



# Спортивная Медицина:

наука и практика



T. 13 №1

2023

*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.csmed.ru](http://www.csmed.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)

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

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

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

**Николенко В.Н.** — проф., д.м.н., зав. каф. анатомии человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Россия, Москва) (*Медико-биологические науки*)\*

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

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

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

**Поляков С.Д.** — проф., д.м.н., главный научный сотрудник Национального медицинского исследовательского Центра здоровья детей Минздрава России (Россия, Москва) (*Педиатрия*)\*

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

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

**Середа А.П.** — д.м.н., профессор каф. восстановительной медицины, лечебной физкультуры и спортивной медицины (курортологии и физиотерапии) Института повышения квалификации ФМБА России (Россия, Москва) (*Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия*)\*

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

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

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

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

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

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

**Мариани Пьер Паоло** — проф., доктор медицины, проректор Римского Университета «Форо Италико», травматолог-ортопед клиники «Вилла Стюарт» (Италия, Рим)

**Рахманин Ю.А.** — акад. РАН, проф., д.м.н., главный научный консультант Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью (Россия, Москва)

**Шкробко А.Н.** — проф., д.м.н., проректор по учебной работе, зав. каф. лечебной физкультуры и врачебной работы, зав. каф. физиотерапии 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
- Врачебный контроль
- 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/>

**Редакция:**

119435, Россия, Москва, Большая Пироговская улица, 2, стр. 9

**Типография:**

ООО «Издательство "Триада"»

170034, Россия, Тверь, пр-т Чайковского, 9, оф. 514

**Сайт:**

[smjournal.ru](http://smjournal.ru)

[neicon.ru](http://neicon.ru)

Подписано в печать 16.06.2023

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, оформление, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

### Врачебный контроль

**А.С. Шарыкин, В.А. Бадтиева, Ю.М. Иванова, Д.М. Усманов**  
Возможности эхокардиографического скрининга у спортсменов.  
Часть 2. Структурные изменения сердца. . . . . 5

**С.В. Дубоносова**  
Причины прекращения занятий спортом: ретроспективный анализ физической активности студентов-медиков . . . . . 21

### Биомедицинские технологии

**М.Д. Иванова, С.В. Муравьев, Г.З. Клоян, В.Н. Никитин, И.Д. Шитоев**  
Системы захвата движений: медико-техническая оценка современного этапа развития технологии. Обзор литературы . . . . . 28

### Паралимпийский спорт

**Р.А. Бодрова, А.Д. Закамырдина, А.М. Делян, Г.М. Каримова, Л.Ф. Васильева**  
Эффективность технологий активной медицинской реабилитации у паралимпийцев, занимающихся игровыми видами спорта . . . . . 41

### Реабилитация

**Е.В. Катаманова, И.В. Кудяева, Л.С. Васильева, А.Н. Кудяев, Н.В. Верлан**  
Влияние занятий скандинавской ходьбой (Nordic walking) на показатели здоровья женщин пожилого возраста . . . . . 48

**А.П. Анищенко, С.И. Джадаев, А.В. Джадаева, В.В. Иванов, М.В. Коврижных**  
Клинико-рентгенологические характеристики пациентов с плантарным фасциитом . . . . . 55

### Социология и педагогика в спорте

**А.В. Васильева, Т.А. Караваяева, Д.С. Радионов, А.В. Яковлев, С.И. Баршах, К.С. Назаров, А. В. Жолинский, Б. А. Поляев, И.Н. Митин**  
Исследование отношения к вакцинации против COVID-19 у спортсменов сборных команд России в сравнении со взрослыми в возрасте от 18 до 40 лет, не занимающимися профессиональным спортом. . . . . 60

### Спортивная психология

**С.Е. Назарян, Н.З. Орлова, В.И. Пустовойт**  
Мишени психологической коррекции в реабилитации высококвалифицированных спортсменов . . . . . 72

