173–185. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.03.005>
8. **Dilip R. Patel, Hatim Omar and Marisa Terry.** Sport-related Performance Anxiety in Young Female Athletes. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 2010;23(6):325–335. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2010.04.004>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.9>

УДК 616.74-001.4

Тип статьи: Обзор литературы / Review



Условия возникновения травм при игре в хоккей

А.М. Морозов*, А.Н. Сергеев, В.А. Кадыков, Э.М. Аскеров, С.В. Жуков,
Л.А. Потоцкая, М.М. Муравлянцева

ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тверь, Россия

РЕЗЮМЕ

В статье представлены данные из современных зарубежных и отечественных научных источников о наиболее часто встречающихся травмах при игре в хоккей, а также о мерах профилактики травматизма в данном виде спорта.

Ключевые слова: травмы мягких тканей, хоккей, спорт, сотрясение головного мозга, ушибы, растяжения и разрывы связок, вывихи

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Морозов А.М., Сергеев А.Н., Кадыков В.А., Аскеров Э.М., Жуков С.В., Потоцкая Л.А., Муравлянцева М.М. Исследование условий возникновения травм при игре в хоккей. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(4):37–42. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.9>

Поступила в редакцию: 02.11.2020

Принята к публикации: 24.12.2020

Online first: 10.03.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

The conditions of injury when playing hockey

Artem M. Morozov*, Aleksey N. Sergeev, Viktor A. Kadykov, El'shad M. Askerov, Sergey V. Zhukov,
Lidiya A. Pototskaya, Maria M. Muravlyantseva

Tver State Medical University, Tver, Russian Federation

ABSTRACT

The article presents data from modern foreign and domestic scientific sources about the most common injuries when playing hockey, as well as measures to prevent injuries in this sport.

Keywords: soft tissue injuries, hockey, sports, concussion, bruises, sprains and ruptures of ligaments, dislocations

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

For citation: Morozov A.M., Sergeev A.N., Kadykov V.A., Askerov E.M., Zhukov S.V., Pototskaya L.A., Muravlyantseva M.M. The conditions of injury when playing hockey. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4): 37–42 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.9>

Received: 2 November 2020

Accepted: 24 December 2020

Online first: 10 March 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

Регулярные занятия спортом оказывают на организм благоприятное воздействие: происходят нормализация и поддержание массы тела, улучшение состояния сердечно-сосудистой системы, укрепление опорно-двигательного аппарата и повышение силовых показателей. При физической нагрузке укрепляется и развивается нервная система, увеличивается скорость передачи нервных импульсов по афферентным и эфферентным волокнам, укрепляется иммунитет и улучшаются реологические свойства крови [1].

Однако профессиональные занятия теми или иными видами спорта могут способствовать появлению травм. С ростом нагрузок на организм тренирующегося при недостаточном индивидуальном подходе к оценке уровня ответной реакции организма и степени его компенсации возникают состояния утомления, переутомления и перенапряжения [2]. Согласно статистике, около 5 % общего количества травм приходится на травматизм в спорте. Спортивная травма — это фактор профессиональной деятельности, который способствует более раннему окончанию спортивной карьеры [3]. На предрасположенность к травмам влияет много факторов: интенсивность тренировочного процесса, уровень тренированности спортсмена, вид спорта, время года, климатические условия, санитарно-гигиенические условия, качество инвентаря и экипировки [4]. Причины спортивных травм кроются в неправильной организации занятий, несовершенной методике проведения тренировок, неудовлетворительном состоянии спортивного оборудования, нарушении врачебного контроля, нарушении правил спортивной конкуренции между соперниками.

Национальная университетская спортивная ассоциация США National Collegiate Athletic Association выяснила, что соревнования являются более значимым фактором риска развития травм, чем сам тренировочный процесс спортсмена. Эти данные были получены путем сбора стандартизированных отчетов о повреждениях различных тканей на университетских соревнованиях и турнирах с 1988 по 2004 год. При этом показатель повреждений на соревнованиях составил 13,8 % на 1000 соревнований, а на тренировках — лишь 4 %. Наибольшее количество травм приходилось на регби, мужской футбол и хоккей [5].

Американские исследователи American Sports Data Press Release разработали интенсивный показатель травматичности, который определяется количеством травм на 1000 людей, занимающихся конкретным видом спорта. Так, самым травматичным является хоккей с шайбой, который занимает второе место по травматичности, уступая только такому виду спорта, как регби. Также данная компания проводила исследование по количеству травм на тысячу проведенных тренировок, в котором с индексом в 3,7 хоккей с шайбой занимает 4-е место после регби, сноуборда и бокса [6].

Показано, что хоккей с шайбой не только является одним из самых популярных и массовых видов спорта

в мире, но и занимает лидирующие позиции по статистике травмоопасности, что требует поднимать вопросы обеспечения безопасности хоккеистов посредством изучения специфики спортивных повреждений [7].

2. Виды травм в хоккее

Хоккей является командным видом спорта, где происходит постоянное взаимодействие с соперниками по игре. Болезненные удары шайбы или клюшки, столкновения с другими игроками, падения на борт являются лишь малой частью причин повреждения мягких тканей, которые встречаются очень часто в данном виде спорта [8]. Причиной повреждения мягких тканей может являться значительное перерастяжение как результат внезапной и резкой нагрузки, которая превышает прочность опорно-двигательного аппарата, что может привести к разрыву связок и сухожилий. Выделяют также скрытую причину: результат многократных субмаксимальных перегрузок. Встречается это из-за суммирования микроповреждений за довольно продолжительный период, что приводит к дегенеративным изменениям тканевых структур и может повлечь за собой тяжелую травму [9].

По частоте встречаемости в хоккее первое место занимают ушибы, их количество составляет 38 % всех хоккейных травм. Причинами получения ушиба в хоккее является высокая скорость передвижения спортсменов во время игры, занятия на ледовом покрытии с огороженными высокими бортами в условиях командных состязаний, удары, полученные игровым инвентарем: клюшками или шайбами. Зачастую у хоккеистов наблюдается ушиб области суставов, при котором отмечается повреждение синовиальной оболочки. В клинической картине преобладает гиперемия области сустава, сглаживание его контуров, а также ограничение подвижности движений, обусловленных гемартрозом. Также достаточно опасными являются ушибы непосредственно кости и надкостницы, которые сопровождаются кровоизлиянием под надкостницу и развитием поднадкостничной гематомы [10].

Статистика травматизации непосредственно зависит от игровых функциональных обязанностей спортсмена. Так, вратари меньше подвержены столкновениям с остальными хоккеистами, но имеют большую вероятность получения ушиба от шайбы или растяжения во время защиты ворот [11].

Травмы головы у хоккеистов распространены в большей степени по отношению к повреждениям других частей тела, их доля составляет примерно 30 % от общего числа встречаемых травм. Наиболее частой патологией является сотрясения головного мозга, при котором вследствие удара о стекло бортов или о лед могут повреждаться мозговые оболочки, ткань мозга, нервы и сосуды. Причем сотрясение мозга чаще встречается у молодых спортсменов до 18 лет, чем среди более старших игроков. Причиной этого служит то, что мозг детей и подростков более подвержен сотрясениям, даже

при меньшей силе удара [12]. Сотрясение мозга у хоккеистов возникает в основном во время ожесточенной игры спортсменов и применения силовых действий соперником. В момент гашения скорости при столкновении с препятствием происходит линейное или угловое ускорение-замедление, что является ведущим звеном патофизиологического механизма травмы. Далее происходят ротационные движения полушарий мозга, приводящие к дисфункции активирующей части ретикулярной формации, что ведет за собой потерю сознания. Также имеет место кратковременное повышение давления ликвора, что влечет болезненные ощущения после травмы [13]. При этом повреждается кожный покров головы, возникает разрыв сосудов микроциркуляторного русла и образуется гематома.

При столкновении с поверхностью повышается риск получения открытой раны на коже головы, рассечения бровей, губ, а также повреждения поверхностей десен и выпадения зубов у пострадавшего [14, 15].

Травмы головы и лицевого отдела хоккеистов создают предпосылки к совершенствованию шлема и его защитных поверхностей. С целью избегания данной травмы важно четкое распределение хоккеистов по периметру игровой площадки с указанием определенных действий каждого игрока, чтобы минимизировать риски массовых столкновений спортсменов во время игры [16].

Вывих акромиально-ключичного сустава по частоте встречаемости среди общего количества разрывов и вывихов у хоккеистов составляет 17 %. При травме сустава повреждаются ключично-акромиальные и клювоакромиальные связки, капсула сустава, суставный диск. Симптомами вывиха являются сильная боль в области сустава, внешнее изменение формы сустава, увеличение его размеров, отечность области травмы, снижение двигательной активности сустава. Важно понимать возможный ход травмы для создания внешней защиты сустава или его фиксации. Комплексная терапия данной травмы довольно продолжительная, требующая точного анатомического восстановления фиксирующих ключицу связок совместно с резекцией суставных поверхностей сустава, чтобы не допустить формирование фиброзного анкилоза [17].

Коленный сустав у хоккеистов повреждается чаще любого другого сустава. Согласно статистике, 12,5 % травм приходится именно на эту область. Высокая частота данных повреждений связана с анатомическими и биомеханическими характеристиками: коленный сустав является самым большим поддерживающим суставом, который подвергается значительным нагрузкам. Также данный сустав имеет сложную конфигурацию и выполняет движения в трех взаимно перпендикулярных осях и плоскостях, что объясняет разнообразие повреждений внутрисуставных и внесуставных структур [18]. При повреждении коленного сустава медиальная коллатеральная связка чаще всего подвержена растяжению после удара по внешней стороне колена. Травма

крестообразной связки может развиваться двумя путями: при контактном (прямом) пути вследствие прямого удара в колено произойдет ее растяжение или даже разрыв и при бесконтактном (непрямым) пути травма развивается из-за неправильного приземления спортсмена. Зачастую повреждение крестообразной связки сопровождается травмой большеберцовой коллатеральной связки и внутреннего мениска [19]. Помимо этого, подвергается разрыву большеберцовая коллатеральная связка. Причиной является действие силы на латеральную часть ноги, когда коленный сустав почти полностью выпрямлен. При этом подвергается разрыву не только связка, но и медиальная капсула.

В результате внезапного, резкого старта во время катания или во время игрового процесса хоккеист подвержен растяжению подколенного сухожилия [20].

Еще одной распространенной травмой среди хоккеистов является растяжение связок голеностопного сустава. Среди травм и заболеваний нижних конечностей у хоккеистов травмы голеностопного сустава составляют до 10 % [21]. Связано это с быстрой сменой направления на льду спортсменов во время соревновательных игр. Совершенствование спортивной обуви, которая плотно фиксирует стопу хоккеиста, является особо важным для повышения безопасности спортсмена и снижения риска травматизации.

3. Профилактика травматизма в хоккее

Предотвращение травматизации спортсменов напрямую связано с профилактикой повреждений. Адекватный тренировочный процесс должен включать в себя знания точной техники выполнения упражнений, у спортсмена обязательно должна быть правильно подобранная форма и обувь, должен быть произведен адекватный расчет силовых возможностей организма, а также спортсмен должен безукоризненно соблюдать технику безопасности под постоянным контролем врача и тренера во время всего тренировочного процесса.

Для предотвращения получения травм, помимо правильной экипировки, важной является физическая составляющая хоккеиста. Механические свойства анатомических структур остаются постоянными, когда нагрузка на эти структуры соответствует упругости биоматериала и его функциональным возможностям. Чрезмерная нагрузка влечет за собой перенапряжение тканей, что проявляется в микро- и макроповреждениях [22].

Немаловажную роль играет количество перенесенных травм ранее и то, насколько полноценно они были вылечены. Спортсмен должен постоянно контролировать свои силы, чтобы они не переходили критическую грань возможностей организма [23].

Помимо знаний техники выполнения упражнений, для предотвращения травматизации спортивные врачи обращают внимание на обучение хоккеистов приемам самостраховки. Один из канадских ученых на протяжении 30 лет исследовал травмы позвоночника

спортсменов. В большинстве случаев травмы происходили при ударе о борт или в результате силового приема сзади. Снижение травм позвоночника происходило из-за правильной группировки во время неизбежного столкновения хоккеиста с препятствием. Это повлияло на совершенствование образовательных программ в области профилактики повреждений не только травм позвоночника, но и всех видов повреждений ткани [24, 25].

4. Выводы

Хоккей — это спорт с неизбежным высоким риском получения травмы на льду. Травмы, которые получают спортсмены во время игры, крайне разнообразны и могут привести к серьезным последствиям. К наиболее часто встречающимся повреждениям можно отнести

Вклад авторов:

Морозов Артем Михайлович — руководитель группы.

Жуков Сергей Владимирович, Потоцкая Лидия Аурелиевна, Муравлянцева Мария Михайловна — проводили исследования.

Сергеев Алексей Николаевич, Кадыков Виктор Алексеевич, Аскегов Эльшад Магомедович — отвечали за сбор и анализ результатов.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. **Шутьева Е.Ю., Зайцева Т.В.** Влияние спорта на жизнь и здоровье человека. *Концепт*. 2017;(4):83–88.
2. **Щербатенко М.В.** Чрезмерные физические нагрузки как фактор риска развития заболеваний опорно-двигательного аппарата. В: *Наука и социум: Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Новосибирск; 2018, с. 77–80.
3. **Маликова Л.А., Яковлева Н.В.** Профессиональная специфичность и особенности переживания боли у профессиональных спортсменов с травмами конечностей. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2020;(2):99–107. <https://doi.org/10.14526/2070-4798-2020-15-2-99-107>
4. **Сайфитова А.Т., Высотин С.А.** Отрицательные стороны занятий физической культурой у детей и подростков. *Международный студенческий научный вестник*. 2018;(1):30.
5. **Григоревич В.В., Жадько, Д.Д., Городин С.К., Обелевский А.Г., Снежик П.В., Приступа Н.И.** Характеристика травматизма в спортивных играх. В: *Актуальные проблемы медицины: материалы ежегодной итоговой научно-практической конференции*. Гродно: Гродненский государственный медицинский университет; 2017, с. 220–224.
6. **Hootman J.M., Dick R.** Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J. Athl. Train.* 2007;42(2):311–319.
7. **Мартыненко А.Н., Коноваленков В.Н., Таратухин А.С.** Алгоритм обучения приемам самостраховки юных хоккеистов. *Омский научный вестник*. 2015;(1):165–168.
8. **Зарембовская С.Д.** Фармакотерапия и современные методы лечения травм у спортсменов. *Forcipe*. 2020;(S):805–806.
9. **Tedesco L.J., Swindell H.W., Anderson F.L., Jang E., Wong T.T.** Evaluation and management of hand, wrist and elbow injuries in ice hockey. *Open access J. Sports Med.* 2020;11:93–103. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S246414>
10. **Popkin C.A., Schulz B.M., Park C.N., Bottiglieri T.S., Lynch T.S.** Evaluation, management and prevention of lower ex-

растяжение и разрывы связок суставов верхних и нижних конечностей, а также ушибы мягких тканей и сотрясение головного мозга.

Правильная организация медико-биологического обеспечения тренировочного и соревновательного процесса является залогом снижения частоты травм в спорте в целом. Правильность тренировочного процесса, адекватность распределения силовых показателей хоккеиста, уровень экипировки и самостоятельной страховки являются основными факторами предупреждения получения травм. Крайне важно продолжать изучать вопрос защиты спортсменов от повреждений, а также разрабатывать новые и усовершенствовать уже существующие методики тренировочного процесса.

Authors' contributions:

Artem M. Morozov — group leader.

Sergey V. Zhukov, Lidiya A. Pototskaya, Maria M. Muravlyantseva — conducted research.

Aleksey N. Sergeev, Viktor A. Kadykov, El'shad M. Askerov — were responsible for collecting and analyzing the results.

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

References

1. **Shut'eva E.Yu., Zaitseva T.V.** The impact of sport on people's life and health. *Koncept*. 2017;(4):83–88 (In Russ.).
2. **Shherbatenko M.V.** Excessive Physical Activities as a Risk Factor of the Support-Moving Apparatus' Diseases Development. *Science and Society: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Novosibirsk; 2018, p. 77–80 (In Russ.).
3. **Malikova L.A., Yakovleva N.V.** Professional specificity and pain perception of professional athletes with limb injuries. *Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kul'tury i sporta = Russian Journal of Physical Education and Sport*. 2020;(2):99–107 (In Russ.). <https://doi.org/10.14526/2070-4798-2020-15-2-99-107>
4. **Sayfitova A.T., Vysotin S.A.** Negative Sides of Occupations of Physical Culture at Children and Teenagers. *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik = European Student Scientific Journal*. 2018;(1):30 (In Russ.).
5. **Grigorevich V.V., Zhad'ko, D.D., Gorodilin S.K., Obel'evskii A.G., Snezhickii P.V., Pristupa N.I.** Injuries characteristics in sports. In: *Actual problems of medicine: materials of the annual final scientific-practical conference*. Grodno: Grodno State Medical University; 2017, p. 220–224 (In Russ.).
6. **Hootman J.M., Dick R.** Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J. Athl. Train.* 2007;42(2):311–319.
7. **Martynenko A.N., Konovalenkov V.N., Taratuhin A.S.** Algorithm of self-insurance techniques studying in young hockey players. *Omskii nauchnyi vestnik = Omsk Scientific Bulletin*. 2015;1:165–168 (In Russ.).
8. **Zarembovskaya S.D.** Pharmacotherapy and modern methods of treating injuries in athletes. *Forcipe*. 2020;S:805–806 (In Russ.).
9. **Tedesco L.J., Swindell H.W., Anderson F.L., Jang E., Wong T.T.** Evaluation and management of hand, wrist and elbow injuries in ice hockey. *Open access J. Sports Med.* 2020;11:93–103. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S246414>
10. **Popkin C.A., Schulz B.M., Park C.N., Bottiglieri T.S., Lynch T.S.** Evaluation, management and prevention of lower ex-

tremity youth ice hockey injuries. Open Access J. Sports Med. 2016;7:167–176. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S118595>

11. **Anderson G.R., Melugin H.P., Stuart M.J.** Epidemiology of injuries in ice hockey. Sports Health. 2019;11(6):514–520. <https://doi.org/10.1177/1941738119849105>

12. **Самсонова А.В., Михно Л.В., Ципин Л.Л., Самсонов Г.А., Чичелов И.А.** Ускорение головы спортсмена при выполнении силовых приемов в хоккее с шайбой. Российский журнал биомеханики. 2015;(3):307–315.

13. **Воскресенская О.Н., Дамулин И.В.** Сотрясение головного мозга: клиника, диагностика, лечение. Российский медицинский журнал. 2015;21(5):53–56.

14. **Wörner T., Thorborg K., Eek F.** High prevalence of hip and groin problems in professional ice hockey players, regardless of playing position. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2020;28(7):2302–2308. <https://doi.org/10.1177/1941738119849105>

15. **Smith A.M., Stuart M.J., Roberts W.O., Dodick D.W., Finnoff J.T., Jorgensen J.K., et al.** Concussion in ice hockey: current gaps and future directions in an objective diagnosis. Clin. J. Sport Med. 2017;27(5):503–509. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000412>

16. **Rowson B., Rowson S., Duma S.M.** Hockey STAR: a methodology for assessing the biomechanical performance of hockey helmets. Ann. Biomed. Eng. 2015;43(10):2429–2443. <https://doi.org/10.1007/s10439-015-1278-7>

17. **Hutchison M.G., Comper P., Meeuwisse W.H., Echemendia R.J.** A systematic video analysis of National Hockey League (NHL) concussions, part II: how concussions occur in the NHL. Br. J. Sports Med. 2015;49(8):552–555. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092235>

18. **Пучко А.А., Ясюкевич А.С., Гулевич Н.П., Маслов О.В.** Анализ уровня и структуры травм коленного сустава в различных видах спорта. Прикладная спортивная наука. 2019;(1):65–75.

19. **Толстых Р.А., Косс В.В., Леонов Д.Ю.** Механизм повреждения и этапность физической реабилитации после травм крестообразной связки коленного сустава у спортсменов. Хирургическая практика. 2018;(3):42–45.

20. **Benson B.W., Meeuwisse W.H.** Ice Hockey Injuries. Med. Sport Sci. 2015;49:86–119. <https://doi.org/10.1159/000085393>

21. **Голубина О.А.** Оценка эффективности программы физической реабилитации при травмах голеностопного сустава у хоккеистов. Вестник научных конференций. 2016;(9-5):39–40.

22. **Спасский А.А., Мягкова М.А., Левашова А.И., Кукушкин С.К., Куршев В.В., и др.** 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>

23. **Brunner R., Bizzini M., Niedermann K., Maffioletti N.A.** Epidemiology of Traumatic and Overuse Injuries in Swiss Professional Male Ice Hockey Players. Orthop. J. Sports Med. 2020;8(10):2325967120964720. <https://doi.org/10.1177/2325967120964720>

24. **Tuominen M., Stuart M.J., Aubry M., Kannus P., Parkkari J.** Injuries in men's international ice hockey: a 7-year study of the International Ice Hockey Federation Adult World Championship Tournaments and Olympic Winter Games. Br. J. Sports Med. 2015;49(1):30–36. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093688>

25. **Sikka R., Kurtenbach C., Steubs J.T., Boyd J.L., Nelson B.J.** Anterior cruciate ligament injuries in professional hockey players. Am. J. Sports Med. 2016;44(2):378–383. <https://doi.org/10.1177/0363546515616802>

Lynch T.S. Evaluation, management and prevention of lower extremity youth ice hockey injuries. Open Access J. Sports Med. 2016;7:167–176. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S118595>

11. **Anderson G.R., Melugin H.P., Stuart M.J.** Epidemiology of injuries in ice hockey. Sports Health. 2019;11(6):514–520. <https://doi.org/10.1177/1941738119849105>

12. **Samsonova A.V., Mihno L.V., Cipin L.L., Samsonov G.A., Chichelov I.A.** Athlete's Head Acceleration While Performing Checking in the Ice Hockey. Rossiiskii zhurnal biomehaniki = Russian Journal of Biomechanics. 2015;(3):307–315 (In Russ.).

13. **Voskresenskaya O.N., Damulin I.V.** The Brain Concussion: Clinic, Diagnostic, Treatment. Rossiiskij medicinskii zhurnal. 2015;21(5):53–56 (In Russ.).

14. **Wörner T., Thorborg K., Eek F.** High prevalence of hip and groin problems in professional ice hockey players, regardless of playing position. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2020;28(7):2302–2308. <https://doi.org/10.1177/1941738119849105>

15. **Smith A.M., Stuart M.J., Roberts W.O., Dodick D.W., Finnoff J.T., Jorgensen J.K., et al.** Concussion in ice hockey: current gaps and future directions in an objective diagnosis. Clin. J. Sport Med. 2017;27(5):503–509. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000412>

16. **Rowson B., Rowson S., Duma S.M.** Hockey STAR: a methodology for assessing the biomechanical performance of hockey helmets. Ann. Biomed. Eng. 2015;43(10):2429–2443. <https://doi.org/10.1007/s10439-015-1278-7>

17. **Hutchison M.G., Comper P., Meeuwisse W.H., Echemendia R.J.** A systematic video analysis of National Hockey League (NHL) concussions, part II: how concussions occur in the NHL. Br. J. Sports Med. 2015; 49(8):552–555. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092235>

18. **Puchko A.A., Yasyukevich A.S., Gulevich N.P., Maslov O.V.** Analysis of the Level and Structure of the Knee Joint Injuries in Different Sports. Prikladnaya sportivnaya nauka. 2019;1(9):65–75 (In Russ.).

19. **Tolstyh R.A., Koss V.V., Leonov D.Yu.** The Mechanism of Damage and the Stage Of Physical Rehabilitation After Injuries of the Cruciate Ligament of the Knee Joint In Athletes. Hirurgicheskaya praktika = Surgical practice. 2018;3(35):42–45 (In Russ.).

20. **Benson B.W., Meeuwisse W.H.** Ice Hockey Injuries. Med. Sport Sci. 2015;49:86–119. <https://doi.org/10.1159/000085393>

21. **Golubina O.A.** Assessment of the physical rehabilitation program effectiveness in hockey players with ankle injuries. Vestnik nauchnyh konferencii = Bulletin of Scientific Conferences. 2016;(9-5):39–40 (In Russ.).

22. **Spasskii A.A., Myagkova M.A., Levashova A.I., Kukushkin S.K., Yanova U.V., et al.** Methodology of comprehensive assessment of the athlete's adaptive potential to the load. Sportivnaya medicina: 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>

23. **Brunner R., Bizzini M., Niedermann K., Maffioletti N.A.** Epidemiology of Traumatic and Overuse Injuries in Swiss Professional Male Ice Hockey Players. Orthop. J. Sports Med. 2020;8(10):2325967120964720. <https://doi.org/10.1177/2325967120964720>

24. **Tuominen M., Stuart M.J., Aubry M., Kannus P., Parkkari J.** Injuries in men's international ice hockey: a 7-year study of the International Ice Hockey Federation Adult World Championship Tournaments and Olympic Winter Games. Br. J. Sports Med. 2015;49(1):30–36. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093688>

25. **Sikka R., Kurtenbach C., Steubs J.T., Boyd J.L., Nelson B.J.** Anterior cruciate ligament injuries in professional hockey players. Am. J. Sports Med. 2016;44(2):378–383. <https://doi.org/10.1177/0363546515616802>

Информация об авторах:

Морозов Артем Михайлович*, к.м.н., ассистент кафедры общей хирургии Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4213-5379> (+7 (904) 015-51-18; ammorozovv@gmail.com)

Сергеев Алексей Николаевич, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой общей хирургии Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9657-8063>

Кадыков Виктор Алексеевич, к.м.н., доцент, доцент кафедры общей хирургии Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7516-3467>

Аскеров Эльшад Магомедович, к.м.н., доцент, доцент кафедры общей хирургии Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2567-6088>

Жуков Сергей Владимирович, д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4.

Потоцкая Лидия Аурелиевна, студентка 3-го курса лечебного факультета Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4.

Муравлянцева Мария Михайловна, студентка 4-го курса лечебного факультета Тверского государственного медицинского университета, 170100, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4.

Information about the authors:

Artem M. Morozov*, M.D., Ph.D. (Medicine), assistant, Associate Professor of the Department of General surgery, State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4213-5379> (+7 (904) 015-51-18; ammorozovv@gmail.com)

Aleksey N. Sergeev, M.D., D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of General Surgery, Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9657-8063>

Viktor A. Kadykov, M.D., Ph.D. (Medicine), docent, Associate Professor of the Department of General surgery, Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7516-3467>

El'shad M. Askerov, M.D., Ph.D. (Medicine), docent, Associate Professor of the Department of General surgery, Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2567-6088>

Sergey V. Zhukov, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Public Health and Health Care, Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia.

Lidiya A. Pototskaya, 3th year student, medical Faculty, Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia.

Maria M. Muravlyantseva, 4th year student, medical Faculty, Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.1>

УДК 616-009.861; 616-018; 796.015.6

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Сочетание повышенной ситуативной тревожности и дисфункции эндотелия у юных спортсменов как условие для спазма микроциркуляции: методы оценки и коррекция с помощью специализированного медового слитка-конфеты

Г.А. Просекин^{1,*}, В.Н. Ким¹, Г.Б. Кривулина¹, Е.Н. Долгова², С.А. Парастаев³

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

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

³ ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучение психоэмоционально-волевой сферы и эндотелийзависимых факторов кардиоваскулярного риска, уровня работоспособности и времени восстановления у спортсменов до и после 2-месячного приема специализированного продукта для питания спортсменов (СППС) медового слитка-конфеты Gold F25 ApiSpeis Light. **Материалы и методы.** Основная группа из 58 спортсменов (в возрасте до 18 лет) в течение 2-х месяцев использовала слиток-конфету. В группу контроля-1 вошли 32 школьника и студента, не спортсмены, для оценки возрастных границ эндотелийзависимой вазодилатации, состава крови и наличия факторов риска атеросклероза у юных спортсменов. В группу контроля-2 вошли 30 юных спортсменов до 18 лет без применения СППС для сравнения показателей в основной группе до и после приема слитка-конфеты. Психоэмоциональную сферу изучали с помощью шкалы тревожности Спилберга — Ханина и тестирования САН: Самочувствие, Активность и Настроение. Кроме этого, определялись максимально достигнутая нагрузка, максимальное потребление кислорода, время достижения до порога анаэробного обмена, систолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений, нейровегетативный индекс напряжения и время восстановления после нагрузки. Также выполнялись пробы с реактивной гиперемией (ПРГ) и гипервентиляцией (ПГВ) на плечевой артерии для оценки эндотелийзависимой вазодилатации и вазоконстрикции, биомикроскопия конъюнктивы на щелевой лампе с калиброметрией артериол и венул, общий и биохимический анализ крови. **Результаты.** Установлена нормализация ситуативной тревожности, психоэмоционального напряжения и гиперфункции симпатoadренальной системы. Отмечалось снижение уровней кортизола, нейровегетативного индекса напряжения, улучшение самочувствия, активности и настроения на фоне устранения дисфункции эндотелия, улучшения работоспособности и сокращения времени восстановления после работы. Анализ множественных канонических корреляций обнаружил тесную взаимосвязь психоэмоционального состояния, дисфункции эндотелия и спазма микроциркуляции ($R = 0,86$; $p < 0,0001$). **Заключение:** было доказано, что комбинация повышенной ситуативной тревожности, нейровегетативного перенапряжения, гиперфункции симпатoadренальной системы и дисфункции эндотелия может формировать спастический тип периферического кровообращения и провоцировать дебют артериальной гипертензии. Установлено, что курсовой прием медового слитка обладает антистрессовым, антиоксидантным, эритропоэтическим, вазодилатирующим и антиспастическим эффектами, улучшает работоспособность и восстановление после нагрузок. Слиток Gold F25 ApiSpeis Light включен в Формуляр ФМБА в качестве специализированного продукта для питания юных спортсменов сборных РФ.

Ключевые слова: ситуативная тревожность, дисфункция эндотелия, детский спорт, спазм микроциркуляции, кардиоваскулярный риск, медовый слиток-конфета

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Просекин Г.А., Ким В.Н., Кривулина Г.Б., Долгова Е.Н., Парастаев С.А. Сочетание повышенной ситуативной тревожности и дисфункции эндотелия у юных спортсменов как условие для спазма микроциркуляции: методы оценки и коррекция с помощью специализированного медового слитка-конфеты. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(4):43–54. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.1>

Поступила в редакцию: 31.10.2020

Принята к публикации: 7.12.2020

Online first: 11.01.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

Combination of increased situational anxiety and endothelial dysfunction in young athletes as a condition for microcirculation spasm: assessment methods and correction using a specialized honey bar-candy

Georgii A. Prosekin^{1,*}, Vitaliy N. Kim¹, Galina B. Krivulina¹, Elena N. Dolgova², Sergey A. Parastaev³

¹ Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

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

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: study of psychoemotional-volitional sphere and endothelium-dependent factors of cardiovascular risk, the level of performance and recovery time in athletes before and after a 2-month intake of a specialized athlete's nutrition product (SANP) honey bar-candy "Gold F25 ApiSpeis Light". **Materials and methods.** The main group of 58 athletes (under the age of 18) used SANP for 2 months. Control group-1 included 32 schoolchildren and students, not athletes, to assess the age limits of endothelium-dependent vasodilation, blood composition and the presence of risk factors for atherosclerosis in young athletes. The control group-2 included 30 young athletes under 18 years old without the use of SANP to compare the indicators in the main group before and after taking the honey bar. The psycho-emotional sphere was studied using the Spielberger-Hanin scale of anxiety and WAM testing: Well-being, Activity and Mood. In addition, the maximum achieved load, maximum oxygen consumption, time to reach the threshold of anaerobic metabolism, systolic blood pressure, heart rate, neurovegetative stress index and recovery time after exercise were determined. Also, tests with reactive hyperemia (TRH) and hyperventilation (TGV) on the brachial artery were performed to assess endothelium-dependent vasodilation and vasoconstriction, conjunctival biomicroscopy on a slit lamp with calibrometry of arterioles and venules, general and biochemical blood tests. **Results.** The normalization of situational anxiety, psychoemotional stress and hyperfunction of the sympathoadrenal system was established. There was a decrease in the levels of cortisol, neurovegetative stress index, improvement of well-being, activity and mood against the background of elimination of endothelial dysfunction, improved performance and reduced recovery time after work. The analysis of multiple canonical correlations revealed a close relationship between the psychoemotional state, endothelial dysfunction and microcirculation spasm ($R = 0.86$; $p < 0.0001$). **Conclusion:** it has been proven that a combination of increased situational anxiety, neurovegetative overexertion, hyperfunction of the sympathoadrenal system and endothelial dysfunction can form a spastic type of peripheral circulation and provoke the onset of arterial hypertension. It was found that the course intake of honey ingot has anti-stress, antioxidant, erythropoietic, vasodilating and antispastic effects, improves performance and recovery after stress. Ingot "Gold F25 ApiSpeis Light" is included in the FMBA Formulary as a specialized product for the nutrition of young athletes of the Russian national teams.

Keywords: situational anxiety, endothelial dysfunction, children's sports, microcirculation spasm, cardiovascular risk, honey candy bar

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

For citation: Prosekin G.A., Kim V.N., Krivulina G.B., Dolgova E.N., Parastaev S.A. Combination of excessive situational anxiety and endothelial dysfunction in young athletes as a condition for microcirculation spasm: assessment methods and correction using a specialized honey bar-candy. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):43–54 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.1>

Received: 31 October 2020

Accepted: 7 December 2020

Online first: 11 January 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

Известно, что большинство поведенческих стереотипов закладывается в детском возрасте, приобретая в дальнейшем относительно стабильный характер. Поэтому превентивные мероприятия, осуществляемые в детском и подростковом возрасте, на этапе формирования основных поведенческих привычек, представляются более перспективной стратегией первичной профилактики формирования факторов риска атеросклероза (ФРА) и других неинфекционных заболеваний с целью последующего снижения заболеваемости и смертности от них [1]. Важность подобных профилактических мер для предупреждения развития артериальной гипертензии (АГ) была показана в ходе 32-летнего наблюдения за детьми начиная с 11–12-летнего возраста [2]. В работе подчеркивается неблагоприятное влияние избыточной массы тела в подростковом возрасте на развитие АГ

в будущем. В то же время в последние годы установлено, что в патогенезе АГ не последнюю роль играют психологические факторы. К примеру, как правило, недостаточно оцениваемый предиктор «тревожность» на деле оказался не только независимым фактором риска возникновения АГ, но также более значимым по своей прогностической ценности по сравнению с ожирением, курением и сопоставимым с депрессией [3]. Обусловлено это не только тем, что состояние тревоги сопровождается выбросом в кровь катехоламинов, секреция которых вызывает вазопрессорную реакцию, но также тем, что к настоящему времени накоплено достаточное количество исследований в пользу патологической активации нейромедиаторных систем и возникновения так называемой нейрогенной гипертензии [4], когда сочетание повышенной ситуативной и личностной тревожности может способствовать дебюту эссенциальной

АГ. Поэтому артериальную гипертензию и коронарную болезнь сердца относят к классической психосоматической патологии, в развитии которой выделяются три синдрома: тревожность, враждебность и жизненное истощение как психологические предпосылки возникновения острого инфаркта миокарда. Причем связь тревоги и острого коронарного синдрома была убедительно доказана N.M. Batelaan et al. (2016) в метаанализе исследований с числом участников 1,5 млн человек и периодом наблюдения от 1 до 24 лет [5].

Несмотря на то что занятия спортом особенно важны для роста и формирования детского растущего организма, спортивная деятельность тесно взаимосвязана с повышенной тревожностью и страхом, поэтому актуальность изучения и коррекции психологических факторов в детском спорте становится все более острой [6].

Так как повышенная тревожность может приводить к нарушению перцептивно-моторной и поведенческой сферы [7], но также, на фоне увеличения активности симпатoadренальной системы (САС), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и систолического артериального давления (САД), повышать сердечно-сосудистый риск и со временем трансформироваться в АГ [8]. Эта ситуация усугубляется тем, что наряду с психологическим стрессом у юных и молодых спортсменов на первое место выходит проблематика оксидативного стресса и дисфункции эндотелия (ДЭ) как факторов риска развития кардиомиопатии напряжения. В частности, сегодня установлено, что высокая физическая нагрузка, оксидативный стресс с интенсификацией перекисного окисления липидов, гиперактивация симпатoadренальной системы, АГ и ДЭ — это звенья одной цепи, в которой мишенью и триггером выступает ДЭ [9]. На фоне «чистых» коронарных артерий, особенно у реактивно-и личностно-тревожных молодых лиц с вегетативной дисфункцией и гипертрофией левого желудочка, может развиваться ангиоспазм вследствие микрососудистой дисфункции [10]. В тяжелых случаях возможно возникновение острой коронарной недостаточности из-за того, что объем крови, циркулирующей через коронарные артерии, становится недостаточным для удовлетворения потребности миокарда в кислороде [11].

В этой связи следует помнить, что только интактный эндотелий через гликокаликс способен «чувствовать» сдвиговое напряжение, создаваемое кровотоком, и уменьшать влияние ангиотензинпревращающего фермента [12]. И вот почему необходимо учитывать, что эндотелиоциты могут подвергаться перенапряжению и их чувствительность к сдвигу также может снижаться, провоцируя этим коронарospазм чистых сосудов. Эти результаты были получены в долгосрочном наблюдении (9–18 лет) за больными с микрососудистой стенокардией или «кардиальным синдромом X», в котором было установлено достоверное и независимое влияние ДЭ плечевой артерии на развитие неблагоприятных кардиальных событий в будущем [13].

Учитывая приведенные сведения, была выдвинута рабочая гипотеза, что с помощью потребления специализированных продуктов для питания спортсменов (СППС) на основе апифитопродуктов, обладающих антиоксидантным, липидокорректирующим, седативным и антистрессорным эффектами [14–17], включая другие природные биологически активные вещества, возможна коррекция психологических факторов сердечно-сосудистого риска и ДЭ у юных спортсменов олимпийского резерва.

Настоящее исследование выполнено в рамках прикладных научно-исследовательских работ на базе соглашения о сотрудничестве ФНКЦСМ ФМБА РФ, РНИМУ им. Н.И. Пирогова, СибГМУ, Югорского колледжа-интерната олимпийского резерва (ЮКИОР) и производителя СППС на основе апифитокомпонентов ООО «Тенториум» (Пермь).

Цель работы. Изучение психоэмоционально-волевого статуса, симпатoadренальной системы, нейровегетативного индекса напряжения, функции эндотелия, микроциркуляции, работоспособности и времени восстановления у спортсменов до и после использования специализированного продукта питания спортсменов медового слитка-конфеты Gold F25 ApiSpeis Light.

2. Материалы и методы

На площадке ЮКИОР г. Ханты-Мансийска проведено рандомизированное когортное контролируемое исследование среди юных спортсменов 15–18 лет. Предварительно было получено письменное информированное согласие на участие. Рандомизацию проводили с помощью случайных чисел согласно спискам обучающихся. Всего участвовало 120 детей, из которых 88 спортсменов и 32 здоровых школьника и студента. В основную группу вошли 58 спортсменов (17,1 ± 0,5 года; мужчин 85,4 %) с 2-месячным потреблением СППС: 16 хоккеистов, 14 пловцов, 15 лыжных гонщиков и 13 биатлонистов. В группу контроля-1 вошли 32 школьника и студента, не спортсмены (16,3 ± 1,1 года, мужчин 81 %) без приема СППС с нормальной эндотелийзависимой вазодилатацией (ЭЗВД) плечевой артерии (ПА) на пике пробы с реактивной гиперемией (ПРГ), равной 10 % и более к исходному диаметру [18]. Группа формировалась для сравнения возрастных границ ЭЗВД, показателей крови и наличия факторов риска атеросклероза у юных спортсменов. Также формировалась группа контроля-2, куда включили 30 спортсменов (16,8 ± 0,4 года; мужчин 83,1 %) без приема СППС: 8 хоккеистов, 7 пловцов, 8 лыжных гонщиков и 7 биатлонистов. Группа использовалась для сравнения показателей до и после приема СППС в основной группе. Доля спортсменов с квалификацией «кандидат в мастера спорта» и выше в основной группе составила 34,0 %, в контроле — 35 %. Сравнимые группы были полностью однородными по возрасту, полу, представительству от видов спорта и спортивному мастерству.

Изучение психической и эмоционально-волевой сферы спортсменов осуществляли с помощью шкалы тревожности Спилберга — Ханина и тестирования САН: Самочувствие, Активность и Настроение [19]. Определялись максимально достигнутая нагрузка (W_{max}), максимальное потребление кислорода (МПК), время достижения до порога анаэробного обмена (ПАНО), уровни САД, ЧСС и нейровегетативного индекса напряжения (ИН) по Р. Баевскому (1979). Кроме того, проводилась проба с гипервентиляцией (ПГВ) на плечевой артерии для оценки эндотелийзависимой вазоконстрикции (ЭЗВК) [20], биомикроскопия конъюнктивы глаза с калиброметрией артериол и венул на щелевой лампе, с цифровой обработкой изображения и увеличением $\times 32$, общий и биохимический анализ крови. Все исследования производили до и после 2-месячного применения СППС Gold F25 ApiSpeis Light по 1 плитке (13 г) 3 раза в день (во время или после еды). СППС разработан в форме глазированного плиточка-конфеты (аналогия спортивного батончика), прошел испытания в ФИЦ питания и биотехнологии и рекомендован к приему спортсменами с 14 лет. Состав корпус/начинки глазированного плиточка-конфеты: перга, мед натуральный, орех кедровый, пыльца цветочная (пчелиная обножка), прополис, маточное молочко лиофилизированное, низкомолекулярный хитозан, кондитерская глазурь белая, сухое молоко, сухая молочная сыворотка, ароматизатор «Ванилин», краситель натуральный β -каротин и мумие (глицин 1,6 мг/100 г). В таблице 1 приведена пищевая и энергетическая ценность СППС.

Статистическая обработка и анализ данных производились с помощью пакетов SAS 9.4, Statistica 12, IBM-SPSS-24. За критическое значение статистической значимости принимали 0,05. Использовали анализ ANOVA, Краскела — Уоллиса и Ван дер Вардена. Все дескриптивные статистики приведены как $M \pm m$, M — среднее,

m — ошибка среднего. Кроме того, применяли коэффициент Спирмена и анализ канонических корреляций.

3. Результаты и их обсуждение

3.1 Результаты исследования

Анализируя исходные данные до использования СППС (табл. 2), следует отметить, что практически у всех юных спортсменов в сравнении с группой контроля-1 (школьники и студенты — не спортсмены) обнаруживались более высокие показатели САД, ЧСС, ИН и кортизола, представляющие классические проявления гиперфункции симпатoadренальной системы и имеющие прямое отношение к психологическим факторам кардиоваскулярного риска. В частности, уровень ИН в основной группе был в 2,7 раза выше, чем в контроле-1 ($111,7 \pm 10,2$ и $42,1 \pm 8,7$ усл. ед; $p = 0,0001$).

При этом уровень содержания кортизола в крови в основной группе ($359,92 \pm 9,5$ нмоль/л) и контроле-2 ($368,12 \pm 8,2$ нмоль/л) был более чем на 20 % выше, чем в контроле-1 ($298,77 \pm 8,6$ нмоль/л; $p = 0,0001$). В то же время у всех юных спортсменов наблюдались существенные отклонения в показателях ЭЗВД и ЭЗВК ПА, что свидетельствовало о наличии ДЭ: уровень ЭЗВД в основной группе — 7,8 % в контроле-2 — 7,0 %, в контроле-1 — 13 % ($p = 0,0001$). Значение ЭЗВК, характеризующее готовность ПА к спазму, у спортсменов оказалось в 2,5 раза выше, чем в группе контроля-1 (соответственно -9,1 % в основной группе, -9,8 % в контроле-2 и -3,9 % в контроле-1; $p = 0,0001$). Притом что показатель ЭЗВД у спортсменов был лишь в 1,6 раза ниже, чем в контроле-1. Кроме того, отмечалась более низкая скорость кровотока в ПА на пике ПГВ у спортсменов, чем у лиц в контроле-1 (48,3, 49,5 и 56,9 см/сек; $p = 0,0001$), что указывало на ухудшение регионарной гемодинамики в условиях спастического состояния артерий смешанного типа.

Таблица 1

Пищевая, энергетическая ценность и химический состав СППС

Table 1

Nutritional, energy value and chemical composition of the SANP

Пищевая ценность / The nutritional value	В 100 г продукта / In 100 g of product	В суточной порции (39 г) / In a daily portion (39 g)
Углеводы, г / Carbohydrates, g	59,5	23,2
Жиры, г, в т.ч. ПНЖК / Fats, g, incl. polyunsaturated fatty acids	25,0	9,8
Флавоноиды / Flavonoids	4	1,6
Витамин А, мг (бета-каротин) / Vitamin A, mg (beta-carotene)	2,2 (13,2)	0,9 (5,2)
Витамин Е, мг / Vitamin E, mg	0,75	0,29
Кальций, мг / Calcium mg	135,0	53,0
Магний, мг / Magnesium mg	54,0	21,0
Пищевые волокна (нераств.), мг / Dietary fiber (undissolved), mg	54,0	21,0
Энергетическая ценность, ккал / Energy value, kcal	462	180

Таблица 2

Функциональные и лабораторные показатели у юных спортсменов и здоровых лиц до использования СППС ($M \pm m$)

Table 2

Functional and laboratory parameters in young athletes and healthy individuals before using SANP ($M \pm m$)

Показатели / Parameters	Основная группа / Main group, $n = 58$	Контроль-1 / Control-1, $n = 32$	Контроль-2 / Control-2, $n = 30$	p — уровень значимости / significance level
САД, мм рт.ст. / Systolic blood pressure, mmHg	126,5 ± 2,3	110,6 ± 2,4	128,2 ± 3,1*	0,001
ЧСС, уд./мин / Heart rate, beats / min	82,7 ± 1,9	71,9 ± 1,7	80,9 ± 1,7*	0,001
Wmax, METS / The maximum achieved load, METS	15,4 ± 2,01	12,6 ± 1,71	14,9 ± 7,15*	0,0001
МПК, мл/мин / Maximum oxygen consumption, ml / min	50,8 ± 0,55	44,2 ± 0,87	51,1 ± 0,71*	0,0001
Время до ПАНО, мин) / The time to threshold anaerobic, min	10,58 ± 1,1	8,14 ± 0,6	10,92 ± 1,6*	0,0001
Время восстановления, мин / Recovery time, min	7,6 ± 0,3	8,9 ± 0,5	7,7 ± 0,4	0,0001
Индекс напряжения, усл. ед. / Nervous system stress index	111,7 ± 10,2	42,1 ± 8,7	97,1 ± 12,8*	0,0001
Кортизол, нмоль/л / Cortisol, nmol / l	359,9 ± 9,5	298,7 ± 8,6	368,1 ± 8,2*	0,0001
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$ / Erythrocytes, $\times 10^{12} / l$	4,94 ± 0,01	5,58 ± 0,01	4,8 ± 0,01*	0,0001
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g / l	140,7 ± 9,2	155,9 ± 8,4	137,0 ± 1,2*	0,0001
ЭЗВД ПА 75 сек ПРГ, % / EDVD BA75 sec. TRH, %	7,8 ± 0,7	13,0 ± 0,6	7,5 ± 0,9*	0,0001
Vps ПА 75 сек ПРГ, см/сек / Vps BA 75 sec. TRH, cm / sec	65,6 ± 4,9	48,8 ± 1,5	63,1 ± 5,1	0,0006
Сдвиг 15 сек ПРГ, дин/см ² / Shear 15 sec. TRH, dyne / cm ²	43,53 ± 6,1	44,67 ± 5,8	44,01 ± 5,7	0,45
ЭЗВК ПА 5 мин ПГВ, % / EDVC BA 5 min. THV, %	-9,1 ± 0,8	-3,9 ± 0,4	-9,8 ± 1,2	0,0001
Vps ПА 5 мин ПГВ, см/сек / Vps BA 5 min. THV, cm / sec	48,3 ± 1,8	56,9 ± 1,4	49,5 ± 2,1*	0,0001
Сдвиг 5 мин ПГВ, дин/см ² / Shear 5 min THV, dyne / cm ²	29,38 ± 4,8	28,05 ± 4,2	30,04 ± 3,5	0,79
Диаметр артериол 5 мин ПГВ, % / Arteriole diameter 5 min THV, %	-11,0 ± 0,3	-0,36 ± 0,09	-12,0 ± 0,4	0,0001
Диаметр венул 5 мин ПГВ, % / Venule diameter 5 min THV, %	-14,8 ± 0,6	2,0 ± 0,4	-13,9 ± 0,5	0,0001

Примечание: * — $p < 0,05$ в сравнении с группой контроля-1.
Note: * — $p < 0.05$ in comparison with the control group-1.

Вместе с тем, и это важно, на пике ПГВ даже у юных спортсменов регистрировалось не только более значимое сужение диаметра ПА, но также более резкое сужение артериол и венул конъюнктивы глаза по сравнению с данными микроциркуляторного русла группы контроля-1. Так, изменение диаметра артериол у спортсменов основной группы составило -11,0 %, группы контроля-2 -12 % и группы контроля-1 -0,36 % ($p < 0,0001$).

Сужение венул в основной группе составило -14,8 %, в контроле-2 -13,9 %, тогда как в контроле-1, напротив, венулы расширились на 2 % ($p < 0,0001$). Таким образом, наблюдаемые результаты являлись четкой демонстрацией спастического типа периферической гемодинамики у спортсменов с ДЭ и гиперфункцией САС. На рисунке 1 представлен спазм микроциркуляции на фоне ПГВ.

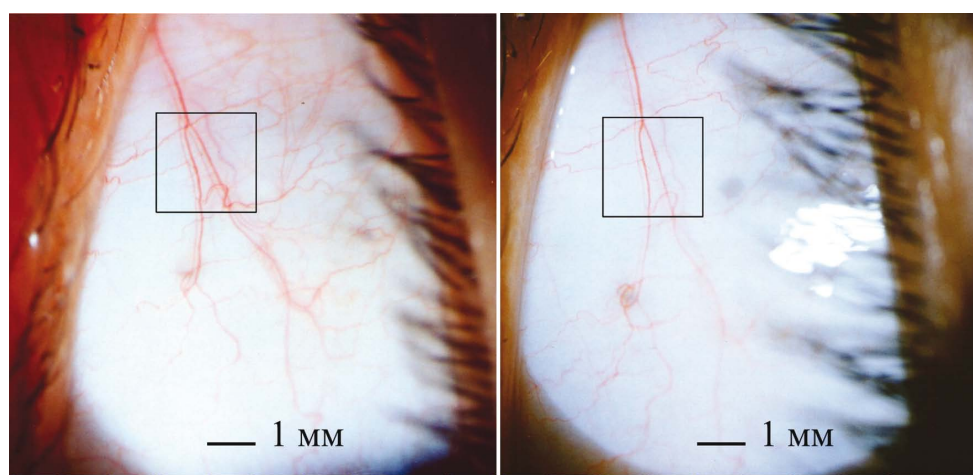


Рис. 1. Микроциркуляторная сеть конъюнктивы глаза у юных спортсменов до приема СППС: слева — исходное состояние; справа — на пике пробы с гипервентиляцией

Fig. 1. Microcirculatory network of the conjunctiva of the eye in young athletes before taking SANP: on the left — the initial state; on the right — at the peak samples with hyperventilation

При этом максимально достигнутая работа, МПК и ПАНО у всех юных спортсменов были закономерно выше, а время восстановления после больших нагрузок короче, чем в группе контроля-1 (не спортсменов), несмотря на более низкий уровень содержания эритроцитов ($4,94 \times 10^{12}/л$ у лиц основной группы, $4,8 \times 10^{12}/л$ в группе контроля-2 и $5,58 \times 10^{12}/л$ в группе контроля-1; $p < 0,0001$) и более низкий показатель гемоглобина ($140,7$ г/л у лиц основной группы, $137,0$ г/л в группе контроля-2 и $155,9$ г/л в группе контроля-1; $p < 0,0001$).

Учитывая полученные результаты, свидетельствующие о наличии у спортсменов ДЭ и гиперактивации САС, было проведено психологическое тестирование спортсменов до и после применения СППС. В таблице 3 представлены результаты тестирования, которое четко указывало на исходный повышенный уровень показателей психоэмоциональной и волевой сферы и их положительную динамику после 2-месячного курсового потребления СППС.

Так, в сравнении с исходным статусом было обнаружено повышение показателей «общего самочувствия» с 88 до 100 %, (прирост 13,7 %); параметра «активности» с 90 до 100 % (прирост 11 %); настроение «улучшилось» с 70 до 98 % (прирост 40 %). Причем выявлено, что повышение показателя «настроения» обусловлено нормализацией ранее заниженной самооценки (то есть у 16 из 17 спортсменов самооценка и настроение поднялись), а также снижением показателя ситуативной тревожности (у 13 из 16 спортсменов данный параметр нормализовался). Тогда как по уровню «личностной тревожности» какой-либо динамики не отмечалось. Полученные результаты свидетельствовали о положительном воздействии СППС на психоэмоциональный статус у спортсменов. При этом следует подчеркнуть, что комплекс обследований и потребления СППС совпал со сдачей единого государственного экзамена,

тренировочных сборов и соревнований и тем не менее благотворно повлиял на психоэмоциональный статус юных спортсменов в период интеллектуальных и физических нагрузок. При этом в группе контроля-2 между первым и вторым тестированием на фоне двухмесячных тренировок и соревнований и точно такой же интеллектуальной работы, но без применения СППС какой-либо существенной динамики не отмечалось. Хотя все юные спортсмены жили и тренировались в абсолютно одинаковых условиях на базе колледжа, а также питались в одной столовой.

Вместе с тем позитивная динамика наблюдалась и по функционально-лабораторным показателям после 2 месяцев приема СППС в основной группе (табл. 4). Прежде всего, отмечалась высокая эффективность восстановления функции эндотелия плечевой артерии, причем как дилататорного, так и констрикторного компонентов. В частности, показатель ЭЗВД ПА нормализовался с приростом 70 % (с 7,8 до 13,2 %; $p = 0,0001$), тогда как уровень ЭЗВК ПА снизился в 2,2 раза (с -9,1 до -4,2 %; $p = 0,0001$). При этом спазм артериол на пике ПГВ уменьшился на 65 % (с -11,0 до -3,85 %; $p < 0,0001$), а вазоконстрикция венул — на 83 % (с -14,8 до -2,52 %; $p < 0,0001$). Улучшенное состояние микроциркуляторного русла во время пробы с гипервентиляцией после 2-месячного использования СППС показано на рисунке 2.

При этом уровень ИН понизился на 43 % (со 111,7 до 67,63 усл. ед.; $p = 0,001$), значения САД и ЧСС покоя снизились на 10 и 15 % соответственно. На этом фоне возросли показатели МПК на 14 %, время достижения до ПАНО на 13 %, максимально достигнутая нагрузка на 12 % и скорость кровотока в ПА на пике ПГВ на 12 %. Время восстановления после работы сократилось на 12 %. Динамики в группе контроля-2 (без приема СППС) не наблюдалось.

Таблица 3

Психологическое тестирование в основной группе до и после приема СППС, $n = 58$

Table 3

Psychological testing in the main group before and after taking SANP, $n = 58$

Показатели / Parameters	В норме / Normal				Завышен / Above normal				Занижен / Below normal			
	I		II		I		II		I		II	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Самочувствие / Wellbeing	51	88	58	100	0	-	0	-	7	12	0	-
Активность / Activity	52	90	58	100	0	-	0	-	6	10	0	-
Настроение / Mood	41	70	57	98	0	-	0	-	17	30	1	2
Ситуативная тревожность / Situational anxiety	49	84	56	97	9	16	2	3	0	0	0	0
Личностная тревожность / Personal anxiety	48	83	50	86	10	17	9	16	0	0	0	0

Примечание: I — до приема СППС; II — после приема СППС.

Note: I — before taking SANP; II — after taking SANP.

Таблица 4

Функциональные и лабораторные показатели у юных спортсменов и здоровых лиц после использования СППС ($M \pm m$)

Table 4

Functional and laboratory parameters in young athletes and healthy individuals after using SANP ($M \pm m$)

Показатели / Parameters	До приема / Before taking, (n = 58)	После приема / After taking (n = 58)	p — уровень значимости / significance level
САД, мм рт. ст. / Systolic blood pressure, mmHg	126,5 ± 2,3	113,8 ± 3,1**	0,005
ЧСС, уд./мин / Heart rate, beats / min	82,7 ± 1,9	70,2 ± 1,6**	0,002
Wmax, METS / The maximum achieved load, METS	15,4 ± 2,01	17,3 ± 2,15**	0,0001
МПК, мл/мин / Maximum oxygen consumption, ml / min	50,8 ± 0,55	57,9 ± 0,42**	0,0001
Время до ПАНО, мин) / The time to threshold anaerobic, min	10,58 ± 1,1	11,93 ± 0,6**	0,001
Время восстановления, мин / Recovery time, min	7,6 ± 0,3	6,7 ± 0,3**	0,02
Индекс напряжения, усл. ед. / Nervous system stress index	111,7 ± 10,2	67,63 ± 12,13**	0,0001
Кортизол, нмоль/л / Cortisol, nmol / l	359,9 ± 9,5	308,7 ± 10,7**	0,001
Эритроциты, ×10 ¹² /л Erythrocytes, ×10 ¹² / l	4,94 ± 0,01	5,58 ± 0,01**	0,0001
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g / l	140,7 ± 9,2	157,9 ± 8,4**	0,0001
ЭЗВД ПА 75 сек ПРГ, % / EDVD BA75 sec. TRH, %	7,8 ± 0,7	13,2 ± 1,3**	0,0001
Vps ПА 75 сек ПРГ, см/сек / Vps BA 75 sec. TRH, cm / sec	65,6 ± 4,9	49,9 ± 3,5**	0,0001
Сдвиг 15 сек ПРГ, дин/см ² / Shear 15 sec. TRH, dyne / cm ²	43,53 ± 6,1	44,67 ± 5,8	0,75
ЭЗБК ПА 5 мин ПГВ, % / EDVC BA 5 min. THV, %	-9,1 ± 0,8	-4,2 ± 1,1**	0,0001
Vps ПА 5 мин ПГВ, см/сек / Vps BA 5 min. THV, cm / sec	48,3 ± 1,8	54,3 ± 1,6**	0,0001
Сдвиг 5 мин ПГВ, дин/см ² / Shear 5 min THV, dyne / cm ²	29,38 ± 4,8	28,05 ± 4,2	0,85
Диаметр артериол 5 мин ПГВ, % / Arteriole diameter 5 min THV, %	-11,0 ± 0,3	-3,85 ± 0,05**	0,0001
Диаметр венул 5 мин ПГВ, % / Venule diameter 5 min THV, %	-14,8 ± 0,6	-2,52 ± 0,3**	0,0001

Примечание: ** — $p < 0,05$ в сравнении с группой контроля-2.

Note: ** — $p < 0.05$ in comparison with the control group-2.

3.2 Обсуждение результатов

Обсуждая полученные результаты, необходимо подчеркнуть, что фактически у всех спортсменов обнаруживались ФРА в виде гиперактивации симпатoadреналовой системы, повышенных показателей САД и ЧСС, негативные сдвиги в психической и эмоционально-волевой сфере, а также развернутые проявления дисфункции эндотелия с доминированием спазма

плечевой артерии и микроциркуляторного русла. Это, естественно, уже требовало коррекционного вмешательства, поскольку было диагностировано нарушение, главного в спорте физиологического механизма — феномена ЭЗВД, призванного оперативно снабжать кислородом миокард и скелетные мышцы, который всегда должен работать при стрессе, гемодинамических сдвигах и при любой по интенсивности физической работе

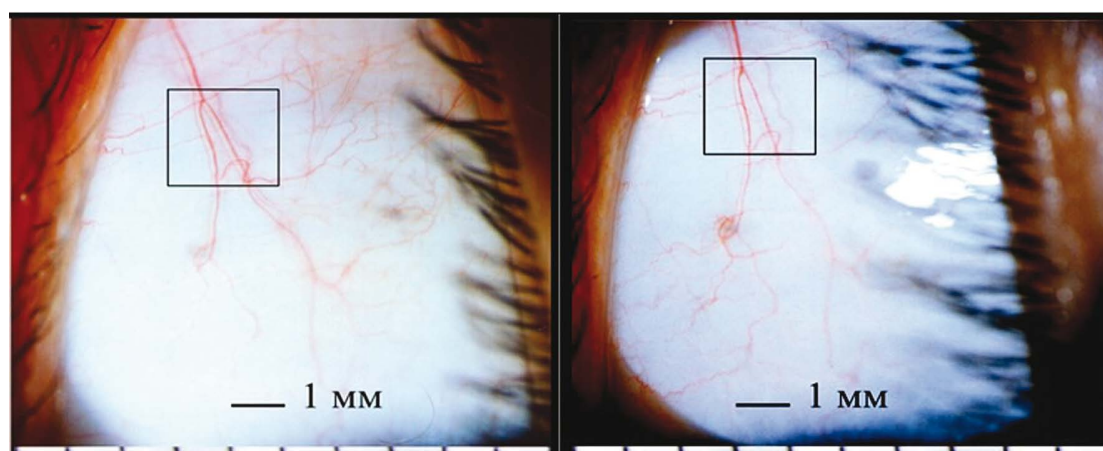


Рис. 2. Микроциркуляторная сеть конъюнктивы глаза у юных спортсменов после приема СППС: слева — исходное состояние; справа — на пике пробы с гипервентиляцией

Fig. 2. Microcirculatory network of the conjunctiva of the eye in young athletes after taking SANP: on the left — the initial state; on the right — at the peak samples with hyperventilation

[21]. Таким образом, исследование наглядно показало, почему так важно следить за функциональным состоянием ЭЗВД периферических сосудов у атлетов высокой квалификации и тем более с признаками вегетативной дисфункции, высоким психоэмоциональным напряжением и повышенной ситуативной тревожностью [22].