### Физиология и биохимия спорта

**Н.В. Аксенова, Т.А. Мангушев, П.Л. Окороков, Е.В. Бабаева, И.В. Зябкин**  
Влияние уровня общего тестостерона у хоккеистов-юниоров на гематологические, биохимические показатели и уровень физической работоспособности. . . . . 80

**Н.М. Леонова, Ю.М. Иванова, В.А. Бадтиева, А.С. Шарыкин, М.Т. Эфендиева, Р.И. Кабулова, А.Б. Рзаева, У.Л. Исмаилова**  
Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний и ремоделирование сердца у ветеранов самбо . . . . . 88

**И.Б. Медведев, М.В. Гусаков, М.Ю. Борисова, Т.И. Бланкова, Н.И. Медведева, Н.Н. Дергачёва**  
Влияние зрительных функций на индивидуальные результаты спортсменов и способы их улучшения . . . . . 97

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



**FEATURED TOPICS:**

- Doping Studies
- Biomedical Technologies
- Medical Control
- 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/>

**Editorial Office:**

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

**Printed by**

Publishing House Triada, Ltd.  
9, office 514, Tchaikovsky ave., Tver, 170034, Russia

**Websites:**

smjournal.ru  
neicon.ru

Published: 16 June 2023  
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, layout, 2023

**CONTENTS**

**Medical Control**

*Alexander S. Sharykin, Viktoria A. Badtieva, Iuliia M. Ivanova, Damir M. Usmanov*  
Possibilities of echocardiographic screening in athletes.  
Part 2. Structural changes of the heart ..... 5

*Sofia V. Dubonosova*  
Reasons for sports discontinuation: a retrospective analysis of the physical activity in medical students ..... 21

**Biomedical Technologies**

*Maria D. Ivanova, Sergey V. Muravev, Gayane Z. Kloyan, Vladislav N. Nikitin, Ivan D. Shitoev*  
Motion capture systems: medical and technical assessment of the current stage of technology development. Literature review ..... 28

**Paralympic Sports**

*Rezeda A. Bodrova, Aigul D. Zakamyrdina, Arthur M. Delyan, Guzel M. Karimova, Lyudmila F. Vasilyeva*  
The effectiveness of active medical rehabilitation technologies among Paralympians engaged in playing sports ..... 41

**Rehabilitation**

*Elena V. Katamanova, Irina V. Kudaeva, Larisa S. Vasilyeva, Andrey N. Kudaev, Nadezhda V. Verlan*  
Impact of Nordic walking on health outcomes in older women ..... 48

*Alexander P. Anischenko, Sergey I. Dzhadayev, Anna V. Dzhadayeva, Viktor V. Ivanov, Maxim V. Kovrizhnyh*  
Clinical and radiological characteristics of patients with plantar fasciitis ..... 55

**Sports Sociology and Pedagogics**

*Anna V. Vasileva, Tatiana A. Karavaeva, Dmitriy S. Radionov, Alexander V. Yakovlev, Sergey I. Barshak, Kirill S. Nazarov, Andrey V. Zholinskiy, Boris A. Polyayev, Igor N. Mitin*  
Attitudes towards vaccination against COVID-19 among athletes of Russian national teams in comparison with non-athletes aged 18 to 40 ..... 60

**Sports Psychology**

*Svetlana E. Nazaryan, Nadezhda Z. Orlova, Vasilii I. Pustovoit*  
Psychological targets in elite athletes' rehabilitation ..... 72

**Sports Physiology and Biochemistry**

*Natalia V. Aksenova, Tagir A. Mangushev, Pavel L. Okorokov, Elena V. Babaeva, Ilya V. Zyabkin*  
Effect of testosterone in young ice-hockey players on hematological, biochemical parameters and the level of physical performance ..... 80

*Natalya M. Leonova, Iuliia M. Ivanova, Viktoria A. Badtieva, Alexander S. Sharykin, Matanet T. Efendieva, Ragima I. Kabulova, Ulker L. Ismailova, Ainur B. Rzaeva*  
Risk factors for cardiovascular diseases and heart remodeling in sambo veterans ..... 88

*Igor B. Medvedev, Mikhail V. Gusakov, Mariya U. Borisova, Tatyana I. Blankova, Natalia I. Medvedeva, Nadezhda N. Dergacheva*  
The impact of visual functions on athletes' results and methods of their improvements ..... 97

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





## Возможности эхокардиографического скрининга у спортсменов. Часть 2. Структурные изменения сердца

А.С. Шарыкин<sup>1,3,4,\*</sup>, В.А. Бадтиева<sup>1,2</sup>, Ю.М. Иванова<sup>1</sup>, Д.М. Усманов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

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

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** оценить пригодность существующих отечественных и международных рекомендаций и нормативов по использованию эхокардиографии (ЭхоКГ) в качестве скрининговой методики обследования спортсменов при различных заболеваниях.

**Материалы и методы:** проведен метаанализ 59 отечественных и зарубежных источников литературы по результатам ЭхоКГ спортсменов. Изучены также показатели 2647 спортсменов-мужчин в возрасте от 16 до 45 лет, выступающих за сборные команды Москвы и прошедших углубленное медицинское обследование на базе Клиники спортивной медицины МНПЦ МРВСМ ДЗ г. Москвы.

**Результаты:** скрининговая ЭхоКГ достоверно выявляет структурные отклонения в сердце спортсменов от популяционных норм, в т. ч. врожденные или приобретенные патологии, обуславливающие как внезапную смерть, так и общую заболеваемость.

**Заключение:** с целью оперативного обследования спортсменов и снижения финансовых затрат уместно использовать первичное скрининговое, а при необходимости — углубленное обследование. При этом целесообразно выделение трех диагностических стадий, которые определяют опасность или допустимость занятий спортом: (А) — наличие риска развития осложнений, (В) — наличие структурных изменений сердца и (С) — появление клинических симптомов.

**Ключевые слова:** спортсмены, внезапная сердечная смерть, гипертрофия, внезапная остановка сердца, эхокардиография

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Шарыкин А.С., Бадтиева В.А., Иванова Ю.М., Усманов Д.М. Возможности эхокардиографического скрининга у спортсменов. Часть 2. Структурные изменения сердца. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):5–20. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.11>

**Поступила в редакцию:** 23.01.2023

**Принята к публикации:** 19.04.2023

**Online first:** 25.05.2023

**Опубликована:** 16.06.2023

\* Автор, ответственный за переписку

## Possibilities of echocardiographic screening in athletes. Part 2. Structural changes of the heart

Alexander S. Sharykin<sup>1,3,4,\*</sup>, Viktoria A. Badtieva<sup>1,2</sup>, Iuliia M. Ivanova<sup>1</sup>, Damir M. Usmanov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> *Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Moscow, Russia;*

<sup>2</sup> *Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia*

<sup>3</sup> *Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia*

<sup>4</sup> *Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia*

### ABSTRACT

**Objective:** to assess the suitability of existing domestic and international recommendations and standards for the use of echocardiography as a screening technique for examining athletes with various diseases.

**Materials and methods:** a meta-analysis of 59 domestic and foreign literature sources based on the results of an echocardiographic examination of athletes was carried out. The indicators of 2647 male athletes aged 16 to 45 years old, playing for the national teams of the city of Moscow and having passed an in-depth medical examination at the Sports Medicine Clinic, were studied.

**Results:** screening echocardiography sufficiently reveals structural deviations of the heart of athletes from population norms, including congenital or acquired pathologies that cause both sudden death and general morbidity compared with a healthy population.

**Conclusion:** in order to speed up and reduce the cost of the examination of athletes, it is appropriate to use the primary screening, and if necessary, an in-depth examination. In this case, it is advisable to distinguish three diagnostic stages that determine the danger or admissibility of playing sports: (A) — the risk of developing complications, (B) — the presence of structural changes in the heart, and (C) — the appearance of clinical symptoms.