С другой стороны, нарушение дилататорного механизма сосудистой регуляции таит в себе куда более серьезные тенденции, включая участие ДЭ в патогенезе кардиомиопатии перенапряжения у спортсменов [9] и возникновении микрососудистой стенокардии [13]. В этой связи надо еще раз отметить, что феномен ЭЗВД играет ключевую антиспастическую роль, реализованную через способность эндотелия реагировать на сдвиговое напряжение со стороны движущейся крови [12]. Поэтому сохранность эндотелия — это главное условие для адекватного синтеза им так называемых базальных концентраций NO (оксида азота) и поддержания базального сосудистого тонуса в покое, когда незначительное количество NO уравнивает спастические эффекты влияния эндотелинов и эластических свойств самой артериальной стенки. В условиях же физической активности увеличение объемной скорости кровотока приводит к значимому увеличению сдвигового напряжения, и клетки эндотелия начинают продуцировать дополнительные порции «стимулированного» оксида азота, обуславливающие эффект эндотелийзависимой вазодилатации [22]. Поэтому нужно помнить, что в сокращающейся скелетной мускулатуре возникающий кислородный долг включает механизм анаэробного режима работы, тогда как для сердечной мышцы опасный дефицит кислорода приводит к ишемии [13].

В этой связи формирование кардиомиопатии перенапряжения у спортсменов [9] в условиях ограниченного притока крови по артериям среднего-мелкого калибра на фоне спастического состояния микроциркуляторного русла, обусловленного ДЭ на фоне психоэмоциональных и физических нагрузок, представляется обоснованным. И вот почему оценку эндотелиальной функции необходимо осуществлять с использованием проб с реактивной гиперемией и гипервентиляцией, которые позволяют моделировать вазомоторный ответ периферического сосудистого русла, возникающий при выполнении атлетом максимальных нагрузок, когда работа механизма рабочей гиперемии в скелетных мышцах и миокарде всегда происходит на фоне гипервентиляции.

При этом важно, что полученные результаты исследования полностью подтверждают ранее предложенный нами «эндотелийзависимый сценарий» дебюта АГ у юных и молодых спортсменов олимпийского резерва [22]. На наш взгляд, у атлетов с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД), так же как при пограничной артериальной гипертензии (ПАГ), всегда имеет место более сохраненный эндотелий, но со сниженной функцией из-за уменьшения его чувствительности, вызванного повышенным влиянием САС у личностно-тревожных

лиц. Так, в отличие от прямого повреждающего влияния на эндотелий при курении или дислипидемии, при этом сценарии главным механизмом формирования спастической сосудистой реактивности у лиц с ВНАД являются гиперфункция САС и психологические ФРА. Очевидно, что комбинация личностных особенностей и нейровегетативных реакций, «катехоламиновая гипертензиогенная доминанта» и травмирующее действие повышенных значений САД тем не менее оказывает небольшое повреждающее влияние на эндотелий, тогда как ключевым дисрегуляторным феноменом у спортсменов с ВНАД является спазм микроциркуляции и повышенные показатели периферического сосудистого сопротивления (ПСС). Когда недостаточная ЭЗВД магистральных артерий приводит к лимитированному притоку крови к ткани, в результате происходит компенсаторное возрастание уровня ПСС и значимое уменьшение разницы давлений на «входе» и «выходе» в регионарных сосудах. Это вызывает существенное снижение степени прироста объемной скорости кровотока в ПА при реактивной гиперемии и гипервентиляции и, следовательно, уменьшение сдвига на эндотелии и снижение расширения артерий. В свою очередь, это вызывает аварийную активацию САС, тем самым замыкая порочный круг. При этом нужно подчеркнуть, что испытуемыми в нашем исследовании были юные спортсмены, у которых, вполне вероятно, в дальнейшем (как у больных с «длительным стажем АГ») дополнительно присоединится эндотелиальная дисфункция, обусловленная непосредственным травмирующим влиянием со стороны высокого уровня САД и других ФРА на эндотелий, что неминуемо приведет к усилению вазоспазма микроциркуляторного русла. А значит, для оптимизации обменных процессов и поддержания необходимой скорости доставки кислорода к тканям показатель САД и ЧСС будет неуклонно стремиться вверх, спазм микроциркуляции, значение ПСС и повреждающее влияние САД на эндотелий еще больше возрастут. Так может развиваться «эндотелийзависимый сценарий» опасного осложнения у пациентов с мягкой и лабильной артериальной гипертензией — мозгового инсульта.

Таким образом, полученные в исследовании результаты позволили более предметно взглянуть на обнаруженную эффективность медового слитка-конфеты Gold F25 ApiSpeis Light в коррекции психологических факторов сердечно-сосудистого риска, показателей работоспособности и восстановления у спортсменов. Тем более при наличии сочетания у них ДЭ, гиперфункции САС и психологических ФРА. Данные взаимосвязи подтверждали обнаруженные обратные корреляции «времени достижения ПАНО» с уровнем кортизола ($r = -0,53$; $p < 0,0001$), значений ЧСС и САД с содержанием гемоглобина ($r = -0,51$; $p < 0,0001$). А также прямые корреляции «времени достижения ПАНО» с уровнем эритроцитов ($r = 0,62$; $p < 0,0001$), значений ЧСС и САД с ИН ($r = 0,53$; $p < 0,0009$), скорости кровотока

ПА на пике ПГВ с максимально достигнутой нагрузкой ($r = 0,52$; $p < 0,0001$). В этой связи, учитывая, что психологические ФРА, ДЭ и гиперактивность САС были обнаружены у всех спортсменов, проведен анализ канонических корреляций по всему массиву для выявления взаимосвязей между этими признаками, определяющих спастический тип регионарной гемодинамики. На рисунке 3 наглядно представлено, как множество параметров после 2-месячного приема специализированного продукта медового слитка-конфеты (красные квадратики) оказалось на заметном удалении от исходных признаков (синие кружочки, $R = 0,86$; $p < 0,0001$). Так с помощью применения многомерного анализа удалось найти множественную корреляцию взаимного влияния психологических факторов риска и ДЭ. При этом понятна условность прямого влияния психологических факторов и САС на ДЭ и наоборот. Тем не менее, как показано в рассмотренном выше сценарии, психоэмоциональное напряжение, ситуативная тревожность и низкая самооценка в условиях гиперфункции САС — явно неблагоприятный фон для развития спастического типа регионарной гемодинамики. Также важным является факт, что с помощью многомерного анализа была подтверждена высокая эффективность медовой конфеты F25 ApiSpeis Light в рамках профилактики кардиоваскулярного риска и повышения работоспособности юных спортсменов олимпийского резерва.

На основе изложенных фактов стало возможным более детально представить состав ингредиентов СППС, которые положительно повлияли на состояние психоэмоционально-волевого и нейровегетативного статуса и симпатoadренальной системы, включая функцию эндотелия, микроциркуляцию, работоспособность и время восстановления у спортсменов. Во-первых, учитывая возраст, применялись компоненты только натурального природного происхождения, зарекомендовавшие себя в спортивной практике. В этой связи продукция пчеловодства и экстракты трав как нельзя лучше подходили под цели разработки СППС для юных спортсменов, поскольку представляли собой готовые продукты повышенной биологической ценности с богатым набором микронутриентов. Во-вторых, использовались ингредиенты, которые, на основании литературных данных, могли усиливать ожидаемый коррекционный эффект. Так, кедровый орех с высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот и эффективным соотношением α -линоленовой (омега-3), γ -линоленовой и линолевой (омега-6) кислот, богатым содержанием витаминов E, A (β -каротин) усиливал антиоксидантное и противовоспалительное действие маточного молочка, в том числе его гипопидемическое действие, улучшающее функцию эндотелия сосудов [23, 24]. В то же время дигидрокверцетин прополиса, флавоны и β -каротин меда с маточным молочком обеспечивали дополнительное влияние на усиление антиоксидантной и иммунной защиты организма

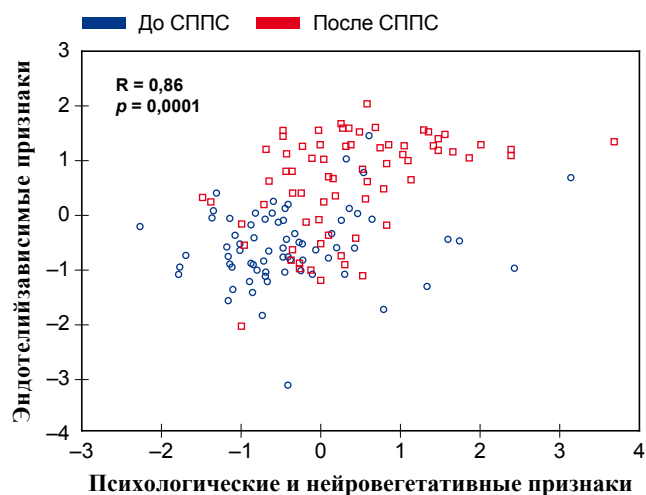


Рис. 3. Канонические корреляции взаимовлияния психолого-нейровегетативных факторов риска и дисфункции эндотелия до и после применения СППС

Fig. 3. Canonical correlations of the mutual influence of psychoneurovegetative risk factors and endothelial dysfunction before and after the use of SANP

у юных спортсменов [16, 17]. А мед, цветочная пыльца и прополис увеличивали антистрессовую защиту благодаря способности ингибировать моноаминоксидазу (MAO), в связи с чем продукты пчеловодства давно применяются в комплексном лечении невроза и депрессии [14], а также для улучшения процессов засыпания и сна благодаря наличию седативных свойств. В этом смысле наличие в составе СППС глицина только усиливало здоровьесберегающую и антистрессорную эффективность специализированного медового слитка-конфеты. При этом важно, что перга (хлебина) и пыльца в комбинации с маточным молочком благоприятно влияют на энергетическое обеспечение миокарда [25] и процессы эритропоэза в организме [26]. Это, как показало исследование, благотворно отразилось на уровне эритроцитов и гемоглобина, максимальной мощности работы, времени достижения ПАНО и сокращении времени восстановления спортсменов после психоэмоциональных и физических нагрузок.

4. Заключение

На основании результатов выполненной работы можно заключить, что комбинация психоэмоциональных, нейровегетативных и эндотелийзависимых факторов риска может приводить к формированию спастического типа регионарного кровообращения, создавать неблагоприятный фон для развития АГ, повышения кардиоваскулярного риска, ухудшения работоспособности и восстановления у спортсменов. Слиток-конфета F25 ApiSpeis Light обладает широким спектром здоровьесберегающих эффектов, в том числе антистрессовым и антиспастическим влиянием. В результате нормализуются содержание кортизола в крови, нейровегетативный индекс напряжения,

ситуативная тревожность, дисфункция эндотелия, а также устраняется спазм микроциркуляции. При этом улучшается общее самочувствие, активность, настроение и повышается заниженная самооценка.

Вклад авторов:

Просекин Георгий Андреевич — концептуализация и методика, программное обеспечение, статистическая обработка, подготовка текста статьи, редактирование.

Ким Виталий Николаевич — концептуализация и методика, статистическая обработка, редактирование.

Кривулина Галина Борисовна — программное обеспечение, статистическая обработка, редактирование.

Долгова Елена Николаевна — психологическое тестирование и наблюдение, редактирование.

Парастаев Сергей Андреевич — подготовка текста статьи, редактирование.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2018;23(6):7–122. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122>
2. Александров А.А., Розанов В.Б., Пугоева Х.С., Иванова Е.И. Прогностическое значение повышенного артериального давления у детей и подростков (32-летнее проспективное наблюдение). Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2018;17(65):12–18. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-12-18>
3. Niles A.N., O'Donovan A. Comparing anxiety and depression to obesity and smoking as predictors of major medical illnesses and somatic symptoms. Health Psychol. 2019;38(2):172–181. <https://doi.org/10.1037/hea0000707>
4. Mann S.J. Neurogenic hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. Clin Auton Res. 2018;28(4):363–374. <https://doi.org/10.1007/s10286-018-0541-z>
5. Batelaan N.M., Seldenrijk A., Bot M., Van Balkom A.J.L.M., Penninx B.W.J.H. Anxiety and new onset of cardiovascular disease: critical review and meta-analysis. Br J Psychiatry. 2016;208(3):223. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.156554>
6. Costas I.K., Terry P.C. Inside sport psychology. Champaign: Human Kinetics; 2011. 235 p. <http://doi.org/10.5040/9781492595564>
7. Nieuwenhuys A., Oudejans R.R.D. Anxiety and Perceptual-Motor Performance: Toward an Integrated Model of Concepts, Mechanisms, and Processes. Psychol Res. 2012;76(6):747–759. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0384-x>
8. Турбасова Н.В., Булыгин А.С., Ревнивых И.Ю., Карпов Н.В., Елифанов А.В. Оценка уровня тревожности и параметров сердечно-сосудистой системы спортсменов различной квалификации. Человек. Спорт. Медицина. 2019;19(4):14–19. <http://doi.org/10.14529/hsm190402>
9. Василенко В.С., Лопатин З.В. Оксидативный стресс и дисфункция эндотелия у спортсменов как фактор риска развития кардиомиопатии перенапряжения [Интернет]. Современные проблемы науки и образования. 2019;(1). — Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28488> (дата обращения: 22.08.2020).
10. Camici P.G., Olivetto I., Rimoldi O.E. The coronary circulation and blood flow in left ventricular hypertrophy. J Mol

Слиток-конфета включена в Формуляр ФМБА России лекарственных средств, БАД, специализированных пищевых продуктов медицинского и медико-биологического обеспечения сборных команд РФ.

Authors' contributions:

Georgii A. Prosekin — conceptualization and methodology, software, statistical processing, article text preparation, editing.

Vitaliy N. Kim — conceptualization and methodology, statistical processing, editing.

Galina B. Krivulina — software, statistical processing, editing.

Elena N. Dolgova — psychological testing and observation, editing.

Sergey A. Parastaev — article text preparation, editing.

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

References

1. Cardiovascular prevention 2017. Russian national guidelines. Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology. 2018;(6):7–122. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-6-7-122>
2. Aleksandrov A.A., Rozanov V.B., Pugoeva Kh.S., Ivanova E.I. The predictive value of high blood pressure in children and adolescents (32-year prospective observation). Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular therapy and prevention. 2018;17(65):12–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-12-18>
3. Niles A.N., O'Donovan A. Comparing anxiety and depression to obesity and smoking as predictors of major medical illnesses and somatic symptoms. Health Psychol. 2019;38(2):172–181. <https://doi.org/10.1037/hea0000707>
4. Mann S.J. Neurogenic hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. Clin Auton Res. 2018;28(4):363–374. <https://doi.org/10.1007/s10286-018-0541-z>
5. Batelaan N.M., Seldenrijk A., Bot M., Van Balkom A.J.L.M., Penninx B.W.J.H. Anxiety and new onset of cardiovascular disease: critical review and meta-analysis. Br J Psychiatry. 2016;208(3):223. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.156554>
6. Costas I.K., Terry P.C. Inside sport psychology. Champaign: Human Kinetics; 2011. 235 p. <http://doi.org/10.5040/9781492595564>
7. Nieuwenhuys A., Oudejans R.R.D. Anxiety and Perceptual-Motor Performance: Toward an Integrated Model of Concepts, Mechanisms, and Processes. Psychol Res. 2012;76(6):747–759. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0384-x>
8. Turbasova N.V., Bulygin A.S., Revnivykh I.Yu., Karpov N.V., Elifanov A.V. Assessment of the level of anxiety and parameters of the cardiovascular system of athletes of various qualifications. Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine. 2019;19(4):14–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm190402>
9. Vasilenko V.S., Lopatin Z.V. Oxidative stress and endothelial dysfunction in athletes as a risk factor for the development of overvoltage cardiomyopathy [Internet]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2019;(1). (In Russ.). Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=28488>
10. Camici P.G., Olivetto I., Rimoldi O.E. The coronary circulation and blood flow in left ventricular hypertrophy. J Mol

Cell Cardiol. 2012;52(4):857–864. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2011.08.028>

11. Foryst-Ludwig A., Kintscher U. Sex differences in exercise-induced cardiac hypertrophy. *Pflugers Arch.* 2013;465(5):731–737. <https://doi.org/10.1007/s00424-013-1225-0>

12. Соколов И.Л., Мелькумянц А.М., Антонова О.А. Участие эндотелиального гликокаликса в подавлении активности ангиотензин-превращающего фермента при действии напряжения сдвига. *Физиологический журнал им. И.М. Сеченова.* 2019;105(2):198–206. <https://doi.org/10.1134/S0869813919020079>

13. Соболева Г.Н., Федулов В.К., Самко А.Н., Левицкий И.В., Рогоза А.Н., Балахоннова Т.В., Карпов Ю.А. Прогностическое значение эндотелия коронарных и плечевой артерий, традиционных факторов риска в развитии сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с микрососудистой стенокардией. *Российский кардиологический журнал.* 2017;143(3):54–58. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-3-54-58>

14. Yildiz O, Karahalil F, Can Z, Sahin H, Kolayli S. Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *J Enzyme Inhib Med Chem.* 2014;29(5):690–694. <https://doi.org/10.3109/14756366.2013.843171>

15. Azab K.S., Bashandy M., Salem M., Ahmed O., Tawfik Z., Hetal H. Royal jelly modulates oxidative stress and tissue injury in gamma irradiated male Wister Albino rats. *N Am J Med Sci.* 2011;6(3):268–276. <https://doi.org/10.4297/najms.2011.3268>

16. Поликарпочкин А.Н., Левшин И.В., Елистратов Д.Г., Поварещенкова Ю.А., Поликарпочкина А.А. Коррекция прооксидантно-антиоксидантного баланса организма спортсменов путем приема комплекса дигидрокверцетин+ и апитонус+ в соревновательном периоде учебно-тренировочного цикла. *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.* 2014;110(4):121–127. <https://doi.org/10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110>

17. El-Hanoun A.M., Elkomy A.E., Fares W.A., Shahien E.H. Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbits under hot summer conditions. *World Rabbit Science.* 2014;22(3):241–248. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1677>

18. Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M., Spiegelhalter D.J., Miller O.I., Sullivan I.D., et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet.* 1992;340:1111–1115. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)93147-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)93147-f)

19. Шкала реактивной (ситуативной) и личностной тревожности Ч.Д. Spielберга — Ю.Л. Ханина. [Интернет]. Режим доступа: http://pedlib.ru/Books/5/0282/5_0282-18.shtml

20. Nacao K., Ohushi K., Yoshimura M., Morooka K., Okumura K., Ogawa H., et al. Hyperventilation as a specific test for diagnosis of coronary artery spasm. *Am JCardiol.* 1997;80(5):545–549. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(97\)00419-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(97)00419-0)

21. Green D.J., Spence A., Rowley N., Thijssen D.H., Naylor L.H. Vascular adaptation in athletes: is there an athlete's artery? *Exp Physiol.* 2012;97(3):295–304. <https://doi.org/10.1113/exp-physiol.2011.058826>

22. Ким В.Н., Хисматуллин Р.Г., Хисматуллина И.П., Аксёнова И.Г., Леонов В.П., Малышкин В.В., и др. Дисфункция эндотелия и факторы сердечно-сосудистого риска в детско-юношеском спорте: способы оценки и нутритивная коррекция апитонус+ продукции. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014. 128 с.

23. Долголюк И.В., Терещук Л.В., Трубникова М.А., Старовойтова К.В. Растительные масла — функциональные продукты питания. *Техника и технология пищевых производств.* 2014;(2):122–125.

Cell Cardiol. 2012;52(4):857–864. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2011.08.028>

11. Foryst-Ludwig A., Kintscher U. Sex differences in exercise-induced cardiac hypertrophy. *Pflugers Arch.* 2013;465(5):731–737. <https://doi.org/10.1007/s00424-013-1225-0>

12. Sokolov I.L., Melkumyants A.M., Antonova O.A. Participation of the endothelial glycocalyx in the suppression of the activity of the angiotensin-converting enzyme under the action of shear stress. *Fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova = Russian journal of Physiology.* 2019;105(2):198–206. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0869813919020079>

13. Soboleva G.N., Fedulov V.K., Samko A.N., Levitskiy I.V., Rogoza AN, Balakhonova T.V., et al. The prognostic value of the endothelium of the coronary and brachial arteries, traditional risk factors in the development of cardiovascular complications in patients with microvascular angina. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology.* 2017;143(3):54–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-3-54-58>

14. Yildiz O, Karahalil F, Can Z, Sahin H, Kolayli S. Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *J Enzyme Inhib Med Chem.* 2014;29(5):690–694. <https://doi.org/10.3109/14756366.2013.843171>

15. Azab K.S., Bashandy M., Salem M., Ahmed O., Tawfik Z., Hetal H. Royal jelly modulates oxidative stress and tissue injury in gamma irradiated male Wister Albino rats. *N Am J Med Sci.* 2011;6(3):268–276. <https://doi.org/10.4297/najms.2011.3268>

16. Polikarpochkin A.N., Levshin I.V., Elistratov D.G., Povareschenkova Yu.A., Polikarpochkina A.A. Correction of the prooxidant-antioxidant balance of the body of athletes by taking the complex dihydroquercetin + and apitonus + in the competitive period of the educational-training cycle. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2014;110(4):121–127. (In Russ.). <https://doi.org/10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110>

17. El-Hanoun A.M., Elkomy A.E., Fares W.A., Shahien E.H. Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbits under hot summer conditions. *World Rabbit Science.* 2014;22(3):241–248. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1677>

18. Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M., Spiegelhalter D.J., Miller O.I., Sullivan I.D., et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet.* 1992;340:1111–1115. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)93147-f](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)93147-f)

19. Scale of reactive (situational) and personal anxiety. Ch.D. Spielberger — Yu.L. Khanina [Internet]. (In Russ.). Available at: http://pedlib.ru/Books/5/0282/5_0282-18.shtml

20. Nacao K., Ohushi K., Yoshimura M., Morooka K., Okumura K., Ogawa H., et al. Hyperventilation as a specific test for diagnosis of coronary artery spasm. *Am JCardiol.* 1997;80(5):545–549. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(97\)00419-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(97)00419-0)

21. Green D.J., Spence A., Rowley N., Thijssen D.H., Naylor L.H. Vascular adaptation in athletes: is there an athlete's artery? *Exp Physiol.* 2012;97(3):295–304. <https://doi.org/10.1113/exp-physiol.2011.058826>

22. Kim V.N., Khismatullin R.G., Khismatullina I.P., Aksёnova I.G., Leonov V.P., Malyshev V.V., et al. Endothelial dysfunction and cardiovascular risk factors in youth sports: assessment methods and nutritional correction by apiphytoproduction. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. 128 p. (In Russ.).

23. Dolgolyuk I.V., Tereshchuk L.V., Trubnikova M.A., Starovoytova K.V. Vegetable oils — functional foods. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Technique and technology of food production.* 2014;(2):122–125. (In Russ.).

24. Terada Y., Narukawa M., Watanabe T. Specific hydroxy fatty acids in royal jelly activate TRPA1. *JAgric Food Chem.* 2011;59(6):2627–2635. <https://doi.org/10.1021/jf1041646>

25. Denisow B., Denisow-Pietrzyk M. Biological and therapeutic properties of bee pollen. A review. *JSci Food Agric.* 2016;96(13):4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7729>

26. Zahran A.M., Elsayh K.I., Saad K., Eloseily E.M, Osman N.S., Alblihed M.A., et al. Effects of royal jelly supplementation on regulatory T cells in children with SLE. *Food Nutr Res.* 2016;60: 32963. <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.32963>

24. Terada Y., Narukawa M., Watanabe T. Specific hydroxy fatty acids in royal jelly activate TRPA1. *JAgric Food Chem.* 2011;59(6):2627–2635. <https://doi.org/10.1021/jf1041646>

25. Denisow B., Denisow-Pietrzyk M. Biological and therapeutic properties of bee pollen. A review. *JSci Food Agric.* 2016;96(13):4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7729>

26. Zahran A.M., Elsayh K.I., Saad K., Eloseily E.M, Osman N.S., Alblihed M.A., et al. Effects of royal jelly supplementation on regulatory T cells in children with SLE. *Food Nutr Res.* 2016;60: 32963. <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.32963>

Информация об авторах:

Просекин Георгий 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> (+7 (952) 176-00-07; medobutcher003@gmail.com)

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>

Кривулина Галина Борисовна, к.м.н., 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/0000-0003-0603-2671>

Долгова Елена Николаевна, спортивный психолог АУ «Югорский колледж-интернат олимпийского резерва», 628011, Россия, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 31. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8328-0479>

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:

Georgii A. Prosekin*, Physician of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-167X> (+7 (952) 176-00-07; medobutcher003@gmail.com)

Vitaliy N. Kim, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof. of the Department of Biophysics and Functional Diagnostics, Head of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1351-038X>

Galina B. Krivulina, MD, PhD (Medicine), Physician of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical University Health Ministry of Russia, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-2671>

Elena N. Dolgova, sports psychologist of the Yugorsky College-Boarding School of Olympic Reserve, 31, str. Student, Tyumen region, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra, Khanty-Mansiysk, 628011, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8328-0479>

Sergey A. Parastaev, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education of the Pirogov University 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/10.47529/2223-2524.2020.4.2>

УДК 572.025

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Оценка состава тела футболистов на основании данных антропометрии и биоимпедансометрии и сравнение двух методов регистрации

К.В. Выборная^{1,*}, А.Н. Тимонин¹, М.М. Семенов¹, С.В. Лавриненко¹, Р.М. Раджабкадиев¹,
С.В. Клочкова², Д.Б. Никитюк^{1,3}

¹ ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия

² ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

³ ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: провести сравнительный анализ показателей состава тела, полученных двумя методами регистрации данных: антропометрии и биоимпедансометрии, и анализ распределения подкожного жира на теле футболистов в соответствии с игровыми амплуа. **Материалы и методы.** Антропометрические измерения и биоимпедансные исследования состава тела были проведены у 24 футболистов Московского футбольного клуба профессиональной футбольной лиги второго дивизиона. Средний возраст игроков составил $24,16 \pm 0,87$ года. **Результаты.** При определении состава тела двумя методами было выявлено, что расчетный метод и метод биоимпедансометрии дают различные результаты. В среднем расчетный метод показывает более высокие показатели жировой массы тела (%ЖМТ = $18,9 \pm 1,04$), чем метод биоимпедансометрии (%ЖМТ = $14,7 \pm 0,76$), различия достоверны ($p < 0,05$). При этом по мышечной массе тела различия незначительны и недостоверны ($p > 0,05$) — по БИА %СММ = $47,06 \pm 0,59$, по расчетному методу %СММ = $47,0 \pm 0,63$. Не выявлено различий в компонентном составе тела футболистов в зависимости от игрового амплуа. Топография подкожного жира на теле спортсменов-футболистов имеет определенные закономерности, но не зависит от игрового амплуа спортсменов. **Заключение:** проведенный анализ выявил различия в данных состава тела футболистов, полученных с помощью двух методов регистрации. Данные проведенного исследования могут служить модельными критериями состава тела и распределения подкожного жира на теле спортсменов для отбора в футбольную деятельность и для сравнительной характеристики и обсуждения результатов аналогичных исследований.

Ключевые слова: спорт, футболисты, игровые амплуа, антропометрия, биоимпедансный анализ, метод регистрации, состав тела, топография жира на теле, модельные характеристики спортсменов

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Выборная К.В., Тимонин А.Н., Семенов М.М., Лавриненко С.В., Раджабкадиев Р.М., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Оценка состава тела футболистов на основании данных антропометрии и биоимпедансометрии и сравнение двух методов регистрации. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(4):55–63. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.2>

Поступила в редакцию: 06.09.2020

Принята к публикации: 12.10.2020

Online first: 11.01.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

Assessment of the body composition of football players based on anthropometry and bioimpedansometry data and a comparison of two registration methods

Kseniya V. Vybornaya^{1,*}, Andrey N. Timonin¹, Muradin M. Semenov¹, Semyon V. Lavrinenko¹,
Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev¹, Svetlana V. Klochkova², Dmitry B. Nikitjuk^{1,3}

¹ Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

² RUDN University, Moscow, Russia

³ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: comparative analysis of body composition indicators obtained by two methods of data registration — anthropometry and bioimpedance measurement, and analysis of the distribution of subcutaneous fat on the body of football players in accordance with the playing role. **Materials and methods.** Anthropometric measurements and bioimpedance studies of body composition were carried out in 24 football players of the Moscow football club of the second division professional football league. The average age of the athletes was 24.16 ± 0.87 years. **Results.** The survey involved 24 football players of the Moscow football club of the professional football league of the second division. The average age of the players was 24.16 ± 0.87 years. When determining the composition of the body using two methods, it was found that the calculation method and the bioimpedance method give different results. On average, the calculation method shows higher indicators of body fat mass (%FBM = 18.9 ± 1.04) than the bioimpedance method (%FBM = 14.7 ± 0.76), the differences are significant ($p < 0.05$). Moreover, differences in muscle mass are insignificant — in terms of BIA %SMM = 47.06 ± 0.59 , according to the calculation method %SMM = 47.0 ± 0.63 (the differences are unreliable, $p > 0.05$). There were no differences in the component composition of the body of football players depending on the game role. The topography of subcutaneous fat on the body of athletes-football players has certain patterns, but does not depend on the playing role of athletes. **Conclusion:** the analysis revealed differences in the body composition data of football players obtained using two registration methods. The data of the study can serve as model criteria for body composition and the distribution of subcutaneous fat on the body of athletes for selection in football activities and for comparative characterization and discussion of the results of similar studies.

Keywords: sports, football players, game roles, anthropometry, bioimpedance analysis, registration method, body composition, topography of body fat, model characteristics of athletes

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

For citation: Vybornaya K.V., Timonin A.N., Semenov M.M., Lavrinenko S.V., Radzhabkadiev R.M., Klochkova S.V., Nikitjuk D.B. Assessment of the body composition of football players based on anthropometry and bioimpedansometry data and a comparison of two registration methods. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):55–63 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.2>

Received: 6 September 2020

Accepted: 12 October 2020

Online first: 11 January 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

На современном этапе развития медико-биологических наук для популяционной, групповой и индивидуальной характеристики состава тела наряду с традиционными антропометрическими методами применяются различные подходы [1–4], одним из которых является биоимпедансный анализ (БИА). Это современная аппаратная методика, которая ввиду неинвазивности, портативности, сравнительной надежности получаемых данных и простоты применения является популярной среди многих исследователей [1]. По мнению Колесникова и соавт. [1], преимуществами биоимпедансного способа оценки состава тела перед антропометрией являются широкое распространение однотипного биоимпедансного оборудования, оперативность метода и менее строгие требования, предъявляемые к квалификации специалиста, выполняющего измерения. Однако классическая антропометрия остается чрезвычайно информативным подходом, позволяющим за короткое время обследовать большие контингенты, что делает ее незаменимой при осуществлении как индивидуальной оценки, так и популяционного мониторинга [2]. Метод антропометрии дешевый и неинвазивный, но с целью уменьшения ошибок методики измерения должен проводить квалифицированный специалист [5]. Хафизова и соавт. отмечают, что оба метода при наличии должной квалификации исследователей удобны в применении, однако дают различные результаты, полученные на базе исследования популяции.

Проведено множество исследований, результаты которых показывают, что определение состава тела двумя способами имеет различные результаты. В 1993 году в своей работе R J. Maughan [6] приводит данные сравнения количества жировой ткани у 50 условно здоровых добровольцев, определенные тремя методами измерений: гидростатическим взвешиванием, измерением толщины кожно-жировых складок (КЖС) и определением электрического сопротивления тканей биоимпедансным анализатором «Бодистат 500». Среднее количество жировой ткани по данным гидростатического взвешивания составило $20,5 \pm 1,2$ %, по данным измерения КЖС — $21,8 \pm 1,2$ %, по результатам аппаратного исследования — $20,8 \pm 0,9$ %. Результаты исследования показали, что корреляция между методами измерения толщины КЖС и гидростатического взвешивания (0,931) более высокая, чем между результатами аппаратного исследования и гидростатического взвешивания (0,830).