**Keywords:** athletes, sudden cardiac death, hypertrophy, sudden cardiac arrest, echocardiography

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

**For citation:** Sharykin A.S., Badtieva V.A., Ivanova Iu.M., Usmanov D.M. Possibilities of echocardiographic screening in athletes. Part 2. Structural changes of the heart. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):5–20. (In Russ). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.11>

**Received:** 23 January 2023

**Accepted:** 18 April 2023

**Online first:** 25 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

### 1. Введение

Широкое распространение эхокардиографии и совершенствование технических возможностей приборов УЗ-диагностики позволяют обнаруживать даже незначительные изменения в структуре, конфигурации и функции сердца. Наиболее подвержены таким изменениям сердца спортсмены, у которых сердечно-сосудистая система регулярно испытывает значительные нагрузки. На первом этапе, занявшем около 10 лет, наиболее актуальным было выявление и изучение жизнеопасных заболеваний, что позволило снизить частоту внезапных сердечных смертей (ВСС) среди спортсменов [1]. Однако можно отметить нарастающее количество публикаций, посвященных повреждению сердца, приводящим к инвалидности и в результате — снижению качества жизни спортсменов.

Существует различное понимание пользы и риска тренировок для возможного улучшения результатов спортсмена при ограниченном вреде его здоровью. Так, например, при наличии коронарной патологии

соревновательные нагрузки должны быть исключены, но умеренные физические нагрузки могут быть полезны. Таким образом, разные цели медицинского скрининга порождают разночтения в определении его роли и объема. Очевидно, что физикальное исследование и ЭКГ не отвечают на вопросы: Есть ли аномальные коронарные артерии? Есть ли локальные дискинезии миокарда? Есть ли миокардиальные рубцы? Есть ли жировые отложения в миокарде? Есть ли дисфункция клапанов сердца? Какова степень нарушения работы желудочков? Это определяет необходимость использования как минимум ЭхоКГ.

По мере увеличения количества медицинских обследований спортсменов оказалось, что патологии, несущие риски внезапной смерти, составляют лишь 4,5% от всех выявленных [2], в то время как существует большое количество состояний, обуславливающих общую заболеваемость и преждевременную смертность по сравнению со здоровой популяцией. К примеру, врожденные пороки сердца (ВПС) способны привести к внезапной



остановке сердца достаточно редко (у 0,1% больных, в т.ч. при физической активности — у 0,018% из них) [3], однако они сопровождаются сердечной недостаточностью, гипоксемией и инвалидностью примерно в 50% случаев.

Представляют интерес также расчеты [4], показывающие, что в соответствии с известной частотой гипертрофической (ГКМП) или аритмогенной (АКПЖ) кардиомиопатии в популяции за год могут быть выявлены 2000 и 200 лиц с соответствующей патологией, которых следует дисквалифицировать или ограничить в спорте из-за опасений внезапной смерти. Но реально у 99,4% из них внезапная остановка сердца (ВОС) не наступит, т.к. известная частота ВОС составляет только 0,5%. В то же время около 20% этих пациентов будут нуждаться в постоянной терапии, имплантации ИКД или пересадке сердца, что приведет к значительному ухудшению качества жизни.

ЭхоКГ способна выявить симптомы и других заболеваний, приводящих к различным осложнениям [5–7]. В настоящей работе мы проанализировали 59 источников, посвященных наиболее частым кардиальным патологиям, встречающимся среди спортсменов и ключевым параметрам их ЭхоКГ-диагностики, которые можно использовать при быстром скрининге и углубленном медицинском обследовании больших спортивных популяций.

### **Основные структурные заболевания сердца у спортсменов**

В табл. 1–3 приведены характеристики наиболее частых патологий, встречающихся у спортсменов, и их последствия. Анализируются наиболее важные детали анамnestического, клинического и инструментального скрининга этих заболеваний. Также проанализированы особенности течения ведущих патологий по литературным данным и по результатам обследования спортсменов в МНПЦ МРВСМ ДЗМ (2647 чел.) При большинстве заболеваний ключевые изменения эхокардиографических показателей можно обнаружить уже при относительно простом скрининговом исследовании. При углубленном обследовании добавляются нагрузочные тесты (в т.ч. стресс-ЭхоКГ), МРТ сердца и другие визуализирующие методы.

### **2. Характеристики наиболее частых заболеваний, опасных для жизни и здоровья спортсменов** **Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП)**

*Определение.* Гистопатологически ГКМП представляет собой нестабильный миокардиальный субстрат, уязвимый для желудочковых тахикардий во время физической нагрузки [53]. Генетический анализ указывает на вовлеченность как минимум 11 генов и более 1500 мутаций саркомеров. Кроме этого, миокард левого желудочка (ЛЖ) характеризуется «болезнью мелких сосудов», проявляющейся многочисленными интрамуральными артериолами с утолщенной стенкой

и суженным просветом. Возникающий аномальный кровоток в миокарде может быть ответственен за скрытую стресс-индуцированную ишемию, приводящую к гибели клеток и инициации процесса замещения миокарда фиброзом и рубцеванию. В связи с опасностью аритмий дифференциальная диагностика ГКМП со спортивной гипертрофией является наиболее актуальной.

*Ключевые параметры диагностики.* В эхокардиографический паттерн входит диффузное или сегментарное утолщение миокарда  $\geq 14$ –15 мм в сочетании с недилатированной камерой ЛЖ (КДР ЛЖ  $\leq 45$  мм) и гипердинамичной его функцией (субаортальный стеноз, вплоть до облитерации полости в систолу). Однако при этом следует исключить такие заболевания как аортальный стеноз и артериальная гипертензия, а также употребление анаболиков. Дифференциальный диагноз более точно провести позволяет тканевая доплерография [54], отражающая жесткость ЛЖ. Дополнительные показатели дает изучение глобальной продольной деформации ЛЖ, которая снижена при ГКМП [55, 56]. Повышенный риск аритмий наблюдают также при отложенной задержке гадолиния  $> 15\%$  от объема миокарда (МРТ с контрастом) [57].

Дополнительные факторы риска ВСС: молодой возраст, высокоинтенсивный спорт (баскетбол, футбол, американский футбол).

### **Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП)**

*Определение.* ДКМП характеризуется дилатацией желудочков (более 60 мм) и контрактильной дисфункцией ЛЖ (со снижением фракции выброса ниже  $< 50\%$ ) при отсутствии гипертонической болезни, клапанных пороков, врожденных пороков сердца или значительного поражения коронарных артерий (КА). У определенной части спортсменов, тренирующих выносливость (велоспорт, бег на длинные дистанции, триатлон, гребля), возможна аналогичная дилатация ЛЖ и снижение ФВ  $< 55\%$  (так называемая «серая зона»).

*Ключевые параметры диагностики.* Дифференциальная диагностика между спортсменами из серой зоны и бессимптомными пациентами с ДКМП основывается на отсутствии прироста ФВ при нагрузке более, чем на 11% или невозможности достичь максимальной фракции выброса ЛЖ  $> 63\%$ . Эти показатели имеют для ДКМП чувствительность 77 и 83% соответственно и специфичность 96 и 92% соответственно [15]. Остальные традиционные показатели (изменения ЭКГ, повышенная эктопическая/аритмическая нагрузка, аномальный уровень NT-proBNP, патологическое позднее накопление гадолиния на МРТ), снижение диастолической функции (E/A  $< 1$ ) не дают достаточно достоверных различий с дилатацией спортивного генеза.

Мы располагаем наблюдением за спортсменом элитного уровня, у которого КДР ЛЖ составлял в разные годы от 65 до 70 мм, в связи с чем возникла необходимость в дифференциальной диагностике с ДКМП. Применение

Таблица 1

Ключевые клинические проявления и параметры диагностики наиболее частых кардиомиопатий и миокардита у спортсменов

Table 1

Key clinical manifestations and diagnostic parameters of the most common cardiomyopathies and myocarditis in athletes