Подобных исследований, проведенных на спортсменах, намного меньше. Однако спортивная наука нуждается в проведении таких исследований и в наличии данных, необходимых для сравнения результатов исследований и оценки физического развития спортсменов различных специализаций.

В статье будет рассмотрено сравнение оценки состава тела двумя методами — антропометрии и биоимпедансометрии; будут проанализированы данные по локализации подкожного жира на теле футболистов.

Цель исследования: дать характеристику состава тела и распределения подкожного жира у футболистов.

Задачи исследования:

1. Провести антропометрическое обследование.
2. Рассчитать количество жировой и мышечной ткани по формулам J. Matiegka.
3. Провести измерение состава тела методом биоимпедансометрии.
4. Сравнить результаты определения состава тела двумя методами.
5. Проанализировать распределение подкожного жира и выявить топографические особенности.
6. Выявить с помощью применения статистических методов достоверность различий результатов, полученных при применении двух методов регистрации данных.
7. Провести комплексную оценку команды в целом и, разделив спортсменов на группы согласно игровым амплуа, выявить особенности.

2. Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24 футболиста Московского футбольного клуба профессиональной футбольной лиги второго дивизиона. Средний возраст игроков составил $24,1 \pm 0,8$ года. Тренировочный стаж в футболе — от 12 до 15 лет. Исследование проводилось в соответствии со стандартами комитета по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Все участники были устно проинформированы о ходе предстоящего обследования, после чего каждый подписал информированное согласие на добровольное проведение обследования. Каждый игрок команды был опрошен по анкете, включающей информацию о личных данных (ФИО, дата рождения) и данных спортивного мастерства (количество лет занятий футболом, уровень спортивного мастерства, игровая позиция). Все измерения проводились утром натощак в медицинском кабинете в нижнем белье. Во время измерений соблюдались стандартные условия измерения, температура воздуха в помещении составляла 24°C .

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [7]. Длину тела (ДТ) определяли с помощью антропометра «Мартина» с точностью до 1 мм; массу тела (МТ) измеряли с помощью электронных медицинских весов ВЭМ-150 с точностью до 0,1 кг. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле $\text{ИМТ} = \text{МТ}(\text{кг})/\text{ДТ}(\text{м}^2)$ [8]. Обхваты конечностей измеряли тканевой прорезиненной сантиметровой лентой, а поперечные диаметры — скользящим циркулем с точностью до 1 мм. Толщину кожно-жировых складок определяли калипером Ланге с точностью до 0,2 мм.

Биоимпедансные измерения выполняли непосредственно после проведения антропометрического обследования, утром натощак перед тренировкой с помощью анализатора состава тела ABC-01 «МЕДАСС» (НТЦ «МЕДАСС», Россия) по стандартной схеме с креплением одноразовых биоадгезивных электродов

F3001ECG (Fiab) на запястье и голеностопе в положении измеряемых спортсменов лежа на спине, на горизонтальной непроводящей поверхности (медицинская широкая кушетка КСМ-013 (широкая, ширина 1 метр), покрытой одноразовой хлопчатобумажной простыней [9].

Состав тела определяли двумя методами: расчетным — на основании формул J. Matiegka [7] и аппаратным — при помощи прибора ABC-01 («Медасс»). Данные представлены в виде средней арифметической и стандартной ошибки средней арифметической ($M \pm m$), минимума и максимума ($\text{min} \div \text{max}$).

Анализ данных был осуществлен посредством сочетаний методов статистического анализа, включающего применение двухфакторного и однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA; two-way ANOVA), корреляционного анализа. Применимость параметрических методов анализа осуществляли с помощью проверки на нормальность и гомокседантность. Тест на нормальность осуществляли с использованием критерия Пирсона (χ^2 -критерий), а тест на гомокседантность проверяли с использованием критерия Кохрана. В случае невыполнения условий нормальности и гомокседантности использовались ранговый двухфакторный и однофакторный дисперсионный анализ (в частности, критерий Краскела — Уоллиса — H -критерий) в качестве методов непараметрического статистического анализа. При множественном сравнении был использован критерий Тьюки. Уровень значимости составлял 0,05.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Средние показатели МТ, ДТ, ИМТ и компонентов состава тела, определенные методом биоимпедансометрии и расчетным методом, в целом по группе обследованных футболистов и при разделении по игровым амплуа представлены в таблице 1.

При статистической обработке данных с использованием двухфакторного и однофакторного рангового дисперсионного анализа было показано, что группы, разделенные по игровым амплуа, укомплектованы неоднородными по МТ и ДТ спортсменами. Однофакторный непараметрический дисперсионный анализ (критерий Краскела — Уоллиса) показал отсутствие достоверного статистического отклика между игровым амплуа и МТ ($p = 0,312$) и игровым амплуа и ДТ ($p = 0,095$) футболистов.

Литературные данные по содержанию жира в организме мужчин-футболистов разнятся. Относительное содержание жировой массы тела (ЖМТ, ЖМ) по результатам зарубежных исследований составило 10 % [9]; по данным российских исследований — от 11,2 % [5] до 18 % [9]. Данные наших собственных исследований показали среднюю величину по группе обследованных — 14,7 % (табл. 1).

При определении состава тела с помощью двух методов регистрации результатов было выявлено,

Таблица 1

Основные антропометрические показатели и значения компонентов состава тела обследованных спортсменов, полученные с помощью двух методов регистрации, в среднем по группе и согласно разделению на игровые амплуа ($M \pm m$, min÷max)

Table 1

The main anthropometric indicators and the values of the components of the body composition of the examined athletes, obtained using two registration methods ($M \pm m$, min÷max)

	Игровое амплуа/ Role				Все спортсмены / All athletes
	вратари / goalkeepers	полузащитники / midfielders	нападающие / forwards	защитники / defenders	
Основные антропометрические показатели / Main anthropometric indicators					
МТ, кг/ ВМ, kg	75 ± 3,44 (71,2÷81,9)	74,1 ± 1,5 (66,8÷82,8)	80,5 ± 6,5 (62,3÷91,5)	79,7 ± 2,97 (69,2÷87)	76,7 ± 1,53 (62,3÷91,5)
ДТ, см / Height, cm	184,7 ± 3,18 (181÷191)	177,2 ± 1,7 (170÷186)	183,5 ± 3,52 (175÷192)	183 ± 1,77 (177÷190)	180,6 ± 1,25 (170÷192)
ИМТ (кг/м ²) / BMI (kg/m ²)	22 ± 0,27 21,7÷22,5	23,7 ± 0,51 21,1÷28	23,8 ± 1,14 20,5÷25,7	23,8 ± 0,52 22,1÷25,4	23,5 ± 0,33 20,5÷28
Показатели состава тела по БИА / Body composition indicators according to BIA					
ЖМТ (кг) / FBM (kg)	10,1 ± 1,46 (7,8÷12,8)	10,3 ± 0,72 (7,7÷15)	12,2 ± 2,92 (5,2÷18,6)	13,7 ± 1,77 (8,1÷18,7)	11,5 ± 0,76 (5,2÷18,7)
Доля ЖМТ (%) / FBM (%)	13,3 ± 1,36 (10,9÷15,6)	13,8 ± 0,72 (11,3÷18,5)	14,5 ± 2,59 (8,4÷20,3)	17,1 ± 2,05 (10,8÷24,6)	14,7 ± 0,76 (8,4÷24,6)
СММ (кг) / MBM (kg)	36,3 ± 1,04 (34,8÷38,3)	35,2 ± 0,5 (32,7÷38,2)	37,9 ± 1,76 (32,6÷40)	35,8 ± 1,55 (30÷39,7)	35,9 ± 0,54 (30÷40)
Доля СММ в МТ (%) / SMM in BM (%)	48,45 ± 1,01 (46,77÷50,28)	47,64 ± 0,54 (44,24÷49,71)	47,51 ± 1,99 (43,27÷52,32)	44,98 ± 1,49 (39,57÷49,67)	47,06 ± 0,59 (39,58÷52,33)
Доля СММ в АКМ (%) / SMM in ACM (%)	55,9 ± 0,26 (55,5÷56,4)	55,2 ± 0,23 (53,7÷56)	55,5 ± 0,67 (54,3÷57,2)	54,2 ± 0,51 (52,4÷55,7)	55,1 ± 0,22 (52,4÷57,2)
Показатели состава тела по Матейка / Body composition indicators according to Matiegka					
ЖМТ (кг) / FBM (kg)	12,56 ± 1,59 (9,38÷14,19)	14,58 ± 1,49 (10,61÷28,19)	16,9 ± 3,53 (10÷25,73)	14,97 ± 1,52 (11,54÷20,27)	14,8 ± 0,96 (9,38÷28,18)
Доля ЖМТ (%) / FBM (%)	16,72 ± 1,98 (13,02÷19,8)	19,46 ± 1,62 (14,29÷34,05)	20,65 ± 3,28 (14,29÷28,12)	18,17 ± 2,09 (13,26÷25,3)	18,9 ± 1,04 (13,0÷34,04)
СММ (кг) / SMM (kg)	35,89 ± 2,1 (33,57÷40,08)	34,31 ± 0,61 (30,9÷36,72)	37,42 ± 3,22 (29,51÷45,01)	40,14 ± 2,02 (33÷46,54)	36,4 ± 0,9 (29,5÷46,5)
Доля СММ от МТ (%) / SMM in BM (%)	47,78 ± 0,58 (47,14÷48,94)	46,37 ± 0,86 (39,1÷50,31)	46,58 ± 1,78 (42,76÷51,15)	48,23 ± 1,7 (43,5÷53,5)	47,0 ± 0,63 (39,05÷53,49)

что расчетный метод и метод биоимпедансометрии дают различные результаты. Двухфакторный дисперсионный анализ выявил, что методы достоверно отличаются друг от друга при определении жирового компонента ($p = 0,002373$; $p < 0,05$). При определении мышечного компонента достоверных отличий не выявлено ($p = 0,991853$; $p > 0,05$). Между факторами «метод регистрации» и «жировая компонента» и «метод регистрации» и «мышечная компонента» нет достоверной взаимосвязи и эти факторы — независимы ($p = 0,522$ и $p = 0,372$ соответственно).

В среднем расчетный метод показывает более высокие показатели жировой массы тела. Однако индивидуальные измерения компонентного состава тела различаются как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения значений. Так, показатели, рассчитанные

по формуле J. Matiegka, больше по %ЖМТ в 16 случаях (66,7 %), меньше — в 7 случаях (29,2 %) и равны в 1 случае (4,1 %). А относительные показатели скелетно-мышечной массы тела (СММ, %), определенные по БИА, больше в 14 случаях (58,3 %) и меньше — в 10 случаях (41,7 %). На рисунке 1 показано соотношение доли ЖМТ и доли СММ, измеренных двумя способами.

Разница по всей группе обследованных спортсменов между средними величинами абсолютного показателя ЖМТ (рассчитанного по формуле и измеренного методом БИА) составила $3,3 \pm 0,8$ кг ($-2,3 \div 15,7$), доли ЖМТ (рассчитанной по формуле и измеренной методом БИА) составила $4,3 \pm 1,1$ % ($-2,7 \div 19,1$), абсолютного показателя СММ (рассчитанного по формуле и измеренного методом БИА) составила $0,5 \pm 0,6$ кг ($-5,9 \div 6,8$).

На рисунке 2 показано, что по данным БИА (рис. 2а) содержание ЖМТ меньше, чем при расчете по формулам J. Matiegka (рис. 2б).

При разделении обследованных нами спортсменов по игровым амплуа было показано, что у нападающих при определении биоимпедансным методом выявлен самый высокий показатель абсолютного содержания ЖМТ, самое низкое содержание жира выявлено у вратарей. Разница в показателях между нападающими и вратарями составила 3,6 кг (26,3 %). При определении по формуле J. Matiegka самый высокий показатель абсолютного содержания ЖМТ выявлен также у нападающих и самый низкий также у вратарей. Разница в показателях между нападающими и вратарями составила 4,3 кг (25,7 %).

Некоторыми исследователями показано, что количество жира в теле футболистов зависит от игрового амплуа [10]. Wittich и соавт. [11] показали, что у обследованных ими футбольных игроков относительное количество жира находилось в пределах от 6,1 до 19,5 %, а средний показатель по группе составил $12,0 \pm 3,1$ %. При этом в группе полузащитников относительный показатель ЖМТ составил $13,6 \pm 3,3$ %, и это значение выше, чем у защитников ($11,1 \pm 2,8$ %) и нападающих ($11,0 \pm 2,3$ %). По данным Nikolaidis и Karydis [10], у полузащитников количество жира также значительно выше ($13,5 \pm 3,3$ %) по сравнению с футболистами, играющими в защите и нападении ($11,0 \pm 2,3$ %).

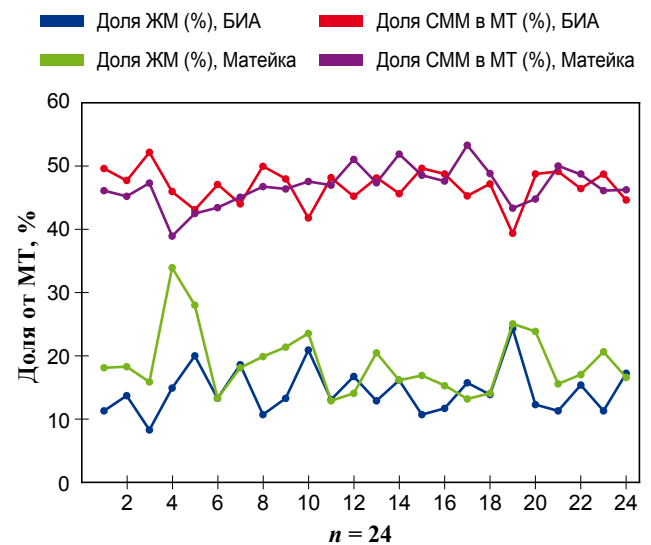


Рис. 1. Соотношение индивидуальных значений доли ЖМТ (%) и доли СММ (%), измеренных двумя способами у обследованных футболистов

Fig. 1. The ratio of individual values of FBM (%) and MBM (%) measured in two ways in the surveyed football players

По нашим данным, при определении состава тела с помощью БИА самое низкое содержание %ЖМТ выявлено у вратарей и полузащитников, чуть больший процент жира содержится в теле нападающих и самые высокие показатели %ЖМТ — у защитников,

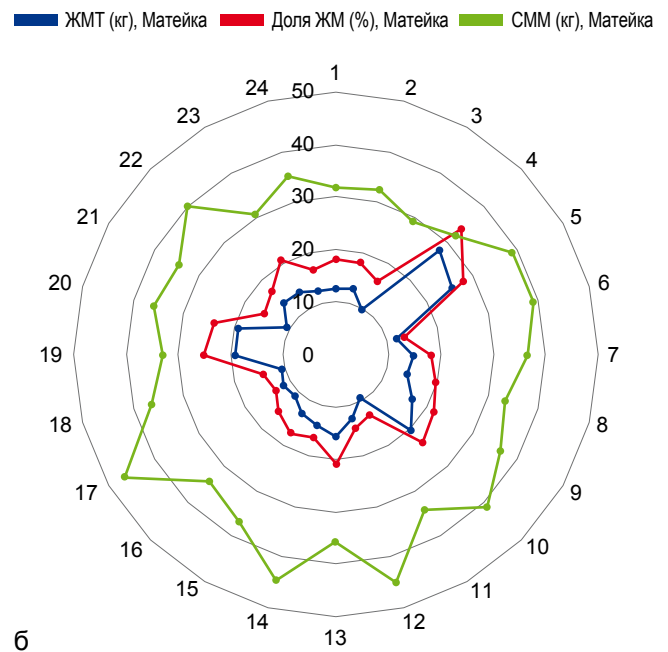
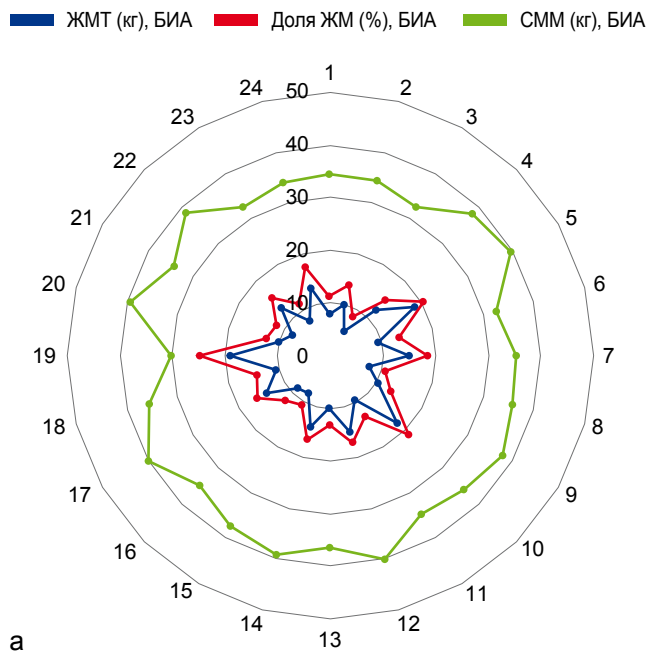


Рис. 2. Индивидуальные данные содержания абсолютного (ЖМТ, кг) и относительного (доля ЖМТ, %) количества жировой массы тела и абсолютного содержания скелетно-мышечной массы тела (СММ, кг), измеренные двумя способами — аппаратным (по данным БИА, рис. 2а) и расчетным (по формулам J. Matiegka, рис. 2б)

Fig. 2. Individual data on the content of absolute (FBM, kg) and relative (Share of FBM, %) amount of body fat and absolute content of musculoskeletal body mass (SMM, kg), measured in two ways — hardware (according to BIA, Fig. 2a) and calculated (according to Matiegka's formulas, Fig. 2b)

что не согласуется с вышеуказанными данными исследователей о зависимости %ЖМТ от игрового амплуа спортсменов.

При определении состава тела и относительного содержания жировой массы тела, рассчитанной по формуле J. Matiegka, самое низкое содержание %ЖМТ выявлено у вратарей и защитников, чуть больший процент жира содержится в теле полузащитников и самые высокие показатели %ЖМТ — у нападающих. Разница между показателями вратарей и защитников по БИА составила 3,8 %, а между вратарями и нападающими по J. Matiegka — 3,93 %.

Самое высокое абсолютное содержание СММ (по БИА) выявлено у нападающих, вратари на втором месте, далее следуют защитники и полузащитники. Разница между нападающими и полузащитниками составила 2,7 кг. Самое высокое абсолютное содержание СММ (по J. Matiegka) выявлено у защитников, далее следуют нападающие и вратари, самое низкое содержание — у полузащитников. Разница между защитниками и полузащитниками составила 5,8 кг.

По относительному содержанию ММТ по БИА на первом месте находятся вратари, на втором — нападающие, на третьем — полузащитники, и защитники оказались на последнем месте. По относительному содержанию ММТ по Матейка на первом месте находятся защитники, на втором — вратари, на третьем — нападающие,

и полузащитники оказались на последнем месте; разница между защитниками и вратарями составила 1,86 кг (3,8 %).

Самое высокое относительное содержание СММ в активной клеточной массе (АКМ, по БИА) определено у вратарей, далее следуют нападающие и полузащитники, у защитников самое низкое значение, хотя разница между вратарями и защитниками незначительная и составляет 1,7 %.

Использование двухфакторного дисперсионного анализа позволило установить отсутствие статистического отклика между игровым амплуа футболистов и содержанием жирового и мышечного компонентов ($p = 0,91$). Также между факторами «игровое амплуа» и «компонентный состав» нет достоверной взаимосвязи, что позволяет рассматривать их как независимые факторы ($p = 0,793$).

Также нами был проведен анализ топографии подкожного жира на теле спортсменов-футболистов (табл. 2).

Двухфакторный дисперсионный анализ топографии подкожного жира и игровых амплуа футболистов выявил, что эти факторы независимы между собой ($p = 0,841$; $p > 0,05$), топография жиротложения не зависит от того, к какому игровому амплуа относится спортсмен ($p = 0,224$; $p > 0,05$). При этом обнаружен достоверный отклик для фактора отложения жира ($p = 1,40482 \times 10^{-17}$; $p < 0,05$), что показывает, что имеются достоверные

Таблица 2
 Значения средних величин толщин кожно-жировых складок в среднем по группе и согласно разделению на игровые амплуа ($M \pm m$, min÷max)

Average values of skin and fat folds on average for the group and for the role ($M \pm m$, min÷max)

Table 2

	Игровое амплуа / Role				Все спортсмены / All athletes
	вратари / goalkeepers	полузащитники / midfielders	нападающие / forwards	защитники / defenders	
Величины кожно-жировых складок, мм / Thickness of skin and fat folds, mm					
На спине / On the back	10,3 ± 0,7 (9÷11)	10,5 ± 0,6 (8÷15)	11,8 ± 2,1 (8÷17)	12 ± 2,0 (8÷21)	11 ± 0,6 (8÷21)
На плече сзади / On the back shoulder	7,3 ± 0,9 (6÷9)	11,5 ± 1,4 (7÷23)	12,5 ± 2,3 (9÷19)	9,3 ± 1,3 (6÷15)	10,6 ± 0,9 (6÷23)
На плече спереди / On the shoulder in front	3,7 ± 0,3 (3÷4)	4,7 ± 0,5 (3÷9)	5,8 ± 1,4 (3÷9)	4,3 ± 0,5 (3÷6)	4,7 ± 0,4 (3÷9)
На предплечье спереди / On the forearm in front	6 ± 0,6 (5÷7)	7,5 ± 0,4 (5÷9)	7,5 ± 1,8 (4÷11)	6,3 ± 0,9 (5÷10)	7 ± 0,4 (4÷11)
На груди (у мужчин) / On the chest (in men)	7 ± 1 (6÷9)	9,3 ± 0,6 (6÷14)	10,5 ± 2,1 (6÷14)	10,5 ± 1,1 (8÷13)	9,5 ± 0,6 (6÷14)
На животе / On the belly	12 ± 2,3 (8÷16)	16,1 ± 1,4 (9÷25)	15 ± 4,1 (8÷25)	19,5 ± 3,8 (11÷36)	16,3 ± 1,3 (8÷36)
На бедре / On the hip	11,7 ± 2,4 (7÷15)	11,2 ± 1,6 (5÷24)	13 ± 1,9 (9÷17)	10,3 ± 1,1 (7÷14)	11,3 ± 0,9 (5÷24)
На голени / On the shin	16,3 ± 2,7 (11÷20)	16,1 ± 2,9 (9÷44)	18,3 ± 2,9 (11÷24)	12 ± 1,8 (7÷19)	15,46 ± 1,5 (7÷44)

отличия отложения жира от его топографии на теле. Использование однофакторного дисперсионного анализа при ранжированно-последовательном исключении резко выделяющихся средних с последующей оценкой достоверности p для фактора «распределение жира на теле» установило, что жиросотложение на спине, на плече сзади, на груди и бедре не имеет достоверных различий ($p = 0,834096$; $p > 0,05$). Установлено, с использованием критерия Тьюки, что достоверные отличия характерны для КЖС на плече спереди (отличается от всех других частей тела), предплечья спереди (отличается от всех других частей тела), живота (от всех частей тела, кроме голени), голени (для всех частей тела, кроме живота), голень и живот по отложению жира не отличаются ($p < 0,05$).

4. Выводы

Показано, что определение состава тела с помощью двух методов регистрации данных — расчетного и аппаратного — дает различные результаты. Следовательно, метод регистрации является ключевым фактором при определении компонентного состава тела. В индивидуальной спортивной практике результаты исследований, полученных разными методами, сопоставлять не следует во избежание неправильной трактовки результатов, т.к. метод антропометрии выявляет большие значения в жировой массе тела, чем метод

биоимпедансометрии, основанный на измерении проводимости тканей организма.

То же самое касается и проведения скрининговых обследований больших однородных групп. Выбрать при этом метод регистрации данных можно по следующим критериям. Преимущество антропометрического метода заключаются в дешевизне применения, а аппаратного — в скорости измерения (всего 5 минут на процедуру, включая измерение МТ, ДТ, объема талии и бедер) при практически любой квалификации специалиста, проводящего измерение. Недостатками антропометрического метода являются необходимость знаний и навыков специалиста, которыми обладает далеко не каждый исследователь, и трудоемкость и времязатратность процесса (комплексное обследование одним исследователем занимает примерно 15–20 минут), а аппаратного метода — дорогостоящее оборудование и расходные материалы и обязательное наличие компьютера с программным обеспечением.

Проведенное обследование показывает, что состав тела и локализация жира на теле футболистов не имеет достоверных связей с игровыми амплуа. Данные проведенного исследования могут служить модельными критериями состава тела и распределения подкожного жира на теле спортсменов для отбора в футбольную деятельность и для сравнительной характеристики и обсуждения результатов аналогичных исследований.

Вклад авторов:

Выборная Ксения Валерьевна — написание текста рукописи.

Тимонин Андрей Николаевич — статистический анализ полученных данных, подготовка иллюстративного материала.

Семенов Мурадин Мудалифович, Лавриненко Семен Валерьевич, Раджабканиев Раджабканиев Магомедович — выполнение экспериментальной части исследования, сбор материала.

Никитюк Дмитрий Борисович, Ключкова Светлана Валерьевна — организация обследования спортсменов, разработка дизайна исследования, корректировка текста статьи.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Authors' contributions:

Kseniya V. Vybornaya — writing the article text

Andrey N. Timonin — statistical analysis of the data obtained, preparation of illustrative material.

Muradin M. Semenov, Semyon S. Lavrinenko, Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev — implementation of the experimental part of the study, collection of material.

Dmitry B. Nikityuk, Svetlana V. Klochkova — organization of examination of athletes, development of research design, correction of article text.

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

Список литературы

1. Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Анисимова А.В., Година Е.З. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела. Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2016;(4):4–13.
2. Синдеева Л.В., Николаев В.Г., Медведева Н.Н., Ефремова В.П., Замкова Е.В., Орлова И.И., Максимов А.С. Опыт применения антропометрии и соматотипирования в анатомии человека. Современные проблемы науки и образования. 2019;(5):93.
3. Николаев Д.В., Руднев С.Г. Состав тела и биоимпедансный анализ в спорте. Спортивная медицина: наука и практика. 2012;(3):34–41.

References

1. Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V., Anisimova A.V., Godina E.Z. About the new Protocol of assessment of somatotype, according to the scheme of the Hit Carter in the software of bioimpedance body composition analyzer. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya = Moscow University Anthropology Bulletin. 2016;4:4–13 (In Russ.).
2. Sindeeva L.V., Nikolaev V.G., Medvedeva N.N., Efremova V.P., Zamkova E.V., Orlova I.I., Maksimov A.S. Experience of application of anthropometry and somatotyping in human anatomy. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2019;(5):93. (In Russ.).
3. Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Body composition and bio impedance analysis in sports. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports Medicine: Science and Practice. 2012;(3):34–41. (In Russ.).

4. Николаев Д.В., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ: основы метода, протокол обследования и интерпретация результатов. Спортивная медицина: наука и практика. 2012;(2):29–36.
5. Хафизова Г.Н., Губайдуллина С.И., Асманов Р.Ф. Композиционный состав тела спортсменов игровых видов спорта. Наука и спорт: современные тенденции. 2018;20(3):35–41.
6. Maughan R.J. An evaluation of a bioelectrical impedance analyzer for the estimation of body fat content. Br J Sports Med. 1993;27(1):63–66. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.1.63>
7. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Клочкова С.В., Алексеева Н.Т., Погонченкова И.В., Расулова М.А., и др. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации. Москва: Спорт; 2018. 64 с.
8. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука; 2006. 248 с.
9. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука; 2009. 392 с.
10. Nikolaidis P.T., Karydis N.V. Physique and body composition in soccer players across adolescence. Asian J Sports Med. 2011;2(2):75–82. <https://doi.org/10.5812/asjism.34782>
11. Wittich A., Oliveri B., Rotemberg E., Mautalen C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual X-ray absorptiometry. J Clin Densitom. 2001;4(1):51–55. <https://doi.org/10.1385/jcd:4:1:51>
4. Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Bioimpedansny analiz: osnovy metoda, protokol obsledovaniya i interpretatsiya rezul'tatov (Bioimpedance analysis: basics of the method, protocol and survey results interpretation). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports Medicine: Science and Practice. 2012;(2):29–37. (In Russ.).
5. Khafizova G.N., Gubaydullina S.I., Asmanov R.F. Body composition of the athletes playing sports. Nauka i sport: sovremennye tendentsii = Science and sport: current trends. 2018;20:35–40. (In Russ.).
6. Maughan R.J. An evaluation of a bioelectrical impedance analyzer for the estimation of body fat content. Br J Sports Med. 1993;27(1):63–66. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.1.63>
7. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B., Klochkova S.V., Alekseeva N.T., Pogonchenkova I.V., Rasulova M.A., et al. The use of the method of complex anthropometry in sports and clinical practice: guidelines. Moscow: Sport; 2018. 64 p. (In Russ.).
8. Martirosov E.G., Nikolaev V.G., Rudnev S.G. Technologies and methods of human body composition assessment. Moscow: Nauka; 2006. 248 p. (In Russ.).
9. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioelectric impedance analysis of human body composition. Moscow: Nauka; 2009. 392 p. (In Russ.).
10. Nikolaidis P T, Karydis N V, Physique and body composition in soccer players across adolescence. Asian J Sports Med. 2011;2(2):75–82. <https://doi.org/10.5812/asjism.34782>
11. Wittich A., Oliveri B., Rotemberg E., Mautalen C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual X-ray absorptiometry. J Clin Densitom. 2001;4(1):51–55. <https://doi.org/10.1385/jcd:4:1:51>

Информация об авторах:

Выборная Ксения Валерьевна*, 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/0000-0002-4010-6315> (+7 (495) 698-53-26; +7 (926) 386-92-18; dombim@mail.ru)

Тимонин Андрей Николаевич, младший научный сотрудник лаборатории иммунологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6087-6918>

Семенов Мурадин Мудалифович, 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/0000-0001-8039-529X>

Лавриненко Семен Валерьевич, младший 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/0000-0002-5913-8341>

Раджаббадиев Раджаббади Магомедович, младший 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/0000-0002-3634-8354>

Клочкова Светлана Валерьевна, д.м.н., профессор кафедры анатомии человека ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>

Никитюк Дмитрий Борисович, д.м.н., член-корр. РАН, заведующий лабораторией спортивной антропологии и нутрициологии, директор ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14; профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), 119992, Россия, Москва, ул. Россолимо, 15/13, стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-4517>

Information about the authors:

Kseniya V. Vybornaya*, researcher, Laboratory of sports anthropology and nutrisciology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4010-6315> (+7 (495) 698-53-26, +7 (926) 386-92-18; dombim@mail.ru)

Andrey N. Timonin, junior researcher, Laboratory of immunology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6087-6918>

Muradin M. Semenov, researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8039-529X>

Semyon S. Lavrinenko, junior researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5913-8341>

Radzhbkadi M. Radzhbkadiev, junior researcher, Laboratory of sports anthropology and nutriology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustinski proezd, Moscow, 109240, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3634-8354>

Svetlana V. Klochkova, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor at the Department of Human Anatomy, Peoples' Friendship University of Russia, 8, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-00032041-7607>

Dmitry B. Nikityuk, M.D., D.Sc. (Medicine), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, head of the Laboratory of sports anthropology and nutriology, Federal Researcher Centre of Nutrition and Biotechnology, 109240, Ustinski proezd, 2/14, Moscow, Russia; Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Sechenov First Moscow State Medical University, 15/13, bld. 1, Rossolimo str., Moscow, 119992, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-00024968-4517>

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.3>

УДК 796.01

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Скрытые нарушения метаболизма у высококвалифицированных спортсменов

Ж.В. Гришина^{1*}, Г.А. Макарова², С.А. Базанович¹, С.М. Чернуха², М.Я. Ядгаров¹, В.С. Фещенко¹,
А.А. Павлова¹, Е.А. Анисимов¹, Т.А. Яшин¹, А.В. Жолинский¹

¹ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

² ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» Министерства спорта Российской Федерации, Краснодар, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: выявление частоты встречаемости отклонений по отдельным биохимическим показателям, которые могут являться маркерами скрытых метаболически обусловленных отклонений состояния здоровья спортсменов. **Материалы и методы.** Были обследованы спортсмены — члены спортивных сборных команд России в возрасте от 16 до 38 лет. Общее количество обследованных спортсменов — 5245, из них 3167 спортсменов мужского и 2078 спортсменов женского пола. Изучались 25 показателей биохимического состава крови, отражающих скрытые нарушения обмена веществ и активности его регуляторов, негативные сдвиги в функциональном состоянии отдельных физиологических систем организма и возможные повреждения тканей отдельных органов. **Результаты.** На основе большого массива данных для спортсменов высокой и высшей квалификации были рассчитаны референтные диапазоны и их центильные градации по 25 биохимическим показателям крови. Использование центильных градаций при оценке значений биохимических параметров крови, регистрируемых в процессе текущего мониторинга у спортсменов, дает возможность устанавливать вектор их изменений и при необходимости своевременно вносить изменения в объем и направленность тренировочных нагрузок, а также обоснованно разрабатывать индивидуализированные программы метаболической поддержки спортсмена. Использование центильного подхода и формирование на его основе градационных шкал по каждому из изученных биохимических показателей крови позволило также установить среди изученной выборки спортсменов, допущенных к учебно-тренировочному процессу в рамках углубленных медицинских обследований (УМО), процент лиц, имеющих значимые отклонения по отдельным биохимическим параметрам. **Заключение:** подобные отклонения от нормы могут свидетельствовать о скрытых нарушениях метаболизма, возникающих на фоне профессиональных спортивных нагрузок, и в отсутствие своевременной компенсации могут привести к срыву адаптации и развитию различных метаболически обусловленных патологий.