Патология	Основные клинические последствия	Частота ВСС	Ключевые параметры диагностики		Источники
			При скрининге	При УМО	
ГКМП	Тахикардия, СН; смертность 4–6%	3–9% (пик в 8–16 лет); 0,02–0,23% у взрослых	ТЗСЛЖ > 13 мм, КДР ЛЖ < 45 мм, обструкция выводного отдела ЛЖ	ЭхоКГ: повышение ГСД на ВОЛЖ, низкая ФВ при нагрузочном тестировании; МРТ: характерный паттерн; GLS: сниженная глобальная продольная деформация; Генетический анализ	[8–13]
ДКМП	СН, аритмия, тромбоэмболии	3–17% среди всех ВС	Дилатация полости ЛЖ > 60 мм со снижением его систолической функции	МРТ (характерный паттерн); Генетический анализ	[10, 14, 15]
АКПЖ	Аритмии, синкопе	6–22% среди всех ВС	Региональная акинезия, дискинезия или аневризма ПЖ. Увеличение размеров ПЖ при снижении ФАС (фракционного изменения площади)	ЭКГ: нарушения ритма; МРТ: характерный паттерн; Генетический анализ	[16–19]
НМЛЖ	СН, аритмии, тромбоэмболии	ВС возможна, частота неизвестна	Характерный паттерн ЭХОКГ с соотношением толщины некомпактного/компактного миокарда $\geq 2$	МРТ: трабекулярная масса $\geq 20$ –40% от общей массы ЛЖ; Золотой стандарт диагностики отсутствует	[20–22]
Синдром Та-котсубо	СН, аритмии, острый коронарный синдром	Частота неизвестна. Может быть сопряжена с тяжелым коронарным синдромом	Региональные изменения движения ЛЖ с характерным круговым паттерном	Симптомы острого коронарного синдрома. МРТ: характерный паттерн	[23–25]
Миокардит	СН, аритмия; трансформация в ДКМП	2–8,2% среди всех ВС	Анамнез: появление болей в груди, сердцебиений, снижение физической активности, синкопе. ЭхоКГ — снижение ФВ ЛЖ и ФВ ПЖ. Региональные аномалии движения стенки ЛЖ. Выпот в полости перикарда	ЭКГ (стресс-ЭКГ): ST-T изменения в нескольких отведениях; МРТ: отек, гиперемия миокарда, наличие фиброза. Повышение сердечных и воспалительных биомаркеров	[26–28]

Примечание: УМО — углубленное медицинское обследование; ГКМП — гипертрофическая кардиомиопатия; ДКМП — дилатационная кардиомиопатия; АКПЖ — аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка; НМЛЖ — некомпактный миокард левого желудочка; СН — сердечная недостаточность; ВСС — внезапная сердечная смерть; ГСД — градиент систолического давления; ВОЛЖ — выводной отдел левого желудочка.

Note: IDME — in-depth medical examination; HCM, hypertrophic cardiomyopathy; DCM, dilated cardiomyopathy; ARVC, arrhythmic cardiomyopathy of the right ventricle; LVNCM — non-compacted myocardium of the left ventricle; HF, heart failure; SCD — sudden cardiac death; SPG, systolic pressure gradient; LYOS — the output section of the left ventricle.

Ключевые параметры диагностики заболеваний коронарных артерий у спортсменов

Table 2

Key parameters for coronary artery disease diagnosing in athletes

Патология	Основные клинические последствия	Частота ВСС	Ключевые параметры диагностики		Источники
			При скрининге	При УМО	
Приобретенные поражения коронарных артерий (атеросклеротические и не атеросклеротические)	Острый коронарный синдром, инфаркт миокарда	4,5–16,7% среди всех ВС — преимущественно аритмического генеза	Анамнез (болевого синдром, дискомфорт, особенно при нагрузке). ЭхоКГ — дискинезии миокарда, нарушения функции желудочка	Нагрузочный тест: характерные изменения ЭКГ и симптомы коронарного синдрома Коронарография: характерные изменения артерий. Радиоизотопная сцинтиграфия: нарушения перфузии миокарда. Изменения биомаркеров (тропонины, КФК МВ)	[29–32]
Врожденные anomalies коронарных артерий	Острый коронарный синдром, сердечная недостаточность и внезапная остановка сердца при нагрузке	0,6–19% среди всех ВС (0,07/100,000 пациенто-лет)	Анамнез (болевого синдром, дискомфорт, сердечная недостаточность и обморок при нагрузке). ЭхоКГ — аберрантное отхождение коронарной артерии от аорты	Нагрузочный тест: характерные изменения ЭКГ и симптомы коронарного синдрома. Коронарография: характерные изменения артерий	[29, 33–37]