Ключевые слова: спортсмены высокой и высшей квалификации, биохимический состав крови, референтные диапазоны, центильные градации

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гришина Ж.В., Макарова Г.А., Базанович С.А., Чернуха С.М., Ядгаров М.Я., Фещенко В.С., Павлова А.А., Анисимов Е.А., Яшин Т.А., Жолинский А.В. Скрытые нарушения метаболизма у высококвалифицированных спортсменов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;10(4):64–75. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.3>

Поступила в редакцию: 30.09.2020

Принята к публикации: 24.11.2020

Online first: 27.01.2020

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

Hidden metabolic disorders in high-class athletes

Zhanna V. Grishina^{1*}, Galina A. Makarova², Sergey A. Bazanovich¹, Svetlana M. Chernuha²,
Mihail Ya. Yadgarov¹, Vladimir S. Feshchenko¹, Anna A. Pavlova¹, Evgeniy A. Anisimov¹,
Timofey A. Yashin¹, Andrey V. Zholinsky¹

¹ Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

² Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

ABSTRACT

Objective: to reveal the frequency of deviations occurrence in individual biochemical indicators, which can be markers of hidden metabolic-conditioned deviations in the health of athletes. **Materials and methods.** Members of sports teams of Russia at the age of 16 to 38 years were examined. The total number of examined athletes was 5245: 3167 were male athletes and 2078 were female athletes. We studied 25 indicators of the biochemical composition of blood, showing latent metabolic disorders and the activity of its regulators, negative shifts in the functional state of individual physiological systems of the body and possible damage to tissues of individual organs. **Results.** Reference ranges and their centile gradations were calculated on the basis of a large array of data for 25 biochemical parameters. The use of centile gradations in assessing the values of blood biochemical parameters, recorded during the current monitoring in athletes, makes it possible to establish the vector of their changes and timely make changes in the volume and orientation of training loads, as well as to reasonably develop individualized programs for the athlete's metabolic support. The use of the centile approach and the formation on its basis of gradation scales for each of the studied blood biochemical parameters also made it possible to establish the percentage of persons with significant deviations in certain biochemical parameters among the studied sample of athletes, admitted to the training process within the framework of in-depth medical examinations (DMO). **Conclusion:** such deviations from the norm may indicate hidden metabolic disorders that occur against the background of professional sports loads, and in the absence of timely compensation, they can lead to a breakdown in adaptation and the development of various metabolic-related pathologies.

Keywords: athletes of high and highest qualifications, biochemical composition of blood, reference ranges, centile gradations

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

For citation: Grishina Zh.V., Makarova G.A., Bazanovich S.A., Chernuha S.M., Yadgarov M.Ya., Feshchenko V.S., Pavlova A.A., Anisimov E.A., Yashin T.A., Zholinskij A.V. Hidden metabolic disorders in high-class athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):64–75 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.3>

Received: 30 September 2020

Accepted: 24 November 2020

Online first: 27 January 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

На современном этапе развития спорта высших достижений особую значимость приобретает проблема надежной системы оценки и мониторинга состояния здоровья спортсменов в рамках проведения первичного и ежегодных углубленных медицинских обследований (УМО) [1].

С учетом этого все чаще встает вопрос о необходимости расширения задач, стоящих при проведении УМО спортсменов, среди которых одной из важнейших является задача раннего выявления среди спортсменов высокой и высшей квалификации различных «групп риска» по состоянию здоровья [2–4]. Для решения этой задачи, в частности, рекомендуются: коррекция сроков проведения УМО, которые проводятся для оценки возможности допуска к профессиональным занятиям спортом; анализ медицинского анамнеза будущего или действующего спортсмена; его анкетирование или анкетирование родителей (когда речь идет о юных атлетах); обязательное проведение дополнительных медицинских обследований после перенесенных заболеваний и травм или длительных перерывов в спортивной практике [1, 5].

Для выявления скрытых отклонений в состоянии здоровья спортсменов используются различные маркеры, среди которых есть биохимические параметры крови. Несмотря на их широкий спектр, зачастую они не способствуют раннему выявлению сдвигов в метаболизме спортсмена, поскольку по большинству биохимических параметров крови отсутствуют референтные диапазоны, рассчитанные для людей, профессионально занимающихся спортом, и позволяющие отличить неспецифические изменения этих биохимических параметров

ввиду повышенных нагрузок от предпатологических нарушений [6–10].

Цели и задачи исследования. Целью настоящего исследования являлось выявление частоты встречаемости отклонений по отдельным биохимическим показателям, которые могут являться маркерами скрытых метаболически обусловленных отклонений состояния здоровья спортсменов. Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи: установить референтные диапазоны показателей биохимического состава крови у спортсменов разного возраста и пола; провести их сравнительный анализ с традиционно используемыми в лечебно-профилактических учреждениях референтными диапазонами; разработать центильные градации показателей биохимического состава крови у спортсменов, позволяющие апробировать новый способ их оценки внутри референтных диапазонов.

2. Материалы и методы

Были обследованы спортсмены — члены спортивных сборных команд России в возрасте от 16 до 38 лет шести групп видов спорта: циклические (группа «выносливость» (стайеры) и группа «скорость + выносливость» (спринтеры)), скоростно-силовые (технические виды легкой атлетики), сложно-координационные, игровые и единоборства, включающих 40 спортивных дисциплин. Общее количество обследованных спортсменов — 5245, из них 3167 спортсменов мужского пола и 2078 спортсменов женского пола. Спортивная квалификация обследованных спортсменов: 396 человек имели различные спортивные разряды, 2178 являлись кандидатами в мастера спорта (КМС), 2671 спортсмен имел квалификацию мастер спорта (МС) и выше.

При расчете референтных диапазонов и центильных градаций анализируемых биохимических параметров крови были исключены результаты обследования спортсменов, не допущенных к учебно-тренировочному процессу в результате прохождения УМО по уровню функциональных возможностей организма и состоянию здоровья (исключались спортсмены с диагнозами (шифр по МКБ-10): E80.4; E 88.9; Группа А (A00–A99); Группа В (B00–B99); J07–J22; C00–C98; D00–D48; E06; E07; E03; E 70–E90).

Изучались 25 показателей биохимического состава крови, отражающие следующее.

1. Скрытые нарушения обмена веществ и активности его регуляторов: белковый обмен (содержание общего белка, альбуминов, мочевины, креатинина); углеводный обмен (содержание глюкозы); липидный обмен (содержание общего холестерина, липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), триглицеридов); регуляторы обмена веществ (содержание соматотропного гормона (СТГ), тестостерона, кортизола, пролактина, тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина Т4).

2. Негативные сдвиги в функциональном состоянии отдельных физиологических систем организма: гепатобилиарная система (содержание общего белка, альбуминов, общего билирубина, прямого билирубина, активность гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ)); система крови (концентрация гемоглобина и содержание железа).

3. Возможные повреждения тканей отдельных органов (активность креатинфосфокиназы (КФК и КФК-МБ), аспартат- и аланинаминотрансферазы (АСТ, АЛТ), содержание миоглобина).

Исследования проводились на базе ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» и ФГБУ «ФНКЦСМ ФМБА России». Биохимические параметры измерялись в крови с помощью полуавтоматического биохимического анализатора BioSystems BTS-350. Взятие крови проводилось утром натощак.

Первым этапом расчета референтных диапазонов являлось формирование эталонной выборки с учетом критериев исключения. Затем с использованием критерия Колмогорова — Смирнова с поправкой Лилиефорса и критерия Шапиро — Уилка проводилась оценка типа распределения данных. В дальнейшем проводилась элиминация статистических выбросов с использованием критерия Шовене и метода Тьюки. В случае соответствия данных нормальному закону распределения применялся стандартный подход к построению референтных интервалов на основе *t*-критерия Стьюдента, в противном случае доверительный интервал рассчитывался для логнормального распределения с расчетом коэффициента разности [11].

Для расчета центильных градаций анализируемых биохимических показателей использовался центильный метод — непараметрический метод математической статистики. Достоинством центильного метода является

то, что он не смещает оценку показателя в сторону увеличения или снижения, т.к. учитывает все возможности вариационного ряда изучаемого признака. Данный метод был выбран в силу отсутствия нормального распределения признака у ряда изучаемых биохимических параметров крови [12].

3. Результаты исследования и их обсуждение

На начальном этапе был проведен сравнительный анализ рассчитанных референтных диапазонов избранных параметров у спортсменов разного возраста и пола с референтными диапазонами, принятыми в лечебно-профилактических учреждениях, а также с референтными диапазонами, используемыми в настоящее время в системе медицинских учреждений ФМБА России для оценки состояния здоровья спортсменов во время проведения очередных УМО. В таблице 1 приведены значения трех групп референтных диапазонов биохимических показателей крови для лиц мужского и женского пола без учета возраста.

В результате построения референтных диапазонов по данным исследованной выборки спортсменов выяснилось, что по многим изучаемым биохимическим параметрам крови, характеризующим метаболические изменения в организме (среди которых — КФК, мочевина, креатинин, общий билирубин, компоненты липидного спектра, кортизол, общий тестостерон), для спортсменов границы нормы шире, чем для представителей обычной популяции. Рассчитанные в настоящем исследовании референтные диапазоны позволяют более корректно оценивать текущие значения того или иного биохимического параметра крови у спортсменов, что можно использовать при оценке состояния здоровья спортсмена во время проведения плановых УМО.

В то же время в ходе наших исследований стало очевидным, что внесение определенных поправок в референтные диапазоны биохимических параметров позволяет в основном точнее выявлять среди обследуемых спортсменов лиц, имеющих клинически значимые изменения в состоянии здоровья. Однако донологические изменения по отдельным биохимическим параметрам крови, характеризующим метаболические изменения в организме, при простом использовании референтных диапазонов в качестве инструмента их диагностики зачастую остаются вне поля зрения специалистов. Это, в свою очередь, снижает возможность использования биохимических параметров крови в качестве маркеров отклонений в состоянии здоровья спортсменов на фоне нагрузок, которые позволили бы внести своевременные и обоснованные коррективы в программы тренировок и метаболической поддержки спортсмена.

Учитывая это, следующий этап настоящего исследования был посвящен расчету центильных градаций референтных диапазонов параметров биохимического состава крови спортсменов. В результате были разработаны следующие центильные градации для каждого

Таблица 1

Референтные диапазоны отдельных показателей биохимического состава крови

Table 1

The reference ranges of certain blood biochemical parameters

Регистрируемые параметры (Registered parameters)	Рассчитанные референтные диапазоны (Calculated reference ranges)		Референтные диапазоны, используемые для оценки состояния здоровья спортсменов при прохождении УМО в клиниках ФМБА (Reference ranges used to assess the health status of athletes undergoing DME in FMBA clinics)		Стандартные общеклинические референтные диапазоны (Standard general clinic reference ranges)
	М (М)	Ж (F)	М (М)	Ж (F)	
Показатель (Parameters)	Пол (Sex)		М (М)	Ж (F)	М (М) и Ж(F)
Мочевина (Urea), ммоль/л	2,89–8,26	2,63–7,77	2,2–7,2		2,8–7,2
Креатинин (Blood creatinine), мкмоль/л	56,11–113,83	50,22–94,73	62–115	53–97	74–110
Белок общий (Total protein), г/л	63,31–82,60	62,01–82,81	64–83		66–83
Альбумины (Albumin), г/л	39,23–55,46	37,57–53,94	35–52		33–50
КФК, Ед/л (СРК)	0,00–748,51	0,00–441,51	0–171	0–145	0–171
КФК-Мб, Ед/л (СРК-МВ)	6,92–28,11	5,48–25,62	1–25		1–25
Миоглобин (Myoglobin), мкг/л	20,44–73,90	20,05–58,53	28–72	25–58	0–70
АЛТ, Ед/л (ALT)	3,09–36,76	3,23–28,30	0–45	0–34	0–50
АСТ, Ед/л (AST)	6,45–41,94	7,36–36,15	0–35	0–31	0–50
Глюкоза (Glucose), ммоль/л	3,89–6,15	3,79–6,08	4,1–5,9		4,2–6,4
Билирубин общий (Bilirubin total), мкмоль/л	0,91–27,06	0,12–21,94	5–21		5–21
Билирубин прямой (Bilirubin direct), мкмоль/л	0,32–11,01	0,29–9,37	0–10		0–3,4
ГГТ, Ед/л (GGT)	4,50–26,87	4,67–21,32	0–55	0–38	0–55
ЛПВП, ммоль/л (HDLС)	0,74–2,21	1,01–2,64	0,9–1,45	1,15–1,68	1,03–1,55
ЛПНП, ммоль/л (LDLC)	1,04–3,91	1,08–4,04	0,7–4,5		до 2,6
Триглицериды (Triglycerides), ммоль/л	0,10–1,48	0,17–1,24	0–1,7		до 1,7
Холестерин (Cholesterol total), ммоль/л	2,63–5,84	2,87–6,32	3,63–5		до 5,2
Гемоглобин (Hb), г/л	123,97–169,07	115,86–164,62	132–172	120–170	120–172
Железо (Fe), мкмоль/л	4,69–32,62	2,01–31,74	10,6–31,3	9,0–30,4	12,5–32,
Кортизол (Cortisol), нмоль/л	220,52–740,64	188,61–733,75	170–536		185–624
Тестостерон общий (Testosterone total), нг/мл	1,08–10,29	0,04–0,63	0–11,1	0,29–1,67	1,66–8,76
СТГ, нг/мл (GH)	0,00–4,80	0–13,89	0–5	0–18	0–10

Примечание: М — спортсмены мужского пола, Ж — спортсмены женского пола.

Note: M — male athletes, F — female athletes.

из изученных биохимических параметров крови: «нормальное значение» (диапазон значений признака от 25 до 75 центилей), «нормально повышенное / нормально пониженное значение» (диапазон значений признака от 75 до 90 и от 25 до 10 центилей соответственно), «погранично повышенное / погранично пониженное значение» (диапазон значений признака выше 90 и ниже 10 центилей соответственно).

В качестве примера в таблице 2 приводятся рассчитанные нами центильные градации некоторых показателей

биохимического состава крови у спортсменов мужского и женского пола разных возрастных групп.

На основании расчета центильных градаций по изучаемым биохимическим параметрам крови среди изученной выборки спортсменов, допущенных в рамках проведения плановых УМО к учебно-тренировочному процессу, была определена также частота встречаемости значимых отклонений по отдельным биохимическим параметрам крови. Наличие подобных отклонений в биохимическом профиле у спортсменов высокой и высшей

Таблица 2

Центильные градации отдельных показателей биохимического состава крови у спортсменов мужского и женского пола изученной выборки (без учета спортивной специализации)

Table 2

Centile gradations of individual indicators of the biochemical composition of blood in male and female athletes of the studied sample (without taking into account sports specialization)

Показатель (Parameter)	Возраст (Age)	Нормальные значения (25–75 центили) (Normal values (25–75 centiles))		Нормально повышенные значения (75–90 центили) (Normally elevated values (75–90 centiles))		Погранично повышенные значения (выше 90 центиля) (Borderly elevated values (above 90 centile))		Нормально пониженные значения (10–25 центили) (Normally lowered values (10–25 centiles))		Погранично пониженные значения (ниже 10 центиля) (Borderline reduced values (below 10 centile))	
		М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)
Пол (Sex)		М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)
АЛТ (ALT)	16–18	13,54–22,00	11,50–18,80	22,10–28,99	18,81–23,64	29,10–34,95	23,65–27,90				
	19–25	14,67–24,20	12,50–19,96	24,21–32,36	19,97–24,84	32,37–37,00	24,85–27,89				
	26–30	15,00–25,90	12,97–20,90	25,91–33,40	20,91–26,48	33,41–40,45	26,49–28,50				
	31–38	15,64–25,82	12,57–20,20	25,83–33,98	20,21–26,48	33,99–36,09	26,49–28,50				
Альбумин (Albumin)	16–18	44,40–50,50	43,30–48,96					44,39–41,70	43,29–41,40	<41,70	41,39–40,40
	19–25	44,50–50,30	43,37–48,70					44,49–41,69	43,36–41,50	<41,69	41,49–40,30
	26–30	44,60–50,20	43,10–48,00					44,59–41,85	43,09–41,42	<41,85	41,41–40,40
	31–38	44,43–49,10	43,10–48,26					44,42–42,01	43,09–41,55	< 42,01	41,54–40,08
АСТ (AST)	16–18	18,00–27,00	16,90–24,70	27,01–34,70	24,71–30,40	34,71–39,76	30,41–35,30				
	19–25	18,50–27,20	17,20–25,20	27,21–34,90	25,21–31,47	34,91–39,73	31,48–35,13				
	26–30	19,32–29,96	17,37–25,30	29,97–36,00	25,31–31,00	36,01–40,92	31,01–35,84				
	31–38	20,54–29,96	18,09–24,33	29,97–36,05	24,34–29,70	36,06–42,40	29,71–36,08				
Билирубин общий (Bilirubin total)	16–18	8,00–16,00	7,00–12,80	16,01–22,00	12,81–18,10	22,01–27,50	18,11–22,07				
	19–25	8,00–16,48	7,00–14,00	16,49–23,36	14,01–18,90	23,37–29,16	18,91–24,37				
	26–30	7,90–15,70	7,27–12,73	15,71–21,51	12,74–16,56	21,52–27,24	17,57–19,34				
	31–38	8,40–15,76	7,40–12,37	15,77–22,10	12,38–17,16	22,11–25,48	17,17–21,87				
Билирубин прямой (Bilirubin direct)	16–18	3,40–6,90	3,00–5,60	6,91–9,30	5,61–7,80	9,31–10,50	7,81–9,20				
	19–25	3,40–6,90	3,00–6,00	6,91–9,10	6,01–8,20	9,11–10,00	8,21–9,40				
	26–30	3,30–6,30	3,10–5,40	6,31–8,35	5,41–7,10	8,63–9,40	7,11–8,30				
	31–38	3,30–6,30	2,90–4,70	6,31–8,35	4,71–6,62	8,36–9,40	6,63–8,72				

Продолжение таблицы 2

Показатель (Parameter)	Возраст (Age)	Нормальные значения (25–75 центили) (Normal values (25–75 centiles))		Нормально повышенные значения (75–90 центили) (Normally elevated values (75–90 centiles))		Погранично повышенные значения (выше 90 центиля) (Borderly elevated values (above 90 centile))		Нормально пониженные значения (10–25 центили) (Normally lowered values (10–25 centiles))		Погранично пониженные значения (ниже 10 центиля) (Borderline reduced values (below 10 centile))	
		М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)
ГГТ (GGT)	16–18	12,0–18,0	10,00–15,00	18,1–23,0	15,01–18,00	23,1–27,0	18,01–21,00				
	19–25	13,0–19,0	11,00–16,00	19,1–25,0	16,01–20,00	25,1–27,4	20,01–22,00				
	26–30	13,0–20,83	11,00–17,00	20,94–25,0	17,01–21,00	25,1–28,0	21,01–23,00				
	31–38	12,0–20,0	11,00–18,00	20,1–27,0	18,01–21,00	27,1–29,0	21,01–22,85				
Гемоглобин (Hb)	16–18	141,00–155,00	129,00–148,00					140,99–130,00	128,99–122,00	129,99–126,00	121,99–118,00
	19–25	139,00–155,00	130,00–151,00					138,99–132,00	129,99–123,00	131,99–126,20	122,99–118,00
	26–30	140,00–156,00	132,00–152,00					139,99–132,00	131,99–125,00	131,99–126,00	124,99–121,00
	31–38	140,00–155,00	133,00–154,67					139,99–132,00	132,99–127,00	131,99–125,05	236,99–122,60
Глюкоза (Glucose)	16–18	5,20–4,60	5,00–4,50					4,59–4,27	4,49–4,24	4,26–4,10	4,23–4,04
	19–25	5,20–4,56	5,00–4,43					4,55–4,21	4,42–4,10	4,20–4,03	4,09–3,97
	26–30	5,19–4,60	5,09–4,49					4,59–4,30	4,48–4,20	4,29–4,12	4,19–3,99
	31–38	5,12–4,57	5,10–4,48					4,56–4,28	4,47–4,27	4,27–4,16	4,26–4,17
Кортизол (Cortisol)	16–18	403,50–592,60	371,51–568,46	592,61–657,12	568,47–659,69	657,13–692,84	659,70–692,85	409,55–322,85	371,50–290,25	322,84–264,57	290,24–244,79
	19–25	409,55–596,60	362,61–557,65	596,61–663,52	557,66–637,83	663,53–698,46	637,84–693,05	409,54–322,85	362,60–287,98	322,84–264,57	287,97–230,69
	26–30	393,93–586,15	356,60–564,20	586,16–653,37	564,21–638,64	653,38–683,45	638,65–687,22	393,92–315,77	356,59–288,34	315,76–278,94	288,33–251,58
	31–38	390,80–581,80	367,60–553,77	581,81–657,80	553,78–681,80	657,81–693,40	681,81–775,94	390,79–298,30	367,59–293,50	298,20–272,30	293,49–274,44
Креатинин (Blood creatinine)	16–18	80,00–98,00	69,00–83,00	98,01–106,00	83,1–90,50	106,01–111,00	90,51–94,00				
	19–25	85,00–101,00	67,00–82,00	101,01–110,00	82,01–88,80	110,01–115,00	88,81–94,00				
	26–30	85,00–105,00	68,42–85,00	105,01–114,00	85,01–95,50	114,01–118,00	95,51–97,00				
	31–38	82,00–103,00	69,17–80,00	103,01–109,00	80,01–89,00	109,01–116,00	89,01–92,50				
КФК (СРК)	16–18	135,00–354,58	98,00–232,00	354,59–594,30	232,01–346,80	594,31–755,05	346,81–440,60				
	19–25	134,42–340,58	98,00–232,58	340,59–547,60	232,59–387,00	547,61–768,35	387,01–485,20				
	26–30	138,00–345,33	102,17–228,67	345,34–544,00	228,68–374,80	544,01–787,00	374,81–461,60				
	31–38	146,92–343,17	101,67–214,58	343,18–566,00	214,59–409,50	566,01–648,75	409,51–505,60				

Показатель (Parameter)	Возраст (Age)	Нормальные значения (25–75 центили) (Normal values (25–75 centiles))		Нормально повышенные значения (75–90 центили) (Normally elevated values (75–90 centiles))		Погранично повышенные значения (выше 90 центиля) (Borderly elevated values (above 90 centile))		Нормально пониженные значения (10–25 центили) (Normally lowered values (10–25 centiles))		Погранично пониженные значения (ниже 10 центиля) (Borderline reduced values (below 10 centile))	
		М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)
Мочевина (Urea)	16–18	4,70– 6,50	4,30– 5,90	6,51– 7,30	5,91– 6,90	7,31– 7,90	6,91– 7,40				
	19–25	4,70– 6,50	4,30– 6,00	6,51– 7,40	6,01– 6,80	7,41– 7,90	6,81– 7,40				
	26–30	4,90– 6,80	4,30– 6,10	6,81– 7,70	6,11– 6,99	7,71– 8,12	7,00– 7,55				
	31–38	5,02– 7,18	4,27– 6,40	7,19– 8,00	6,41– 7,10	8,01– 8,70	7,11– 7,62				
Общий белок (Total protein)	16–18	70,40– 77,00	69,70– 76,90					66,99– 66,00	69,69– 67,00		66,99– 65,00
	19–25	71,00– 77,00	70,0– 76,98					67,99– 66,00	69,99– 66,88		66,87– 65,00
	26–30	71,00– 77,00	69,00– 76,28					67,99– 66,00	68,99– 66,00		65,99– 65,00
	31–38	70,92– 76,90	70,67– 76,43					67,99– 67,00	70,66– 67,46		67,45– 66,99
Пролактин (Prolactin)	16–18	191,10– 308,30	228,20– 422,88	308,31– 379,82	422,89– 537,91	379,83– 441,01	537,92– 634,31				
	19–25	194,05– 298,80	217,30– 448,55	298,81– 374,32	448,56– 575,92	374,33– 457,35	575,93– 679,60				
	26–30	167,20– 274,03	267,40– 492,00	274,04– 361,31	492,01– 598,54	361,32– 439,58	598,55– 700,82				
	31–38	163,83– 273,38	279,00– 473,90	273,39– 386,83	473,91– 584,04	386,84– 417,27	584,05– 643,30				
Соматотропный гормон (Growth hormone)	16–18	0,15– 1,35	1,16– 6,64	1,36– 3,81	6,65– 10,64	3,82– 5,34	10,65– 13,33	0,152– 0,09	1,15– 0,39	0,08– 0,06	0,38– 0,21
	19–25	0,13– 0,90	0,67– 5,74	0,91– 2,71	5,75– 9,80	2,72– 5,02	9,81– 11,64	0,12– 0,08	0,66– 0,25	0,07– 0,06	0,64– 0,15
	26–30	0,12– 0,75	0,49– 5,67	0,76– 2,86	5,68– 10,54	2,87– 4,99	10,55– 13,18	0,11– 0,067	0,48– 0,20	0,066– 0,051	0,19– 0,14
	31–38	0,13– 1,11	0,77– 6,98	1,12– 3,76	6,99– 11,45	3,76– 5,99	11,46– 14,94	0,12– 0,066	0,76– 0,25	0,065– 0,052	0,24– 0,09
Тестостерон (Testosterone)	16–18	7,16– 4,64	0,44– 0,24					4,63– 1,89	0,23– 0,16	1,88– 0,31	0,15– 0,12
	19–25	7,22– 4,64	0,44– 0,23					4,64– 3,14	0,22– 0,15	3,13– 0,38	0,14– 0,11
	26–30	7,14– 4,43	0,41– 0,22					4,42– 3,03	0,21– 0,15	3,02– 0,41	0,14– 0,09
	31–38	6,99– 4,18	0,35– 0,22					4,17– 2,43	0,21– 0,10	2,42– 0,37	0,09– 0,08
ЛПНП (LDLC)	16–18	1,97– 2,94	2,11– 3,06	2,95– 3,42	3,07– 3,58	3,43– 3,72	3,59– 4,04				
	19–25	2,13– 3,07	2,12– 3,07	3,08– 3,66	3,08– 3,64	3,67– 3,97	3,65– 4,06				
	26–30	2,40– 3,29	2,21– 3,19	3,30– 3,80	3,20– 3,87	3,81– 4,10	3,88– 4,22				
	31–38	2,38– 3,49	2,09– 3,18	3,50– 4,06	3,19– 4,11	4,07– 4,52	4,12– 4,44				

Продолжение таблицы 2

Показатель (Parameter)	Возраст (Age)	Нормальные значения (25–75 центили) (Normal values (25–75 centiles))		Нормально повышенные значения (75–90 центили) (Normally elevated values (75–90 centiles))		Погранично повышенные значения (выше 90 центиля) (Borderly elevated values (above 90 centile))		Нормально пониженные значения (10–25 центили) (Normally lowered values (10–25 centiles))		Погранично пониженные значения (ниже 10 центиля) (Borderline reduced values (below 10 centile))	
		М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)	М (M)	Ж (F)
Триглицериды (Triglycerides)	16–18	0,60–0,98	0,54–0,87	0,99–1,26	0,88–1,10	1,27–1,48	1,11–1,23				
	19–25	0,60–0,98	0,55–0,85	0,99–1,29	0,86–1,09	1,30–1,49	1,10–1,21				
	26–30	0,60–1,04	0,57–0,91	1,05–1,42	0,92–1,15	1,43–1,63	1,16–1,25				
	31–38	0,60–1,07	0,56–0,92	1,08–1,44	0,93–1,13	1,45–1,68	1,14–1,26				
Холестерин (Cholesterol)	16–18	3,60–4,64	4,00–5,10	4,65–5,17	5,11–5,74	5,18–5,50	5,75–6,20				
	19–25	3,80–4,90	4,05–5,10	4,91–5,48	5,11–5,69	5,49–5,80	5,70–6,09				
	26–30	4,07–5,11	4,22–5,40	5,12–5,90	5,41–6,09	5,91–6,26	6,10–6,69				
	31–38	4,21–5,35	4,05–5,27	5,36–6,12	5,28–5,87	6,13–6,53	5,88–6,50				

Примечание: М — спортсмены мужского пола, Ж — спортсмены женского пола.
Note: M — male athletes, F — female athletes.

квалификации может свидетельствовать о наличии у них метаболических отклонений, которые при отсутствии своевременного проведения мероприятий по их коррекции могут привести к серьезному срыву адаптации, а при неблагоприятном течении — к развитию различных метаболически обусловленных патологий.

В таблице 3 показана выявленная частота встречаемости скрытых отклонений избранных биохимических параметров крови, которые характеризуют отдельные компоненты метаболизма, среди спортсменов изученной выборки (значения ниже 10 или выше 90 центиля в зависимости от показателя).

Особое внимание обращает на себя высокая частота выявления среди обследованных спортсменов лиц со скрытыми отклонениями: по биохимическим маркерам повреждения тканей — КФК, миоглобин, трансаминазы (АСТ и АЛТ); по уровню концентрации гемоглобина в крови; по биохимическим маркерам состояния гепатобилиарной системы — общий билирубин и активность ГГТ; по биохимическим маркерам липидного обмена — холестерин общий и триглицериды; по ряду маркеров состояния эндокринной системы — ТТГ, Т4, общий тестостерон и соматотропный гормон.

При общей оценке результатов проведенного центильного анализа отклонений биохимических параметров крови можно сделать вывод о значительной (от 9 до 20 % в зависимости от изучаемого параметра) доле спортсменов в изученной выборке, допущенных по результатам УМО к профессиональной спортивной

деятельности, имеющих отклонения в биохимическом профиле крови, которые указывают на скрытые нарушения в отдельных компонентах метаболизма. Такие скрытые изменения в обменных процессах без внесения коррективов в объемы и характер нагрузок и своевременной метаболической компенсации могут привести к патологическим изменениям в организме спортсмена.

4. Заключение

Согласно результатам проведенных исследований при использовании биохимических параметров крови в качестве маркеров оценки функционального состояния организма спортсменов следует ориентироваться на профессионально адаптированные референтные диапазоны для данных показателей, дифференцированные как минимум по полу и возрасту обследуемых. Традиционный подход к использованию биохимических показателей в качестве маркеров метаболических отклонений у спортсменов (с позиции выхода их за границы референтных интервалов) не дает возможности относить спортсменов к «группам риска» по отдельным отклонениям в метаболизме для своевременного проведения коррекционно-реабилитационных мероприятий. Для решения задачи обоснованного выявления среди спортсменов, допущенных по результатам УМО к профессиональной спортивной деятельности, лиц, относящихся к подобным «группам метаболического риска», были использованы центильные градации референтных диапазонов показателей биохимического

Таблица 3

Выявленная частота встречаемости скрытых отклонений в компонентах метаболизма у спортсменов высокой и высшей квалификации, допущенных к профессиональным занятиям спортом по результатам УМО

Table 3

The revealed frequency of hidden deviations in metabolic components in athletes of high and highest qualifications admitted to professional sports according to the results of DMO

Маркер (Parameter)	Пол (Sex)	Тренд негативных изменений (The trend of negative changes)	Количество выявленных случаев, % (Number of detected cases, %)			
			16-18	19-25	26-30	31-38
Возрастной диапазон, лет (Age range, years)			16-18	19-25	26-30	31-38
1. Скрытые нарушения обмена веществ и активности его регуляторов (Hidden metabolic disorders and the activity of its regulators)						
1.1. Белковый обмен (Protein metabolism)						
Белок общий, г/л (Total protein, g/l)	М(М)	нормально пониженные и погранично пониженные значения (normally low and borderline low values)	9,7	11,5	13,2	12,5
	Ж(Ф)		10,8	12	11,1	14,3
Альбумин, г/л (Albumin, g/l)	М(М)		9,4	9,6	9,7	10,3
	Ж(Ф)		13,3	13,5	13,8	14,3
Мочевина, ммоль/л (Urea, mmol/l)	М(М)		13,5	12,7	14,3	15,1
	Ж(Ф)		14,1	13,6	15,4	15,2
Креатинин, мкмоль/л (Creatinine, μmol/L)	М(М)	6,8	5,2	5,3	4,7	
	Ж(Ф)	7,2	5,5	5,2	4,8	
1.2. Углеводный обмен (Carbohydrate metabolism)						
Глюкоза, ммоль/л (Glucose, mmol/l)	М(М)	нормально пониженные и погранично пониженные значения (normally low and borderline low values)	14,1	14,6	14,7	15,1
	Ж(Ф)		14,7	13,8	15,2	10,5
1.3. Липидный обмен (Lipid metabolism)						
Холестерин общий, ммоль/л (Total cholesterol, mmol/l)	М(М)	нормально повышенные и погранично повышенные значения (normally elevated and borderline elevated values)	14,1	13,7	14,6	15,9
	Ж(Ф)		13,6	15,4	14,4	13,3
ЛПНП, ммоль/л (LDLC, mmol/l)	М(М)		13,8	13,7	13,2	14,6
	Ж(Ф)		14,1	14,4	13,8	14,3
Триглицериды, ммоль/л (Triglycerides, mmol/l)	М(М)		16,8	17,7	17,7	17,7
	Ж(Ф)		16,9	17,4	14,9	17,1
ЛПВП, ммоль/л (HDLc, mmol/l)	М(М)	нормально пониженные и погранично пониженные значения (normally low and borderline low values)	14	14,2	13,2	14
	Ж(Ф)		13	13,5	12,7	13,3
1.4. Регуляторы обмена веществ (Metabolism regulators)						
Соматотропный гормон, нг/мл (Growth hormone, ng/ml)	М(М)	нормально пониженные и погранично пониженные значения (normally low and borderline low values)	12,3	13,1	13,1	12,9
	Ж(Ф)		12,3	13,1	13	12,9
Тестостерон, нг/мл (Testosterone, ng/ml)	М(М)		12,3	14,7	14,4	15,5
	Ж(Ф)		13,5	12,9	12,5	8,4
Кортизол, нмоль/л (Cortisol, nmol/l)	М(М)		13,4	13,4	13,9	13,4
	Ж(Ф)		12,3	13,5	11,6	12,4
Пролактин, мМЕ/л (Prolactin, mIU / L)	М(М)	нормально повышенные и погранично повышенные значения (normally elevated and borderline elevated values)	9,1	7,0	7,1	6,0
	Ж(Ф)		13,3	13,3	15,2	14,3
ТТГ, мкМЕ/мл (TSH, μIU/ml)	М(М)		14,4	15,6	15,2	16,1
	Ж(Ф)		8	7,6	8,4	4,8
Тироксин свободный Т4, пмоль/л (Free thyroxine T4, pmol/l)	М(М)		12,3	12,2	12,1	13,4
	Ж(Ф)		15,3	15,2	14,9	16,2

Маркер (Parameter)	Пол (Sex)	Тренд негативных изменений (The trend of negative changes)	Количество выявленных случаев, % (Number of detected cases, %)				
			16–18	19–25	26–30	31–38	
Возрастной диапазон, лет (Age range, years)			16–18	19–25	26–30	31–38	
2. Скрытые нарушения функционального состояния отдельных физиологических систем организма (Latent violations of the functional state of individual physiological systems of the body)							
2.1. Гепатобилиарная система (Hepatobiliary system)							
Билирубин общий, мкмоль/л (Total bilirubin, $\mu\text{mol/l}$)	М(М)	нормально повышенные и погранично повышенные значения (normally elevated and borderline elevated values)	18,2	18,2	16,3	17,7	
	Ж(Ф)		18	18,8	18,1	18,1	
Билирубин прямой, мкмоль/л (Direct bilirubin, $\mu\text{mol/l}$)	М(М)		13,8	13,6	14,3	13,8	
	Ж(Ф)		15,6	13,7	13,5	14,3	
Активность ГГТ, Е/л (GGT activity, U/l)	М(М)		13,5	16,3	18,5	21,2	
	Ж(Ф)		14,4	14,2	17,3	15,2	
2.2. Система крови (Blood system)							
Гемоглобин, г/л (Hemoglobin, g/l)	М(М)		нормально пониженные и погранично пониженные значения (normally low and borderline low values)	17,9	18,2	17,1	19,4
	Ж(Ф)	18,6		18,6	18,7	12,4	
Железо, мкмоль/л (Iron, $\mu\text{mol/l}$)	М(М)	14,6		14,6	14,6	15,1	
	Ж(Ф)	14,6		14,4	13,8	16,2	
3. Изменения биохимических маркеров повреждения тканей отдельных органов (Changes in biochemical markers of tissue damage in individual organs)							
КФК, Ед/л (KFK, U/l)	М(М)	нормально повышенные и погранично повышенные значения (normally elevated and borderline elevated values)	18,6	17,8	17,2	14,6	
	Ж(Ф)		17,5	17,6	17,9	17,1	
КФК-МВ, Ед/л (KFK-MV, U/l)	М(М)		14,8	14,4	14,7	13,4	
	Ж(Ф)		14,2	15,4	14,9	21	
Миоглобин, мкг/л (Myoglobin, $\mu\text{g/l}$)	М(М)		16,1	16,9	16,1	13,8	
	Ж(Ф)		17,5	16,1	16,5	19	
АСТ, Ед/л (AST, U/l)	М(М)		18,1	19,2	17,9	16,4	
	Ж(Ф)		19,9	18,8	18,4	16,2	
АЛТ, Ед/л (ALT, U/l)	М(М)		18,8	19,3	20,2	10,3	
	Ж(Ф)		19,1	21,3	13,8	17,1	

Примечание: М — спортсмены мужского пола, Ж — спортсмены женского пола.
Note: M — male athletes, F — female athletes.

состава крови. Использование рассчитанных значений центильных градаций по отдельным биохимическим параметрам крови позволило установить среди спортсменов в изученной выборке достаточно высокую частоту

встречаемости отклонений в биохимическом профиле, которые могут являться предикторами срыва адаптации и развития различных метаболически обусловленных патологий.

Вклад авторов:

Гришина Жанна Валерьевна — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста статьи, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Макарова Галина Александровна — концепция и дизайн исследования, написание текста статьи, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Базанович Сергей Александрович — статистическая обработка данных.

Чернуха Светлана Михайловна — редактирование.

Ядгаров Михаил Яковлевич — сбор и обработка материала.

Фещенко Владимир Сергеевич — организация исследования, формулировка заключения.

Authors' contributions:

Zhanna V. Grishina — concept and design of the study, collection and processing of material, writing the article text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Galina A. Makarova — concept and design of the study, writing the article text, editing, approval of the article final version.

Sergey A. Bazanovich — statistical data processing.

Svetlana M. Chernuha — editing.

Mihail Ya. Yadgarov — material collection and processing.

Vladimir S. Feshchenko — study organization, conclusion formulation.

Павлова Анна Александровна — сбор и обработка материала.
Анисимов Евгений Александрович — сбор и обработка материала.

Яшин Тимофей Александрович — редактирование.

Жолинский Андрей Владимирович — формулировка цели и задач, организация исследования.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. Макарова Г.А., Колесникова Н.В., Скибицкий В.В., Барановская И.Б. Диагностический потенциал картины крови у спортсменов. М.: Спорт; 2020. 256 с.
2. Макарова Г.А., Ачкасов Е.Е., Барановская И.Б. Биохимический контроль в спорте: основные направления повышения эффективности. Спортивная медицина: наука и практика. 2017;7(1):46–52.
3. Никулин Б., Родионова И. Биохимический контроль в спорте. М.: Советский спорт; 2011. 232 с.
4. Гунина Л.М., Олейник С.А. Биохимический и гематологический контроль и его значение при разработке схем фармакологической поддержки тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2009;(1):177–193.
5. Nikolaidis M.G., Protosygellos M.D., Petridou A., Tsalis G., Tsigilis N., Mougios V. Hematologic and biochemical profile of juvenile and adult athletes of both sexes: Implications for clinical evaluation. *Int J Sports Med.* 2003;24(7):506–511. <https://doi.org/10.1055/s-2003-42014>
6. Inman L.A., Rennie M.J., Watsford M.L., Gibbs N.J., Green J., Spurrs R.W. Reference values for the creatine kinase response to professional Australian football match-play. *J Sci Med Sport.* 2018;21(8):852–857. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.12.013>
7. Witek K., Ścisłowska J., Turowski D., Lerczak K., Lewandowska-Pachecka S., Pokrywka A. Total bilirubin in athletes, determination of reference range. *Biol Sport.* 2017;34(1):45–48. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2017.63732>
8. Henny J., Vassault A., Boursier G., Vukasovic I., Brguljan P.M., Lohmander M., Thelen M.H., et al. Recommendation for the review of biological reference intervals in medical laboratories. *Clin Chem Lab Med.* 2016;54(12):1893–1900. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0793>
9. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br. J. Sports Med.* 2007;41(10):674–678. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.034041>
10. Banfi G., Del Fabbro M. Serum creatinine values in elite athletes competing in 8 different sports: Comparison with sedentary people. *Clinical Chemistry.* 2006;52(2):330–331. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.061390>
11. Базанович С.А., Гришина Ж.В., Павлова А.А., Фещенко В.С., Ядгаров М. Я. Построение референтных интервалов значений основных биохимических показателей крови спортсменов спортивных сборных команд российской федерации. В: Сборник материалов тезисов XIV международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СПОРТ-МЕД-2019». М.: Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов; 2019, с. 32–33.
12. Ушаков А.А. Использование центильного метода статистики в практике научных исследований. *Успехи современного естествознания.* 2008;(5):150–151.

Anna A. Pavlova — material collection and processing.
Evgeniy A. Anisimov — material collection and processing.

Timofey A. Yashin — editing.

Andrey V. Zholinsky — goals and objectives formulation, study organization.

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

References

1. Makarova G.A., Kolesnikova N.V., Skibitsky V.V., Baranovskaya I.B. Diagnostic potential of blood picture in athletes. Moscow: Sport; 2020. 256 p. (In Russ.).
2. Makarova G.A., Achkasov E.E., Baranovskaya I.B. Biochemical control in sports: the main directions of increasing efficiency. *Sportivnaya medicina nauka i praktika = Sports medicine: research and practice.* 2017;7(1): 46–52 (In Russ.).
3. Nikulin B., Rodionova I. Biochemical control in sports. Moscow: Soviet Sport; 2011. 232 p. (In Russ.).
4. Gunina L.M., Oleinik S.A. Biochemical and hematological control and its importance in the development of pharmacological support schemes for training and competitive activity of athletes. *Nauka v olimpiiskom sporte = Science in Olympic Sport.* 2009;(1):177–193 (In Russ.).
5. Nikolaidis M.G., Protosygellos M.D., Petridou A., Tsalis G., Tsigilis N., Mougios V. Hematologic and biochemical profile of juvenile and adult athletes of both sexes: Implications for clinical evaluation. *Int J Sports Med.* 2003;24(7):506–511. <https://doi.org/10.1055/s-2003-42014>
6. Inman L.A., Rennie M.J., Watsford M.L., Gibbs N.J., Green J., Spurrs R.W. Reference values for the creatine kinase response to professional Australian football match-play. *J Sci Med Sport.* 2018;21(8):852–857. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.12.013>
7. Witek K., Ścisłowska J., Turowski D., Lerczak K., Lewandowska-Pachecka S., Pokrywka A. Total bilirubin in athletes, determination of reference range. *Biol Sport.* 2017;34(1):45–48. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2017.63732>
8. Henny J., Vassault A., Boursier G., Vukasovic I., Brguljan P.M., Lohmander M., Thelen M.H., et al. Recommendation for the review of biological reference intervals in medical laboratories. *Clin Chem Lab Med.* 2016;54(12):1893–1900. <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0793>
9. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br. J. Sports Med.* 2007;41(10):674–678. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.034041>
10. Banfi G., Del Fabbro M. Serum creatinine values in elite athletes competing in 8 different sports: Comparison with sedentary people. *Clinical Chemistry.* 2006;52(2):330–331. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.061390>
11. Bazanovich S.A., Grishina Zh.V., Pavlova A.A., Feshchenko V.S., Yadgarov M.Ya. Development of reference intervals for the values of the main biochemical blood parameters of sports teams athletes from the Russian Federation. Reference intervals construction for the main biochemical blood parameters values in athletes of sports national teams of the Russian Federation. In: Collection of abstracts of the XIV international scientific conference on the state and prospects for medicine development in high-performance sports “SPORTMED-2019”. Moscow: Russian Association for Sports Medicine and Rehabilitation of Sick and Disabled People; 2019, p. 32–33 (In Russ.).
12. Ushakov A.A. Using the centile method of statistics in the practice of scientific research. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya = Advances in current natural sciences.* 2008;(5):150–151 (In Russ.).

Информация об авторах:

Гришина Жанна Валерьевна*, к.б.н., биохимик Кабинета коррекции функционального состояния ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9051-9580> (+7 (916) 727-39-70; grinzanetk@gmail.com)

Макарова Галина Александровна, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» Министерства спорта Российской Федерации, 350015, Россия, Краснодар, микрорайон Центральный, ул. Буденного, 161. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6807-7966>

Базанович Сергей Александрович — младший научный сотрудник организационно-исследовательского отдела ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5504-8122>

Чернуха Светлана Михайловна — старший научный сотрудник НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» Министерства спорта Российской Федерации, 350015, Россия, Краснодар, микрорайон Центральный, ул. Буденного, 161. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5838-7373>

Ядгаров Михаил Яковлевич — младший научный сотрудник организационно-исследовательского отдела ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-1682>

Фещенко Владимир Сергеевич — к.м.н., начальник организационно-исследовательского отдела ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4574-6506>

Павлова Анна Александровна — младший научный сотрудник организационно-исследовательского отдела ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7682-2057>

Анисимов Евгений Александрович — врач по спортивной медицине ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6886-2083>

Яшин Тимофей Александрович — руководитель кабинета коррекции функционального состояния ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6015-4947>

Жолинский Андрей Владимирович — к.м.н., директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761>

Information about the authors:

Zhanna V. Grishina* — M.D., Ph.D. (Biology), biochemist of the Cabinet of functional state correction, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9051-9580>. (+7 (916) 727-39-70; grinzanetk@gmail.com)

Galina A. Makarova — M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Chief Researcher of the Research Institute of Problems of Physical Culture and Sports, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 161, Budyonny str., microdistrict Central, Krasnodar, 350015, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6807-7966>

Sergey A. Bazanovich — Junior Researcher of the Organizational-Research Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5504-8122>

Svetlana M. Chernuha — Senior Researcher, Research Institute of Physical Culture and Sports, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 161, Budyonny str., microdistrict Central, Krasnodar, 350015, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5838-7373>

Mihail Ya.Yadgarov — Junior Researcher of the Organizational-Research Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-1682>

Vladimir S. Feshchenko — M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Organizational-Research Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4574-6506>

Anna A. Pavlova — Junior Researcher of the Organizational-Research Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7682-2057>

Evgeniy A. Anisimov — sports medicine physician of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6886-2083>

Timofey A. Yashin — Head of the Correction sportsmen's performance Department of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6015-4947>

Andrey V. Zholinsky — M.D., Ph.D. (Medicine), Director of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.4>

УДК 612.766

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Биомеханические характеристики плюсневой части стопы пловцов при ходьбе

Р. Васильев, И. А. Васильева, Р. А. Якупов, Р. Ф. Асманов*

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучение характера распределения давления под стопой при ходьбе у пловцов различного возраста и стажа занятий плаванием. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие пловцы возрастом $11,4 \pm 1,9$ года, обою пола, со стажем тренировочных занятий не менее 4 лет ($n = 23$) и мастера спорта по плаванию возрастом $19,3 \pm 1,5$ года со стажем занятий $12,2 \pm 1,3$ года ($n = 23$). В исследовании использовалась подометрическая платформа footscan® фирмы RSscan. Регистрировались кинематические и динамические параметры давления под стопой при естественной ходьбе. Основное внимание уделено показателям контакта с опорой в зонах плюсневой части стопы. Учитывалось пиковое значение давления в каждой плюсневой зоне и время его достижения. **Результаты.** В ходе исследования выявлен порядок проявления максимальных значений давления под плюсневыми зонами, который определяется последовательностью: пятая, четвертая, первая, третья и вторая плюсневая зона. Выяснилось, что у спортсменов младшего возраста поперечный свод стопы при ходьбе претерпевает относительно большую нагрузку, чем у старших. При возрастном отличии профиля загруженности плюсневых зон отмечены относительно высокие значения в зонах второй и третьей плюсны в обеих группах. **Заключение:** стопа пловца испытывает значимую профессиональную трансформацию, связанную со специфической спортивной деятельностью, что диктует необходимость внедрения в спортивную подготовку определенных профилактических и корригирующих мероприятий.

Ключевые слова: стопа, ходьба, нагрузка, плюсневые зоны, пловцы

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Васильев Р., Васильева И.А., Якупов Р.А., Асманов Р.Ф. Биомеханические характеристики плюсневой части стопы пловцов при ходьбе. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(4):76–84. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.4>

Поступила в редакцию: 07.12.2020

Принята к публикации: 25.12.2020

Online first: 27.01.2020

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

Biomechanical characteristics of the metatarsal part of the foot in swimmers in walking

Radivoj Vasiljev, Irina A. Vasiljeva, Radik A. Yakupov, Rustam F. Asmanov*

Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

ABSTRACT

Objective: to investigate the characteristics of the distribution of pressure under the foot during walking in swimmers of various ages and experience. **Materials and methods.** The study involved swimmers aged 11.4 ± 1.9 years, of both sexes, with at least 4 years of training experience ($n = 23$) and masters of sports in swimming, 19.3 ± 1.5 years old with 12.2 ± 1.3 years of experience ($n = 23$). The study used a podometric footscan® platform from RSscan company. Kinematic and dynamic parameters of pressure under the foot during natural walking were recorded. The focus was on the indicators of contact with the support in the zones of the metatarsal part of the foot. The peak pressure value in each metatarsal zone and the time to reach it were taken into account. **Results.** In the course of the study, the order in which the maximum pressure under the metatarsal zones manifests was understood, which appeared in a sequence: fifth, fourth, first, third and second metatarsal zones. It was found that in young athletes the transverse arch of the foot during walking undergoes a relatively greater load than in older athletes. Moreover, relatively high values were noted in the zones of the second and third metatarsals in both age groups. **Conclusions:** the swimmer's foot experiences a significant professional transformation associated with specific sports activities, which dictates the need to introduce certain preventive and corrective measures into sports training.

Keywords: foot, gait, load, metatarsal zones, swimmers

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

For citation: Vasiljev R., Vasiljeva I.A., Yakupov R.A., Asmanov R.F. Biomechanical characteristics of the metatarsal part of the foot in swimmers in walking. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):76–84 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.4>

Received: 7 December 2020

Accepted: 25 December 2020

Online first: 27 January 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

При нахождении тела человека в водной среде отмечается снижение осевой нагрузки на опорно-двигательный аппарат [1], уменьшение массы тела и, как следствие, снижение мышечной активности нижних конечностей [2]. Техника выполнения плавательных движений ногами, независимо от используемого стиля, состоит в основном из внутреннего вращения, подошвенного сгибания голеностопного сустава и инверсии, в то время как колено остается в легком сгибании. Этот тип движений вызывает мышечную слабость в голеностопном суставе и способствует пронации стопы [3]. Такой вид спорта, как плавание, обеспечивает мало дополнительных остеогенных стимулов сверх тех, которые получены главным образом от деформации кручения, оказываемой на кости под влиянием мышечных сокращений [4, 5].

При ходьбе для нижней конечности важно распределять и рассеивать компрессионные, растягивающие, сдвигающие и вращающие силы во время фазы опоры. Неадекватное распределение этих сил может вызвать повышенный стресс и риск разрушения соединительной и мышечной ткани [6]. Обнаружено, что у детей в раннем возрасте влияние физической нагрузки отражается на изменении параметров давления под стопой. Физически менее активные дети генерируют более высокое подошвенное давление в определенных областях стопы, в частности под 2–5-м пальцами, и если оно чрезмерно, может являться препятствием к их желанию участвовать в физической активности [7].

Чрезмерная нагрузка на ноги считается фактором, способствующим усталостным переломам костей плюсневой кости, что естественным образом может ограничить тренировочную способность человека и достижение им высоких спортивных результатов [8, 9]. Предполагается, что физиологическая усталость при напряженных или повторяющихся упражнениях снижает скорость и силу сокращения подошвенных сгибателей, увеличивая тем самым напряжение плюсневой кости в цикле ходьбы, и этот механизм является основной причиной стрессовых переломов этих костей [8]. Эффективное взаимодействие мышц, костей, связок и нормальной биомеханики стопы будет выражаться в снижении нагрузки на нижнюю конечность [6].

Характер и интенсивность воздействия нагрузки на стопу отражается в специфике распределения давления под стопой спортсменов, и от нее требуется прикладывать силу к опоре во время выполнения таких

спортивных задач, как бег и прыжки [10]. Известно, что на область стопы приходится примерно 15 % травм нижних конечностей баскетболистов [11]. У игроков настольного тенниса при выполнении шага в сторону и перекрестного шага отмечается значительное пиковое давление в плюсневой зоне: в зоне большого пальца, 1-й, 2-й и 5-й плюсневой кости [9]. У атлетов после 25-километровой тренировочной беговой нагрузки значительно снижается нагрузка под пальцами (до 30 %) и в средней части стопы (до 14 %), но существенно увеличивается нагрузка под центральной передней частью стопы (до 14 %) [12].

Исследование влияния тренировочных нагрузок на стопу пловца показало, что после плавательной тренировки площадь взаимодействия стопы с опорой в положении стоя значительно увеличивается, при этом давление под плюсневой зоной также увеличивается [13]. Выявлено, что для пловцов характерно демонстрировать низкий свод стопы, при этом индекс свода стопы значительно отличается у спортсменов различной специализации [14].

Цель исследования. Целью нашего исследования являлось изучение характера распределения давления под стопой при ходьбе у пловцов различного возраста и стажа занятий плаванием. В частности, наше внимание было уделено плюсневой зоне спортсменов.

2. Материал и методы

В исследовании приняли участие пловцы в возрасте $11,4 \pm 1,9$ года, 2-го разряда (младшая группа — МГ), со стажем тренировочных занятий не менее 4 лет ($n = 23$), и мастера спорта по плаванию в возрасте $19,3 \pm 1,5$ года (старшая группа — СГ), со стажем занятий плаванием $12,2 \pm 1,3$ года ($n = 23$).

В исследовании использовалась подометрическая платформа footscan® фирмы RSscan, площадью $418 \times 578 \times 12$ мм, собственной рабочей частотой 300 Гц (4096 резистентных датчиков, размером $7,62 \times 5,08$ мм, разрешением 10 бит, давление в диапазоне 1–127 Н/см²). Регистрировались кинематические и динамические параметры давления под стопой при естественной ходьбе.

Эксперимент проводился на базе Учебно-научного центра подготовки спортивного резерва Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, г. Казань. Спортсмены выполняли ходьбу босиком по дорожке, наступая на вмонтированную в нее подометрическую платформу. Испытуемые выполняли поочередные шаги, наступая на платформу правой,

а затем левой ногой. Перед тестированием спортсменам давалась возможность несколько раз пройтись по дорожке и подобрать оптимальное расстояние для шага по платформе. Для получения более точной картины нагрузки при выполнении шагающих движений мы руководствовались рекомендациями J.M.A. Melvin [15] и регистрировали не менее 30 шагов каждой ногой. Пример регистрации контакта с платформой представлен на рисунке 1.

Под стопой регистрировалась нагрузка в различных зонах. Наше внимание было сосредоточенно

на показателях контакта с подометрической платформой в зонах плюсневой части стопы: первая — M1, вторая — M2, третья — M3, четвертая — M4 и пятая — M5. При анализе данных учитывалось пиковое значение давления в каждой плюсневой зоне и время его достижения.

На рисунке 2 в виде прямоугольников представлены места регистрации максимальных значений в каждой из плюсневых зон стопы. Диаграмма в правой части рисунка отображает прирост силы давления с момента контакта стопы в определенной зоне, ее рост и убывание.

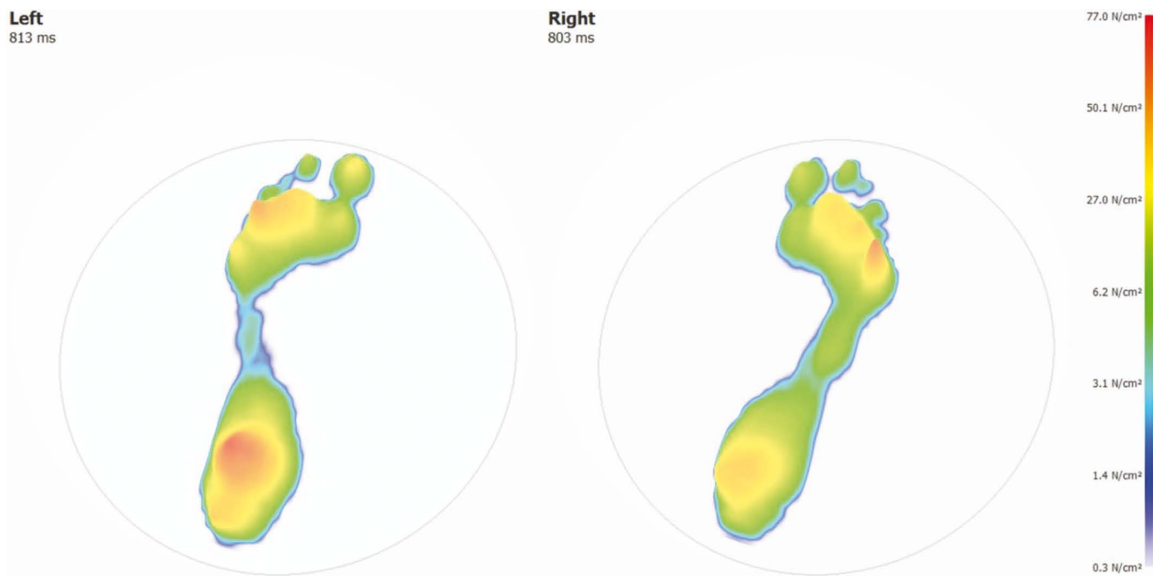


Рис. 1. Пример 3D-распределения нагрузок под стопой при ходьбе
Fig. 1. Example of 3D load distribution under the foot when walking

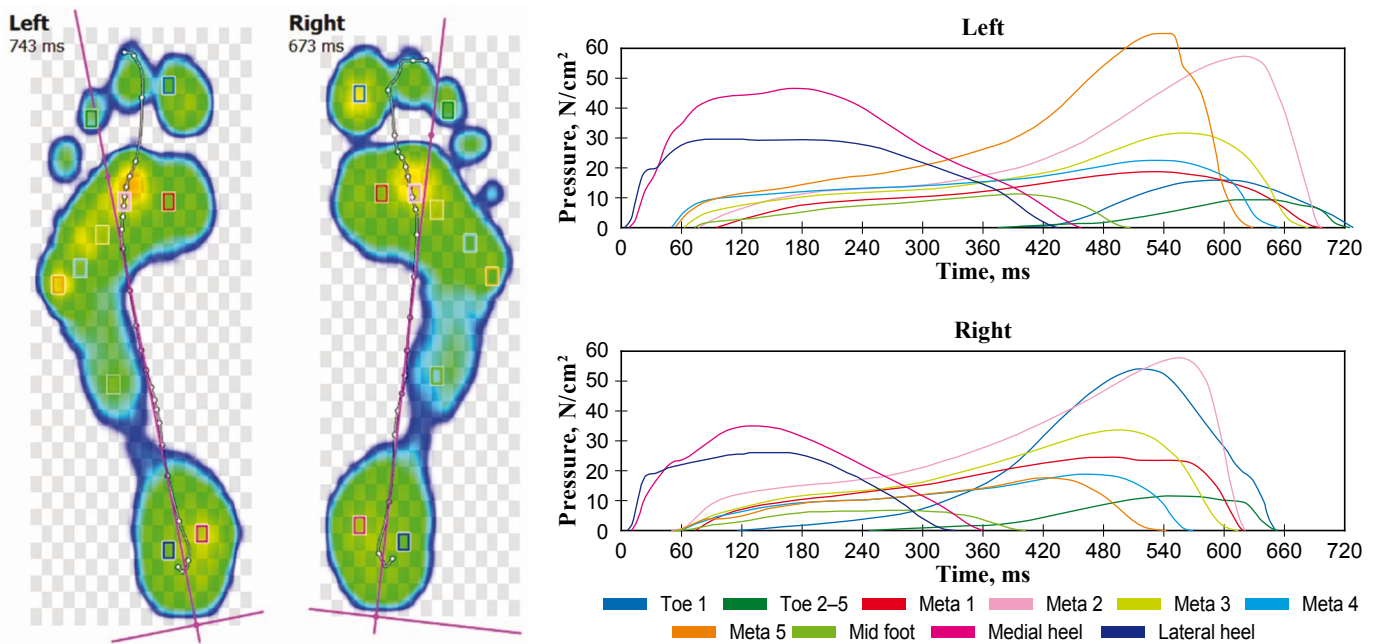


Рис. 2. Распределение нагрузки по зонам под стопой
Fig. 2. Load distribution by zones under the foot

При анализе результатов рассматривали как абсолютные, так и относительные параметры загруженности стопы с учетом веса испытуемых. При оценке результатов исследования использовались стандартная статистическая обработка, корреляционный и двухфакторный дисперсионный анализ, модель которого учитывал влияние принадлежности к группе и полу спортсменов. Перед выполнением дисперсионного анализа проводилась проверка результатов на нормальность распределения по критериям Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилка, а также критерии асимметрии и эксцесса.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Объединенный статистический анализ пловцов в обеих группах ($n = 46$) показал, что распределение нагрузки между зонами стопы достоверно отличается и оно больше всего расположено в зонах М2 и М3 соответственно, во второй и третьей плюсневых зонах стопы. Зоны М1, М4 и М5 между собой по параметрам нагрузки значимо не отличаются, но по силе давления по отношению к плюсам М2 и М3 они статистически достоверно уступают ($p < 0,01$). Самая большая нагрузка при ходьбе оказалась под второй плюсной, и по сравнению с третьей ее значения значимо выше ($p < 0,01$).

Рассматривая временные показатели проявления нагрузки под стопой в ходьбе, установили, что существует определенная ее последовательность, которая начинает свой путь с латеральной стороны М5, переходит на М4, далее М1, затем на М3 и завершается в зоне М2 (указано стрелками на рисунке 3).

В таблице 1 отображены результаты загруженности стопы пловцов обеих групп по плюсневым зонам. Статистический анализ показал, что между пловцами МГ и СГ существуют статистически значимые отличия по абсолютным значениям давления только в зонах М1 (* $F = 5,64, p < 0,021$) и М2 (* $F = 6,33, p < 0,015$).

Замечено, что у СГ в зоне М2 давление имеет большие значения по сравнению с МГ, но, с другой стороны, нагрузка в зоне М1 у МГ больше, чем у СГ.

Рассматривая загруженность плюсневых костей по максимальным значениям приложенной силы на площадь, находим, что между группами существует значимые отличия в порядке степени нагрузки плюсневых зон. В СГ максимальные значения давления идут в следующем порядке, по убыванию — М2:М3:М5:М1:М4. В МГ — М2:М3:М1:М4:М5. Как мы видим, большая степень загруженности в обеих группах принадлежит

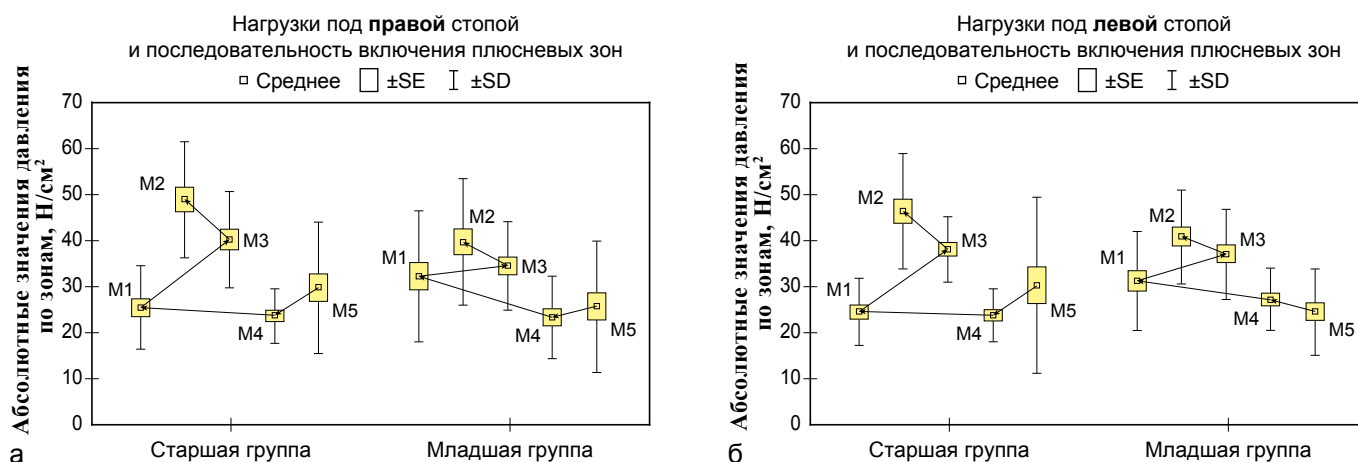


Рис. 3. Последовательность включения зон расположения плюсневых костей при ходьбе под правой и левой стопами
Fig. 3. The inclusion sequence of the zones of the metatarsal bones when walking under the right foot and under the left foot

Таблица 1

Абсолютные значения распределения нагрузки под стопой в плюсневых зонах

Table 1

Absolute values of the load distribution under the foot in the metatarsal zones

		M1 ($X \pm \sigma$)	M2 ($X \pm \sigma$)	M3 ($X \pm \sigma$)	M4 ($X \pm \sigma$)	M5 ($X \pm \sigma$)
СГ / Senior group	Левая (Н/см²) / Left (N/cm²)	24,6 ± 7,2	46,4 ± 12,5**	38,2 ± 7,1	23,8 ± 5,7	30,4 ± 19,1
	Правая (Н/см²) / Right (N/cm²)	25,5 ± 9,1	48,8 ± 12,8**	40,3 ± 10,4	23,8 ± 6,0	29,9 ± 14,3
МГ / Younger group	Левая (Н/см²) / Left (N/cm²)	31,3 ± 10,7*	40,9 ± 10,2	37,1 ± 9,8	27,3 ± 6,8	24,6 ± 9,3
	Правая (Н/см²) / Right (N/cm²)	32,3 ± 14,2*	39,8 ± 13,8	34,6 ± 9,5	23,4 ± 8,9	25,8 ± 14,2

Достоверное отличие: * $p < 0,021$; ** $p < 0,015$.
Significant difference: * $p < 0,021$; ** $p < 0,015$.

2-й и 3-й плюсневым зонам, но далее в СГ зона М5 больше нагружена, чем зоны М1 и М4, а в МГ нагрузка в зоне М1 больше, чем М4 и М5 (рис. 3а и б).

Однофакторный дисперсионный анализ абсолютных значений между полами обеих групп не показал статистически значимых различий. При проведении двухфакторного анализа (влияние пола и возраста) также не обнаружилось статистически значимое отличие. Анализируя относительные значения показателей у девушек и юношей обеих групп, выяснили, что они имеют значимый характер отличия в зоне М2 обеих стоп (левая $p < 0,048$, правая $p < 0,01$, табл. 2, рис. 4). В зоне М1 значимые различия обнаружены только под правой ногой ($p < 0,047$). Вполне возможно, данные отличия можно объяснить анатомо-морфологическими особенностями

стопы. Известно, что стопа у женской популяции эластичней, относительно уже, а подъем выше по отношению к мужской стопе [16].

При сравнении относительных значений давления под стопой между группами обнаружались достоверные различия во всех плюсневым зонах стопы (табл. 3). На рисунке 5 представлены показатели давления под правой и левой стопой в каждой группе и значения их статистического отклонения. Большой разброс — дисперсию полученных данных — можно объяснить возрастным диапазоном испытуемых в исследуемых группах.

Рассматривая характер распределения давления под стопой в младшей группе, можно заметить отдельное группирование значений давления в плюсневым зонах медиальной (М1:М2:М3) и латеральной части

Таблица 2

Результаты сравнения по половому признаку

Table 2

Comparison results by gender

		M1	M2	M3	M4	M5
Девушки / Юноши Girls / Young men	Левая / Left	-	$p < 0,048$	-	-	-
	Правая / Right	$p < 0,047$	$p < 0,01$	-	-	-

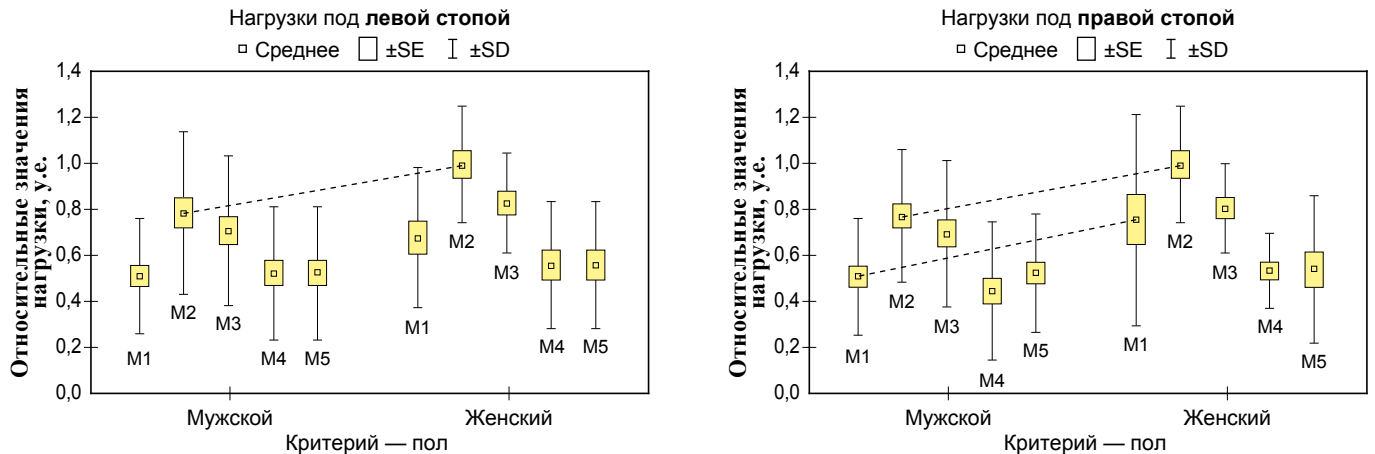


Рис. 4. Результаты сравнения по половому признаку относительно веса загрузки плюсневых костей при ходьбе (линии на рисунке обозначают контакт между зонами, и они статистически значимо отличаются)

Fig. 4. Comparison results by gender in relation to the weight of the metatarsal bones load when walking (the lines indicate the contact between the zones, and they are statistically significantly different)

Таблица 3

Уровень значимости различий между группами при сравнении относительных значений давления под стопой

Table 3

Significance level of differences between groups when comparing relative values of pressure under the foot

		M1	M2	M3	M4	M5
СГ/ МГ Senior group / Younger group	Левая / Left	$p < 0,000$	$p < 0,000$	$p < 0,000$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
	Правая / Right	$p < 0,001$	$p < 0,002$	$p < 0,000$	$p < 0,000$	$p < 0,009$

(M4:M5) стопы, при этом медиальная сторона имеет большие значения, чем латеральная. В старшей же группе пловцов распределение давления имеет медиально-латеральный, стабильный характер. Необходимо отметить, что в СГ самое меньшее значение приходится на зону M1, тогда как для нормальной стопы из всех плюсневых зон именно зона первой плюсны должна иметь максимальное значение. Большие значения, обнаруженные в зонах M1:M2:M3 младшей группы, по отношению к старшей группе указывают на неоконченный процесс развития опорно-двигательного аппарата.

При группировании показателей по гендерному признаку было выявлено статистически значимое отличие между мальчиками МГ и юношами СГ (т.е. между пловцами с небольшим и большим стажем спортивных тренировок, с низким и высоким уровнем мастерства), и эти различия касались всех зон плюсневой части стопы (табл. 4). У спортсменок статистически значимые отличия загруженности проявили себя с большим запасом только в зонах M1 и M3, а также под правой стопой в M4.

На рисунке 6 отображены результаты двухфакторного дисперсионного анализа (пол — разряд), где можно заметить, что по отношению к другим исследуемым группам показатели нагрузки у юношей СГ имеют скудный характер и меньшие значения. Это может быть связано с более широкой стопой у представителей

старшей мужской популяции, более равномерным распределением нагрузки под стопой и небольшим размером стопы как у младшей группы, так и у девушек, у которых она в передней части уже [4].

Также можем отметить, что в СГ пловцы обоих полов в зоне M1 имеют нагрузку меньше, чем у мальчиков и девочек МГ. Дети младшей группы находятся в процессе интенсивного развития, и стопа находится в процессе формирования и роста. Кроме этого, специфика плавания требует дополнительного приспособления, адаптации стопы в процессе многолетней работы в условиях водной среды, что отражается в увеличении степени подвижности, распластности переднего отдела стопы. Наряду с этим при ходьбе у детей с еще не оформленной стопой динамика загруженности зон стоп требует специфичной адаптации, что, скорее всего, приводит к модели старшей группы.

4. Выводы

1. В ходьбе при контакте плюсневой части стопы с опорой порядок проявления максимальных значений давления происходит в следующей последовательности: M5, M4, M1, M3 и M2.

2. При ходьбе поперечный свод у спортсменов младшего возраста претерпевает относительно большую нагрузку, чем у старших.

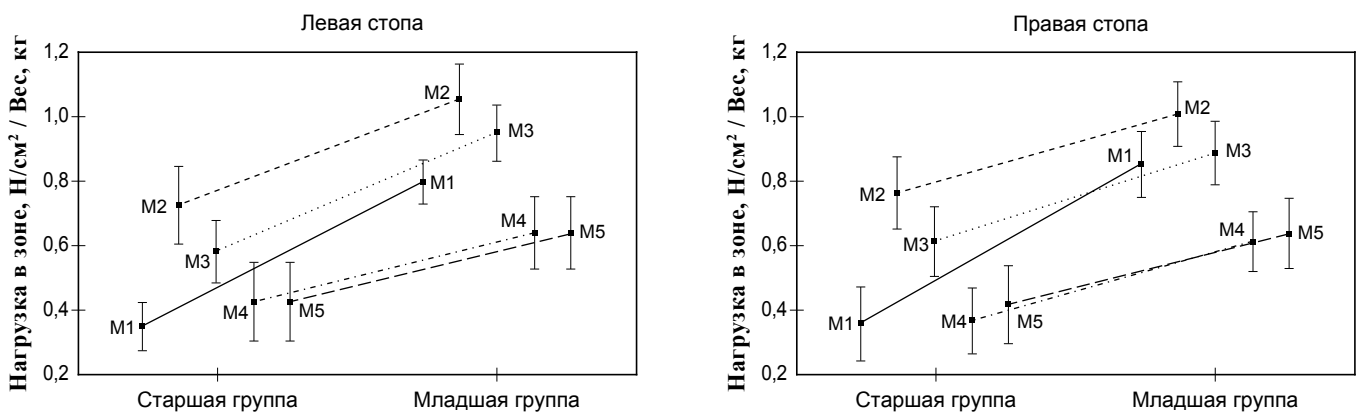


Рис. 5. Результаты сравнения по возрастному признаку относительно веса тела и загруженности плюсневых зон стопы при ходьбе

Fig. 5. Comparison results by age relative to body weight and metatarsal zones load when walking

Таблица 4

Уровень значимости различий между сравниваемыми группами по зонам. Критерий — спортивный разряд и пол

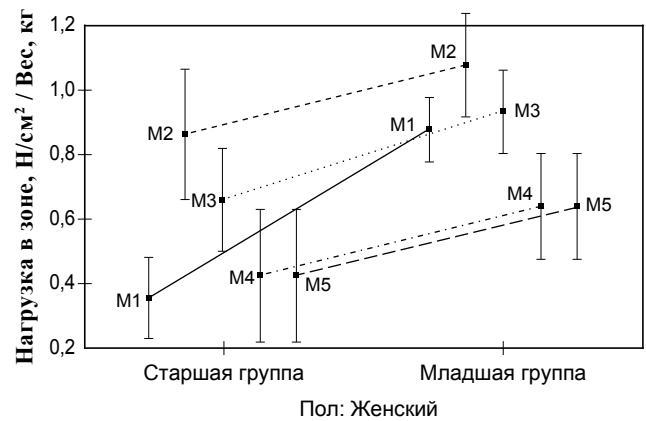
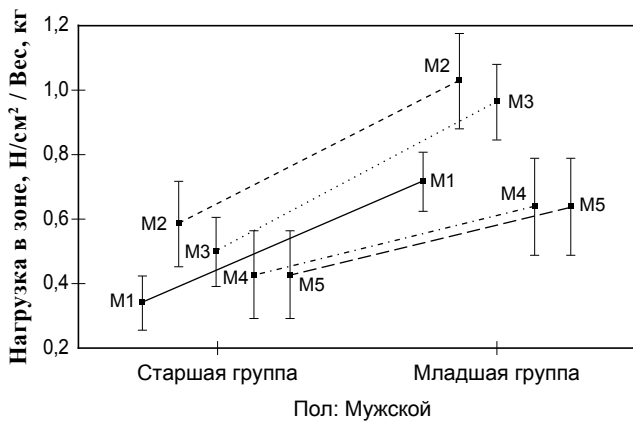
Table 4

The significance level of differences between groups by zone. The criterion is sports category and gender

		M1	M2	M3	M4	M5
Девушки МГ/СГ Girls Younger group / Senior group	Левая / Left	$p < 0,000$	-	$p < 0,005$	-	-
	Правая / Right	$p < 0,000$	-	$p < 0,0031$	$p < 0,008$	-
Юноши МГ/СГ Young men Younger group / Senior group	Левая / Left	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0002$	$p < 0,048$	$p < 0,048$
	Правая / Right	$p < 0,0001$	$p < 0,001$	$p < 0,0015$	$p < 0,005$	$p < 0,026$

Двухфакторный дисперсионный анализ — ПОЛ * РАЗРЯД

Левая стопа



Двухфакторный дисперсионный анализ — ПОЛ * РАЗРЯД

Правая стопа

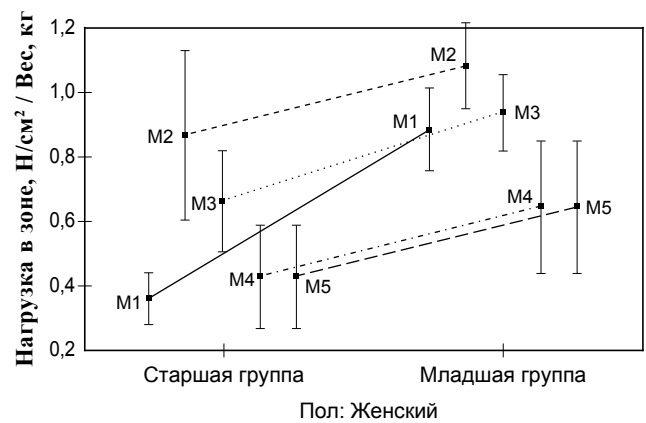
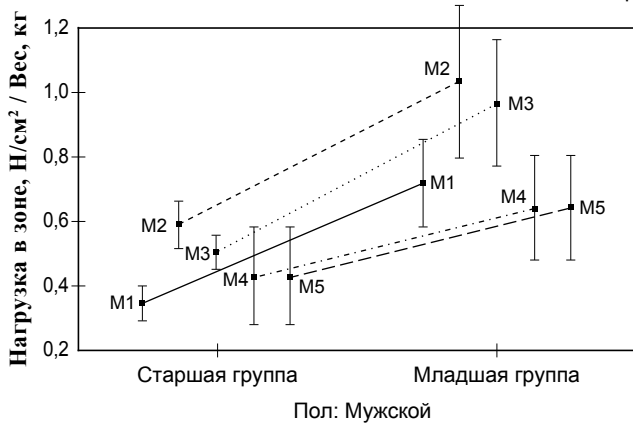


Рис. 6. Результаты сравнения по признаку «пол — возраст» относительно веса тела и загруженности плюсневых зон стопы при ходьбе
Fig. 6. Comparison results by gender-age relative to body weight and metatarsal zones load when walking

3. Степень загруженности зон плюсны имеет следующий ряд по убыванию: у группы мастеров — M2, M3, M5, M1, M4; в младшей группе пловцов — M2, M3, M1, M4, M5. Самые высокие значения находятся в зонах второй и третьей плюсны.

Таким образом, стопа пловцов испытывает значимую профессиональную трансформацию, связанную со специфической спортивной деятельностью, что диктует необходимость внедрения в спортивную подготовку определенных профилактических и корригирующих мероприятий. Это должны быть как комплексы специальных упражнений по укреплению свода стопы, внедренные в регулярный тренировочный процесс, так и индивидуальный подбор обуви и стелек. В особых

случаях коррекция должна включать и медико-биологические методы, направленные на улучшение работы опорно-двигательного аппарата и нервной системы спортсменов.

Необходимо учесть важность проведения подобных мероприятий на всех этапах спортивной подготовки, включая этап начальной подготовки, поскольку очевидные изменения стопы наблюдаются даже у юных спортсменов.

Также следует отметить, что эффективность указанных профилактических и корригирующих мероприятий должна обязательно отслеживаться путем организации мониторинга состояния стопы на основе использования современных подометрических платформ.

Вклад авторов:

Васильев Радивой — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста статьи, статистическая обработка данных, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Васильева Ирина Александровна — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста статьи.

Authors' contributions:

Radivoj Vasiljev — concept and design of the study, collection and processing of material, writing the article text, statistical data processing, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Irina A. Vasiljeva — concept and design of the study, collection and processing of material, writing the article text.

Якупов Радик Альбертович — концепция и дизайн исследования, написание текста статьи.

Асманов Рустам Флюрович — обработка материала, написание текста статьи.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. Fantozzi S., Cortesi M., Giovanardi A., Borra D., Di Michele R., Gatta G. Effect of walking speed during gait in water of healthy elderly. *Gait Posture*. 2020;82:6–13. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.08.112>
2. Liebenberg J., Scharf J., Forrest D., Dufek J.S., Masumoto K., Mercer J.A. Determination of muscle activity during running at reduced body weight. *J Sports Sci*. 2011;29(2):207–214. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.534806>
3. Aspenes S.T., Karlsen T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Med*. 2012;42(6):527–543. <https://doi.org/10.2165/11630760-000000000-00000>
4. Rantalainen T., Nikander R., Heinonen A., Suominen H., Sievänen H. Direction-specific diaphyseal geometry and mineral mass distribution of tibia and fibula: A pQCT study of female athletes representing different exercise loading types. *Calcif Tissue Int*. 2010;86(6):447–454. <https://doi.org/10.1007/s00223-010-9358-z>
5. Rector R.S., Rogers R., Ruebel M., Hinton P.S. Participation in road cycling vs running is associated with lower bone mineral density in men. *Metabolism*. 2008;57(2):226–232. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2007.09.005>
6. Wolf S.L., Donatelli R. *The Biomechanics of the foot and ankle*. 2nd ed. Philadelphia: F.A. Davis; 1995.
7. Mickle K., Cliff D., Steele J., Munro B., Okley A. Are plantar pressures related to the daily physical activity levels in pre-school children? *J Sci Sport*. 2005;8(1):177. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(17\)30800-9](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(17)30800-9)
8. Sharkey N., Ferris L., Smith T., Matthews D. Strain and loading of the second metatarsal during heel-lift. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(7):1050–1057. <https://doi.org/10.2106/00004623-199507000-00011>
9. Wing-Kai Lam, Jia-Xing Fan, Yi Zheng, Winson Chiu-Chun Lee. Joint and plantar loading in table tennis topspin forehand with different footwork. *Eur J Sport Sci*. 2019;19(4):471–479. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1534993>
10. Wannop J.W., Stefanyshyn D.J., Anderson R., Coughlin M., Kent R. Development of a footwear sizing system in the National Football League. *Sports Health*. 2019;11(1):40–46. <https://doi.org/10.1177/1941738118789402>
11. Meeuwisse W.H., Sellmer R., Hagel B.E. Rates and Risks of Injury during Intercollegiate Basketball. *Am J Sports Med*. 2003;31(3):379–385. <https://doi.org/10.1177/03635465030310030901>
12. Rosenbaum D., Engl T., Nagel A. Effects of a fatiguing long-distance run on plantar loading during barefoot walking and shod running. *Footwear Science*. 2016;8(3):129–137. <https://doi.org/10.1080/19424280.2016.1157103>
13. Васильева И.А., Васильев Р., Смирнова Т.А. Влияние тренировочных занятий на биомеханические параметры вестибулярного аппарата пловцов. В: Научно-практические школы в сфере физической культуры и спорта: Материалы Международного научно-практического конгресса, посвященного 100-летию ГЦОЛИФК. М.: РГУФКСМиТ; 2018, с. 18–21.

Radik A. Yakupov — concept and design of the study, writing the article text.

Rustam F. Asmanov — processing of material, writing the article text.

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

References

1. Fantozzi S., Cortesi M., Giovanardi A., Borra D., Di Michele R., Gatta G. Effect of walking speed during gait in water of healthy elderly. *Gait Posture*. 2020;82:6–13. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.08.112>
2. Liebenberg J., Scharf J., Forrest D., Dufek J.S., Masumoto K., Mercer J.A. Determination of muscle activity during running at reduced body weight. *J Sports Sci*. 2011;29(2):207–214. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.534806>
3. Aspenes S.T., Karlsen T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Med*. 2012;42(6):527–543. <https://doi.org/10.2165/11630760-000000000-00000>
4. Rantalainen T., Nikander R., Heinonen A., Suominen H., Sievänen H. Direction-specific diaphyseal geometry and mineral mass distribution of tibia and fibula: A pQCT study of female athletes representing different exercise loading types. *Calcif Tissue Int*. 2010;86(6):447–454. <https://doi.org/10.1007/s00223-010-9358-z>
5. Rector R.S., Rogers R., Ruebel M., Hinton P.S. Participation in road cycling vs running is associated with lower bone mineral density in men. *Metabolism*. 2008;57(2):226–232. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2007.09.005>
6. Wolf S.L., Donatelli R. *The Biomechanics of the foot and ankle*. 2nd ed. Philadelphia: F.A. Davis; 1995.
7. Mickle K., Cliff D., Steele J., Munro B., Okley A. Are plantar pressures related to the daily physical activity levels in pre-school children? *J Sci Sport*. 2005;8(1):177. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(17\)30800-9](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(17)30800-9)
8. Sharkey N., Ferris L., Smith T., Matthews D. Strain and loading of the second metatarsal during heel-lift. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(7):1050–1057. <https://doi.org/10.2106/00004623-199507000-00011>
9. Wing-Kai Lam, Jia-Xing Fan, Yi Zheng, Winson Chiu-Chun Lee. Joint and plantar loading in table tennis topspin forehand with different footwork. *Eur J Sport Sci*. 2019;19(4):471–479. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1534993>
10. Wannop J.W., Stefanyshyn D.J., Anderson R., Coughlin M., Kent R. Development of a footwear sizing system in the National Football League. *Sports Health*. 2019;11(1):40–46. <https://doi.org/10.1177/1941738118789402>
11. Meeuwisse W.H., Sellmer R., Hagel B.E. Rates and Risks of Injury during Intercollegiate Basketball. *Am J Sports Med*. 2003;31(3):379–385. <https://doi.org/10.1177/03635465030310030901>
12. Rosenbaum D., Engl T., Nagel A. Effects of a fatiguing long-distance run on plantar loading during barefoot walking and shod running. *Footwear Science*. 2016;8(3):129–137. <https://doi.org/10.1080/19424280.2016.1157103>
13. Vasil'eva I.A., Vasil'ev R., Smirnova T.A. The impact of training on biomechanical parameters of the vestibular apparatus of swimmers. In: Materials of the International Scientific and Practical Congress dedicated to the 100th anniversary of the SCOLPE. Moscow: SCOLPE; 2018, p. 18–21 (In Russ.).

14. Kobayashi T., Takabayashi T., Kudo S., Edama M. The prevalence of chronic ankle instability and its relationship to foot arch characteristics in female collegiate athletes. *Phys Ther Sport*. 2020;46:162–168. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.09.002>

15. Melvin J.M. A., Preece S., Nester C.J., Howard D. An investigation into plantar pressure measurement protocols for footwear research. *Gait Posture*. 2014;40(4):682–687. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.07.026>

16. Luo G., Houston V.L., Mussman M., Garbarini M., Beattie A.C., Thongpop C. Comparison of Male and Female Foot Shape. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2009;99(5):383–390. <https://doi.org/10.7547/0990383>

14. Kobayashi T., Takabayashi T., Kudo S., Edama M. The prevalence of chronic ankle instability and its relationship to foot arch characteristics in female collegiate athletes. *Phys Ther Sport*. 2020;46:162–168. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.09.002>

15. Melvin J.M. A., Preece S., Nester C.J., Howard D. An investigation into plantar pressure measurement protocols for footwear research. *Gait Posture*. 2014;40(4):682–687. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.07.026>

16. Luo G., Houston V.L., Mussman M., Garbarini M., Beattie A.C., Thongpop C. Comparison of Male and Female Foot Shape. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2009;99(5):383–390. <https://doi.org/10.7547/0990383>

Информация об авторах:

Васильев Радивой* — к.пед.н., старший научный сотрудник Учебно-научного центра подготовки спортивного резерва ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 420010, Россия, Казань, Деревня Универсиады, 35. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6563-0199> (+7 (927) 410-41-27; radivojv@gmail.com)

Васильева Ирина Александровна — к.пед.н., старший преподаватель кафедры плавания ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 420010, Россия, Казань, Деревня Универсиады, 35. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2640-5818> (tisa@mail.ru)

Якупов Радик Альбертович — д.м.н., профессор, директор Учебно-научного центра технологий подготовки спортивного резерва ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 420010, Россия, Казань, Деревня Универсиады, 35. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-5729> (r.a.yakupov@gmail.com)

Асманов Рустам Флюрович — спортивный врач Учебно-научного центра подготовки спортивного резерва ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 420010, Россия, Казань, Деревня Универсиады, 35. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0058-0968> (asmanvrustam@mail.ru)

Information about the authors:

Radivoj Vasiljev* — Ph.D. (Biomechanics), Senior Researcher of the Educational and Scientific Center for the Training of Sports Reserve, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, 33, Universiade Village, Kazan, 420138, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6563-0199> (+7 (927) 410-41-27, radivojv@gmail.com)

Irina A. Vasiljeva — Ph.D. (Pedagogy), Senior teacher of the department of swimming, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, 33, Universiade Village, Kazan, 420138, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2640-5818> (tisa@mail.ru)

Radik A. Yakupov — M.D., Ph.D. (Medicine), Professor, Director of the Educational and Scientific Center for the Training of Sports Reserve, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, 33, Universiade Village, Kazan, 420138, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-5729> (r.a.yakupov@gmail.com)

Rustam F. Asmanov — sports doctor of the Educational and Scientific Center for the Training of Sports Reserve, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, 33, Universiade Village, Kazan, 420138, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0058-0968> (asmanvrustam@mail.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.10>

УДК: 613.72

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Длительность формирования функциональной устойчивости к неспецифической аэробной нагрузке у борцов

А.Е. Чиков^{1,*}, А.Н. Павлова^{1,2}, А.В. Наумов¹, Д.С. Медведев^{1,3}

¹ ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, Ленинградская область, Россия

² ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена» Министерства просвещения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить длительность формирования функциональной устойчивости к неспецифической аэробной нагрузке у борцов. **Материалы и методы.** В исследовании принимали участие 19 спортсменов, занимающихся единоборствами, среднего возраста 23 ± 3 года. Уровень квалификации испытуемых варьировался от 1-го спортивного разряда до звания мастера спорта. В течение 4 недель был организован цикл спортивных тренировок. Каждая тренировка представляла собой равномерную беговую нагрузку длительностью 40 минут на скорости, соответствующей уровню порога анаэробного обмена (ПАНО). Анализировали показатели: длительность выхода на уровень ПАНО по частоте сердечных сокращений (ЧСС), мощность низкочастотной и высокочастотной составляющей спектра вариабельности сердечного ритма. **Результаты.** Проявление эффекта срочной адаптации в виде увеличения длительности достижения ЧСС_{ПАНО} с 29 до 32 мин и увеличение показателей регуляции вегетативной нервной системы (ВНС) за счет увеличения общей мощности спектра наблюдается на третий день тренировочного цикла. С третьего по девятый день исследования наступает утомление судя по снижению $t_{\text{ПАНО}}$ до 21 минуты, а также снижение высокочастотной части спектра регуляции ВНС. Срочная адаптация заканчивается к 9-му дню наблюдений, после четырех высокоинтенсивных тренировок, что проявляется в стабилизации регуляции сердечного ритма, ВНС переходит с рефлекторного уровня на более низкий — гуморально-метаболический. Время достижения ЧСС_{ПАНО} стабилизируется на уровне 21–23 минуты. **Выводы.** Функциональная устойчивость к неспецифической аэробной нагрузке у единоборцев сформировалась к двадцать седьмому дню исследования после десяти высокоинтенсивных аэробных тренировок, что подтверждается результатами динамики времени ЧСС_{ПАНО} и спектральным анализом ВРС.

Ключевые слова: функциональная устойчивость, порог анаэробного обмена, вариабельность сердечного ритма

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Чиков А.Е., Павлова А.Н., Наумов А.В., Медведев Д.С. Длительность формирования функциональной устойчивости к неспецифической аэробной нагрузке у борцов. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2020;10(4):85–90. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.10>

Поступила в редакцию: 25.11.2020

Принята к публикации: 21.12.2020

Online first: 10.03.2021

Опубликована: 11.03.2021

* Автор, ответственный за переписку

Duration of functional stability to non-specific aerobic load in wrestlers

Alexander E. Chikov^{1,*}, Anna N. Pavlova^{1,2}, Alexey V. Naumov¹, Dmitriy S. Medvedev^{1,3}

¹ Occupational Pathology and Human Ecology Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, Leningrad region, Russia

² Herzen university of Russia, Saint Petersburg, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Objective: study the duration of establishment of functional stability to non-specific stress in wrestlers. **Materials and Methods.** Nineteen athletes in martial arts, mid-age 23 ± 3 years of age, participated in the study. The qualification level of the subjects ranged from first sport grade to Master of Sport. A series of sports training was organized within 4 weeks. Each train consisted of a smooth-running load of 40 minutes at a speed corresponding

to the anaerobic exchange threshold (AET). The indicators of the duration of reaching the AET level by heart rate (HR), the power of the low frequency and high frequency component of the spectrum were analyzed. **Results.** The effect of urgent adaptation, in the form of an extension of the duration the heart rate on the anaerobic threshold level from 29 to 32 minutes and the increase in the regulation of vegetative nervous system by increasing the total power of the spectrum observed on the third day of the training cycle. From the third to ninth days of the study, fatigue occurs, as can be seen from the lowering of the anaerobic threshold time to 21 minutes, as well as the lowering of the high-frequency part of the vegetative nervous system regulatory spectrum. The emergency adaptation ends by 9 days of observation, after four high-intensity exercises, which manifests itself in stabilizing the regulation of the heart rate, vegetative nervous system goes from a reflex level to a lower one — a humeral metabolic level. The time to reach the HR in the aerobic threshold will stabilize at 21–23 minutes. **Conclusions.** Functional stability to the non-specific aerobic load in the wrestlers emerged by the twenty-seventh day of the study after ten highly intensive aerobic exercises, which confirmed by the results of the time dynamics of the time of HR in aerobic threshold and analysis of spectrum results of HRV.

Keywords: functional resistance, threshold of anaerobic exchange, variability of heart rate

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

For citation: Chikov A.E., Pavlova A.N., Naumov A.V., Medvedev D.S. Duration of functional stability to non-specific aerobic load in wrestlers. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(4):85–90 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.4.10>

Received: 25 November 2020

Accepted: 21 December 2020

Online first: 10 March 2021

Published: 11 March 2021

* Corresponding author

1. Введение

Единоборства относятся к видам спорта с нестандартными и ситуационными физическими упражнениями, характеризующимися постоянной сменой ситуаций, каждая из которых требует смены программ обороны или нападения. Вследствие этого физическая нагрузка совершается при постоянных изменениях мощности и энергозатрат [1–4]. Двигательная деятельность борцов содержит большое количество силовых и скоростно-силовых приемов [1]. Эффективность приемов единоборцев детерминирована количеством различных приемов, разнообразием технико-тактических действий, мыслительной и двигательной активностью, сохранением высокой работоспособности в ходе схватки. Для борьбы характерна кратковременная интенсивная мышечная деятельность, вследствие чего у борца преобладают процессы анаэробного преобразования энергии [1, 2, 5, 6]. В процессе соревновательной деятельности борцов выполнение работы происходит в зонах максимальной и субмаксимальной интенсивности, что обуславливает значительную напряженность аэробных возможностей организма [7, 8]. Таким образом, необходимость совершенствования аэробных возможностей обусловлена тем, что они обеспечивают высокий уровень работоспособности в специальной работе, а также обеспечивают высокую скорость восстановления как между тренировками, так и между раундами на соревнованиях. Развитие аэробных возможностей является итогом длительного процесса формирования функциональной устойчивости к тренировочным нагрузкам, что следует учитывать при планировании подготовки борцов [10, 12].

Цель исследования — изучить длительность формирования функциональной устойчивости к аэробным нагрузкам у борцов.

2. Материалы и методы

В исследовании приняли участие 19 спортсменов, занимающихся различными видами единоборств. Средний возраст испытуемых составил 23 ± 3 года. Уровень квалификации исследуемой группы составил от 1-го взрослого разряда до звания «Мастер спорта».

Развитие аэробных возможностей, формирование функциональной устойчивости требует организации цикла тренировочных занятий [8]. В течение 4 недель было выполнено 13 тренировочных занятий с интервалом отдыха 1 день. Тренировочное занятие заключалось в выполнении равномерной беговой нагрузки длительностью 40 минут на скорости, соответствующей уровню порога анаэробного обмена (ПАНО) по следующему протоколу: 0–3 минуты — первая скорость (V1) 5 км/ч на дорожке; 3–6 минуты — вторая скорость (V2), рассчитывалась по формуле: $V2 = (V_{\text{ПАНО}} - V1)/2 + V1$; 6–40 минут — удержание спортсмена на скорости ПАНО ($V_{\text{ПАНО}}$). В день отдыха между тренировками спортсмены не выполняли дополнительных тренировочных нагрузок.

За два дня до начала цикла тренировок у каждого спортсмена определили ЧСС_{ПАНО} и $V_{\text{ПАНО}}$, рассчитанные на основе выполнения эргоспирометрического ступенчато возрастающего тестирования на беговой дорожке.

При исследовании формирования функциональной устойчивости к неспецифической аэробной нагрузке учитывали динамику длительности выхода на уровень ПАНО по ЧСС ($t_{\text{ПАНО}}$), мощность низкочастотной (LF) и высокочастотной (HF) составляющей спектра вегетативной регуляции нервной системы (ВНС) и их соотношение (LF/HF). Исследование variability сердечного ритма (BPC) позволяет оценить общее функциональное состояние и адаптационные резервы организма, дать характеристику симпато-парасимпатического баланса отделов вегетативной нервной системы [13].

Контроль интенсивности тренировочной нагрузки и регистрация LF, HF, LF/HF произведены с использованием системы «Firstbeat Sports».

Статистический анализ данных проводился с помощью пакета статистических программ Statistica 10. Достоверность различий была рассчитана при помощи t-критерия Стьюдента.

3. Результаты и обсуждение

Формирование функциональной устойчивости, как правило, проходит в два этапа: этап срочной адаптации и этап долговременной адаптации [5, 6]. Срочный этап адаптационной реакции возникает непосредственно после начала действия неспецифической физической нагрузки и протекает обычно на пределе функциональных возможностей организма. Долговременный этап адаптации возникает в результате длительного или многократного действия на организм неадекватных факторов среды и включает в себя три стадии: 1 — стадия становления компенсации; 2 — стадия сформировавшейся долговременной адаптации; 3 — стадия декомпенсации (не является обязательной) [12].

На рисунке 1 изображена динамика длительности достижения ЧСС_{ПЛАН} при выполнении аэробной нагрузки высокой интенсивности по дням проведения тестирования.

В первый день тестирования среднее значение $t_{\text{ПЛАН}}$ составило $29,00 \pm 9,96$ мин. На третий день наблюдался рост показателя до $32,33 \pm 8,67$ мин ($p < 0,05$), и затем до тринадцатого дня тестирования наблюдалось снижение до $21,79 \pm 9,50$ мин ($p < 0,05$). После чего наблюдался постепенный рост показателя $t_{\text{ПЛАН}}$, который в конце исследования составил $32,84 \pm 7,33$ мин ($p < 0,05$) (рис. 1).

Исходя из полученных данных, можно предположить, что на второй тренировке проявляется отставленный эффект срочной адаптации. Наблюдается переходный период от фазы срочной адаптации в долговременную, что сопровождается изменениями в системе гомеостаза, которые ведут к активации адренергической и гипофизарно-адреналовой систем [2, 14]. На рисунке этот период отображен с третьего по тринадцатый день исследования. Можно предположить,

что с тринадцатого дня наступает вторая стадия формирования долговременной адаптации, а именно начало формирования устойчивой адаптации организма к неспецифической нагрузке (увеличение синтеза нуклеиновых кислот и белков и т. д.), это выражается постепенным увеличением времени достижения ЧСС_{ПЛАН} (рис. 1). На двадцать пятый день исследования видно, что $t_{\text{ПЛАН}}$ вернулось к исходным значениям и затем держится на этом уровне, что может свидетельствовать об окончании формирования функциональной устойчивости организма испытуемых к аэробной нагрузке высокой интенсивности.

Для понимания механизмов формирования функциональной устойчивости мы изучили динамику показателей ВРС. На рисунке 2 изображено изменение средних показателей LF и HF у исследуемой группы.

В первые шесть дней цикла тренировок виден рост низкочастотной части спектра, что может свидетельствовать о том, что нагрузка вызвала адекватную реакцию симпатического отдела ВНС, которая привела к напряжению адаптации за счет активации нейроморальных структур [2]. На девятый день исследования наблюдается снижение показателей регуляции ВНС, что может говорить об утомлении. Далее наблюдается постепенное повышение как симпатического, так и парасимпатического тонуса регуляции ВНС, что свидетельствует о постепенной адаптации организма к нагрузкам. К двадцать первому дню исследования видно, что показатели HF и LF выровнялись, что объясняется наступлением долгосрочной адаптации организма к нагрузкам.

На рисунке 3 представлена динамика соотношения показателей вегетативной нервной системы.

В течение первых трех дней тестирования наблюдается постепенное снижение LF/HF до 236,14 % (рис. 3).

С девятого по одиннадцатый день наблюдается повышение показателя соотношения вегетативного баланса, в основном за счет снижения высокочастотной составляющей спектра ВНС, что может свидетельствовать о физическом напряжении (рис. 2, 3).

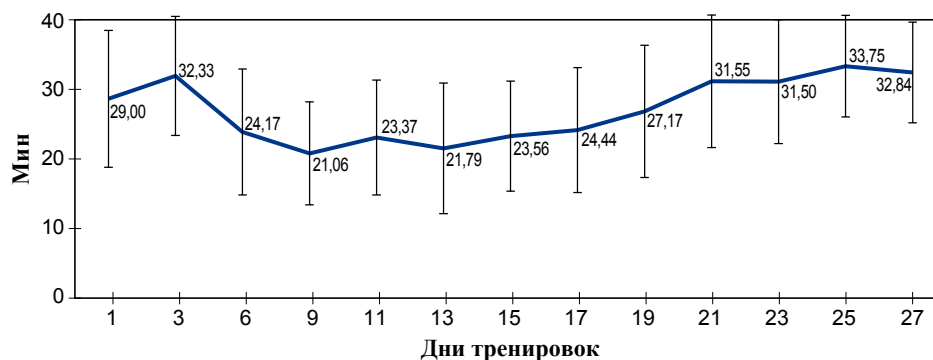


Рис. 1. Динамика длительности достижения ЧСС_{ПЛАН} при выполнении аэробной нагрузки высокой интенсивности
Fig. 1. Evolution of the duration of the HR in aerobic threshold level in performing a non-specific aerobic load of high intensity

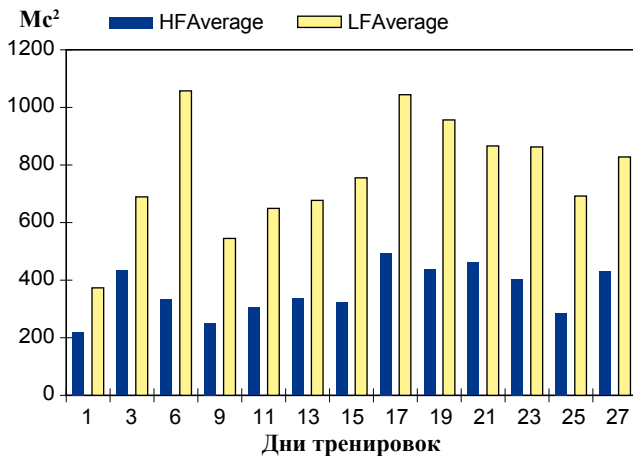


Рис. 2. Изменение показателей вегетативной нервной системы (ВНС) при выполнении неспецифической аэробной нагрузки высокой интенсивности

Fig. 2. Variation of vegetative nervous system indicators with performing a non-specific aerobic load of high intensity

К двадцать седьмому дню тестирования наблюдается стабилизация соотношения вегетативного баланса ВНС, который произошел на фоне увеличения времени достижения ЧСС_{ПЛАНО} и в совокупности может свидетельствовать о повышении функциональной устойчивости организма к аэробной нагрузке высокой интенсивности.

Представленные результаты динамического исследования ВРС показывают, что в первые девять дней эксперимента проявляется избыточная активация симпатико-адреналовой системы. По мере снижения общей спектральной мощности вегетативное обеспечение деятельности осуществляется в большей степени за счет увеличения удельного веса HF-компонента.

4. Выводы

1. На третий день тестирования проявляется отставленный эффект срочной адаптации в виде увеличения

Вклад авторов:

Чиков Александр Евгеньевич, Медведев Дмитрий Станиславович — организация исследования, анализ и интерпретация данных.

Наумов Алексей Владимирович, Павлова Анна Николаевна — проведение измерений, обработка данных, оформление результатов.

Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. **Благодагин А.Б., Пleshkov А.В., Коньчев А.А.** Концепция и методология спортивной подготовки в единоборствах. Эпоха науки. 2019;(19):5–8. <https://doi.org/10.24411/2409-3203-2019-1902>
2. **Левшин И.В., Солodkov А.С.** Кафедра физиологии — история, настоящее и перспективные направления иссле-

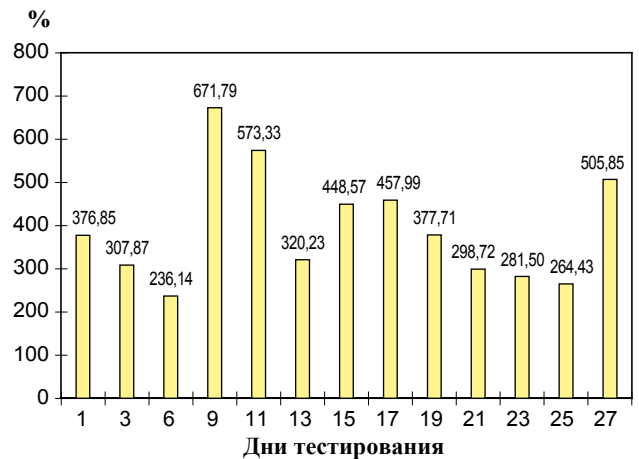


Рис. 3. Динамика изменения соотношения показателей вегетативной нервной системы (ВНС) LF/HF при выполнении неспецифической аэробной нагрузки высокой интенсивности

Fig. 3. Evolution of vegetative nervous system ratio of LF/HF when performing non-specific aerobic load of high intensity

длительности достижения ЧСС_{ПЛАНО} с 29 до 32 мин и увеличение показателей регуляции ВНС.

2. С третьего по девятый день тестирования наступает утомление организма, что видно по снижению $t_{\text{ПЛАНО}}$ до 21 минуты, а также снижение высокочастотной части спектра регуляции ВНС.

3. Срочная адаптация заканчивается к девятому дню наблюдений, что видно по переходу вегетативной нервной системы с рефлекторного уровня на более низкий — гуморально-метаболический. Время достижения ЧСС_{ПЛАНО} достигает минимальных значений.

4. Функциональная устойчивость у спортсменов единоборцев сформировалась к двадцать седьмому дню исследования после десяти высокоинтенсивных аэробных тренировок с интервалом в один день отдыха, что подтверждается результатами динамики времени ЧСС_{ПЛАНО} и спектральным анализом ВРС.

Authors' contributions:

Alexander E. Chikov, Dmitriy S. Medvedev — study organization, analysis and interpretation of data.

Anna N. Pavlova, Alexey V. Naumov — measurements, data processing, results registration.

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

References

1. **Blagodatina A.A., Pleshkov A.V., Konychev A.A.** Concept and methodology of sports training in combat. *Epoха науки [Era of Science]*. 2019;(19):5–8. <https://doi.org/10.24411/2409-3203-2019-1902> (In Russ.).
2. **Levshin I.V., Solodkov A.S.** The Department of Physiology — history, present and perspective directions of studies in

дований функциональных состояний и адаптации в спорте. Проблемы функциональных состояний и адаптации в спорте. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и российско-китайского симпозиума, посвященных 120-летию НГУ им. П.Ф. Лесгафта СПб.; 2016. С. 3–7.

3. **García-Pinillos F., Soto-Hermoso V.M., Latorre-Román P.A.** How does high-intensity intermittent training affect recreational endurance runners? Acute and chronic adaptations: A systematic review. *J. Sport Health Sci.* 2017;6(1):54–67. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.08.010>

4. **Bohm S., Mersmann F., Arampatzis A.** Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. *Sports Med. Open.* 2015;1(1):7. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0009-9>

5. **Захаревич А.Л., Сосна Л.С., Питкевич Ю.Э., Пфейфер Ю.С., Кузикович А.С.** Сравнительный анализ показателей кардиореспираторного нагрузочного теста спортсменов высокой квалификации. *Прикладная спортивная наука.* 2017;(2):36–41.

6. **Bachkareva A., Isaev A.** Hydrostatic pressure as a factor of effective adaptation and improved sport performance of ski racers. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche.* 2018;177(3):30–39. <https://doi.org/10.23736/S0393-3660.17.03724-X>

7. **Маргазин В.А., Алаева И.В.** Современные аспекты долгосрочной адаптации к физической нагрузке юных пловцов в лагах в двухгодичном тренировочном макроцикле. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2017;7(3):27–32. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.27>

8. **Погодина С.В., Юфев В.С., Ярцев А.И., Лесковский С.Ю.** Возрастные особенности формирования аэробных способностей спортсменов в процессе адаптации к физическим нагрузкам в избранном виде спорта. *Академическая наука — проблемы и достижения: Материалы VIII международной научно-практической конференции;* 2016. С. 18–21.

9. **Bohm S., Mersmann F., Arampatzis A.** Functional adaptation of connective tissue by training. *Dtsch. Z. Sportmed.* 2019;(4):105–110. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2019.366>

10. **Воробьев Ф.В.** Особенности взаимодействия функциональных систем организма при переходе через анаэробный порог. *Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием.* М.: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)”; 2017. С. 21–27.

11. **Cassel M., Carlsohn A., Fröhlich K., John M., Riegels N., Mayer F.** Tendon adaptation to sport-specific loading in adolescent athletes. *Int. J. SportsMed.* 2016;37(2):159–164. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1559772>

12. **Нафисуллина Э.Р.** Развитие специальной выносливости у борцов вольного стиля с учётом аэробных возможностей организма. *Студенческий вестник.* 2019;24–26.

13. **Малах О.Н., Крестьянинова Т.Ю., Питкевич Ю.Э.** Вариабельность сердечного ритма в оценке функционального состояния организма человека. М.: КноРус; 2019. 118 с.

14. **Мавлиев Ф.А., Валиахметов А.Х., Еникеев Ш.Р., Назаренко А.С., Коновалов И.Е.** Показатели аэробной работоспособности спортсменов в игровых видах спорта. *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта.* 2018;(1):150–153.

functional states and adaptation in sports. Problems of functional states and adaptation in sports. Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation and the Russian-Chinese symposium dedicated to the 120th anniversary of the NSU named after P.F. Lesgaft. St. Petersburg; 2016. P. 3–7 (In Russ.).

3. **García-Pinillos F., Soto-Hermoso V.M., Latorre-Román P.A.** How does high-intensity intermittent training affect recreational endurance runners? Acute and chronic adaptations: A systematic review. *J. Sport Health Sci.* 2017;6(1):54–67. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.08.010>

4. **Bohm S., Mersmann F., Arampatzis A.** Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. *Sports Med. Open.* 2015;1(1):7. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0009-9>

5. **Zakcharevich A.L., Sosna L.S., Pitkevich U.E., Pfeifer U.S., Kuzekevich A.S.** Comparative analysis of indexes of cardiorespiratory stress test of highly qualified sportsmen. *Prikladnaya sportivnaya nauka.* 2017;(2):36–41 (In Russ.).

6. **Bachkareva A., Isaev A.** Hydrostatic pressure as a factor of effective adaptation and improved sport performance of ski racers. *Gazzetta Medica Italiana Archive for Medical Sciences.* 2018. 177(3):30–39. <https://doi.org/10.23736/S0393-3660.17.03724-X>

7. **Margazin V., Alaeva I.** Modern aspects of long-term adaptation to exercise stress of young swimmers with fins in a two-year training macrocycle. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports medicine: research and practice.* 2017;7(3):27–32 (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.27>

8. **Pogodina S.V., Uferev V.S., Yarcev A.I., Leskovskii S.U.** Age-specific features of athletes' aerobic abilities in the process of adaptation. *Academic Science — Problems and Achievements VIII: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference;* 2016. P. 18–21 (In Russ.).

9. **Bohm S., Mersmann F., Arampatzis A.** Functional adaptation of connective tissue by training. *Dtsch. Z. Sportmed.* 2019;(4):105–110. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2019.366>

10. **Vorobiev V.F.** Features of the interaction of organism's functional systems when crossing the anaerobic threshold. Actual problems of sports biochemistry and bioenergy in the XXI century: materials of the All-Russian scientific and practical Internet conference with international participation. Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (SCOLIPE)”; 2017. P. 21–27 (In Russ.).

11. **Cassel M., Carlsohn A., Fröhlich K., John M., Riegels N., Mayer F.** Tendon adaptation to sport-specific loading in adolescent athletes. *Int. J. Sports Med.* 2016;37(2):159–164. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1559772>

12. **Nafisylnina E.R.** Development of special stamina in free-style wrestlers, taking into account the aerobic possibilities of the organism. *Studencheskii vestnik [Student bulletin].* 2019;24–26 (In Russ.).

13. **Malakh O.N., Krestyaninova T.U., Pitkevich U.E.** Heart rate variability in the functional state assessing of the human organism. Moscow: KnoRus; 2019. 118 p. (In Russ.).

14. **Mavliev F.A., Valiakhmetov A.H., Enikeev S.R., Nazarenko A.S., Kononov I.E.** Aerobic performance of sport athletes. *Ucheniye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2018;1:150–153 (In Russ.).

Информация об авторах:

Чиков Александр Евгеньевич*, к.б.н., доцент, заведующий лабораторией спортивной гигиены ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, 188663, Россия, Ленинградская область, ст. Капитолово, г.п. Кузьмоловский, корп. 93. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0860-9171>

Павлова Анна Николаевна, аспирант института физической культуры и спорта РГПУ им. А.И. Герцена, 192007, Россия, Санкт-Петербург, Лиговский проспект, 275; младший научный сотрудник ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, 188663, Россия, Ленинградская область, ст. Капитолово, г.п. Кузьмоловский, корп. 93. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4951-9455>

Наумов Алексей Владимирович, научный сотрудник ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, 188663, Россия, Ленинградская область, ст. Капитолово, г.п. Кузьмоловский, корп. 93. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0724-2235>

Медведев Дмитрий Станиславович, д.м.н., профессор, заведующий отделом физиологической оценки и медицинской коррекции ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, 188663, Россия, Ленинградская область, ст. Капитолово, г.п. Кузьмоловский, корп. 93; профессор кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова, 195067, Россия, Санкт-Петербург, Пискаревский проспект, 47С. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7401-258X>

Information about the authors:

Alexander E. Chikov*, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Sport Hygiene of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology, Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, 93, Vsevolozhsky District, urban settlement Kuzmolovsky, Kapitolovo station, Leningrad Region, 188663, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0860-9171>

Anna N. Pavlova, postgraduate student of institute of physical education and sport in Herzen university of Russia, 275, Ligovskiy ave., Saint Petersburg, 192007, Russia; Junior Researcher of Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology, Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, 93, Vsevolozhsky District, urban settlement Kuzmolovsky, Kapitolovo station, Leningrad Region, 188663, Russia., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4951-9455>

Alexey V. Naumov, Scientist of Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology, Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, 93, Vsevolozhsky District, urban settlement Kuzmolovsky, Kapitolovo station, Leningrad Region, 188663, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0724-2235>

Dmitriy S. Medvedev, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, general researcher of physiological assessment and medical correction of Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology, Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, 93, Vsevolozhsky District, urban settlement Kuzmolovsky, Kapitolovo station, Leningrad Region, 188663, Russia; Professor of the Department of physical therapy and sports medicine of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47C, Piskarevsky ave., Saint Petersburg, 195067, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7401-258X>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

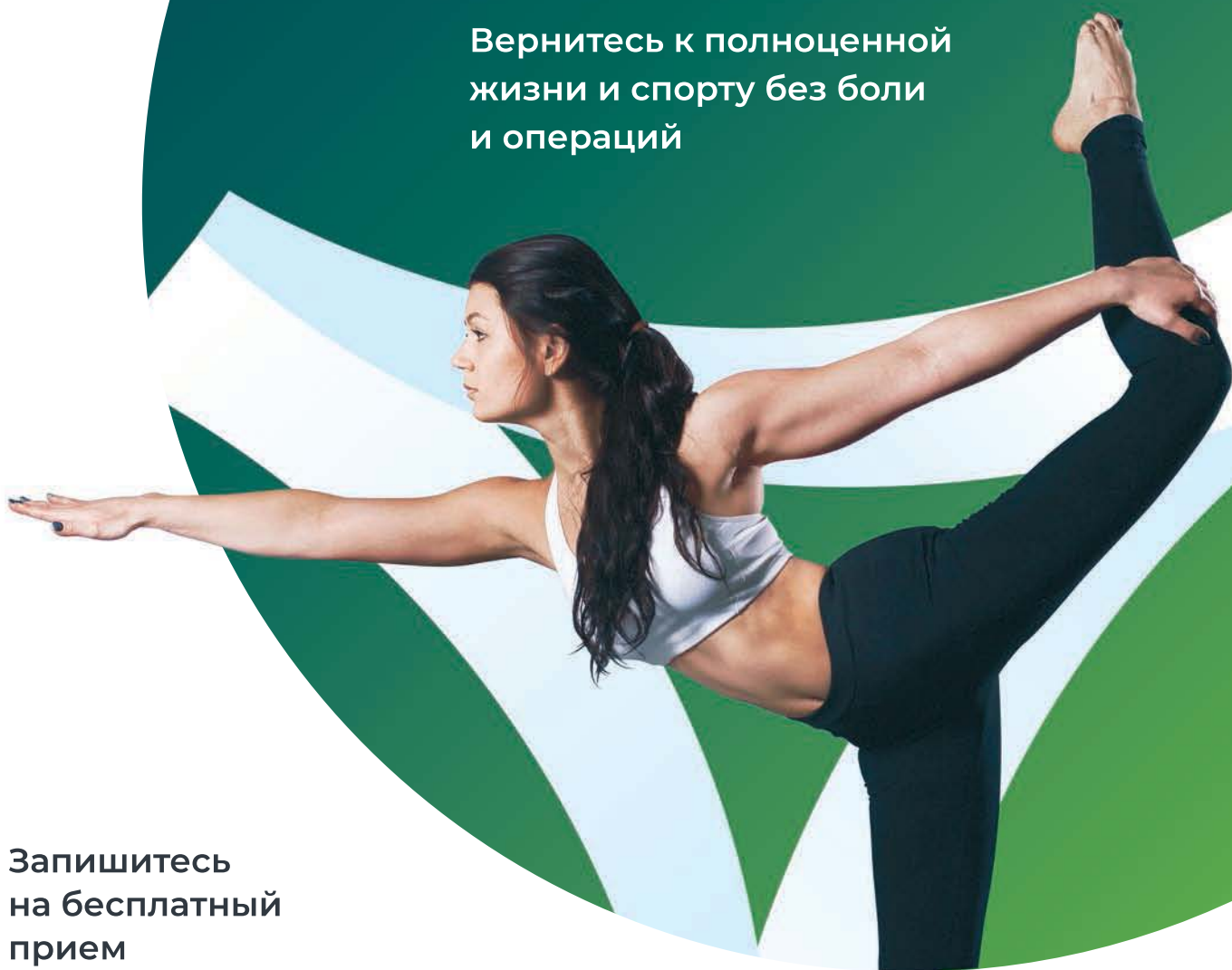


RēMEDICA

Современный
центр спортивной
реабилитации
в Москве

Медицинская реабилитация и лечение травм, боли, дискомфорта

Вернитесь к полноценной
жизни и спорту без боли
и операций



Запишитесь
на бесплатный
прием

8 910 471-89-11

Ежедневно с 9:00 – 21:00

Москва,
ул. Архитектора Власова, 6



Получите
индивидуальный
план лечения



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