Таблица 3

Ключевые параметры диагностики врожденных пороков сердца и синдромов, затрагивающих сердце у спортсменов

Table 3

Key parameters for congenital heart defects and syndromes affecting the heart diagnosing in athletes

Патология	Основные клинические последствия	Частота ВСС	Ключевые параметры диагностики		Источники
			При скрининге	При УМО	
ВПС с объемной перегрузкой или препятствием кровотоку (ДМПП, ДМЖП, ОАП, регургитация на клапанах, стеноз аортального клапана, коарктация аорты)	Дилатация желудочков и/или предсердий с последующей дисфункцией; высокая легочная гипертензия; ограничения сердечного выброса при нагрузке; сердечная недостаточность	1,0% среди всех ВС	Наличие внутрисердечных шунтов, клапанной недостаточности или стенозов. Дилатация или гипертрофия желудочков (и/или дилатация предсердий). Высокая легочная гипертензия	Развернутая эхокардиографическая характеристика ВПС и его последствий. Стресс-эхокардиография для оценки степени дисфункции аортального и/или митрального клапанов МРТ — состояние (наличие фиброза) и функция миокарда	[38–41]
ДАК+Аортопатия	Дисфункция аортального клапана: аортальный стеноз = 15–71%; аортальная регургитация = 1,5–3%; инфекционный эндокардит = 9,5%; расслоение аорты = 5%.	2,7–4,5% среди всех ВС (разрыв или расслоение аорты). 77,2% ВС — во время или сразу после соревнований.	Выявление ДАК и его дисфункции. Выявление дилатации аорты (z-score > 2)	МРТ — состояние и функция миокарда, аортального клапана, аорты. Стресс-эхокардиография для оценки степени дисфункции аортального клапана	[42–45]
ПМК с регургитацией	Дилатация левого предсердия и желудочка с последующей дисфункцией; нарушения ритма при определенном фенотипе	0,14/100 пациенто-лет <sup>#</sup>	Выявление пролапса одной или обеих створок митрального клапана в левое предсердие не менее, чем на 2 мм (в парастеральной проекции длинной оси ЛЖ); наличие регургитации.	МРТ — показана при недостаточной информативности ЭхоКГ у пациентов с множественными эксцентрическими потоками регургитации, поражении нескольких клапанов, сопутствующих внутрисердечных шунтах. Оценка расширения камер сердца. Оценка давления в легочной артерии. Оценка наличия MAD. Стресс-эхокардиография для оценки степени дисфункции митрального клапана	[46–50]
Синдром Марфана	Аневризма аорты с опасностью расслоения. Дисфункция аортального и/или митрального клапана	Частота неизвестна. Основная причина — разрыв/расслоение аорты.	Выявление дилатации аорты (z-score > 2), дисфункции аортального или митрального клапана.	МРТ — состояние аорты, аортального и митрального клапана Консультация окулиста Генетическое исследование	[51–52]

Примечание: ВОС — внезапная остановка сердца; ВСС — внезапная сердечная смерть; ДАК — двустворчатый аортальный клапан. <sup>#</sup> При определенном опасном паттерне ПМК — см. в тексте. MAD — mitral annular disjunction.

Note: SCA — sudden cardiac arrest; SCD — sudden cardiac death; BAV — bicuspid aortic valve. <sup>#</sup> With a certain dangerous pattern of MVP — see the text. MAD — mitral annular disjunction.

Определение состояния левого и правого желудочков при врожденной патологии сердца (адаптировано из [40])

Table 4

Determination of the left and right ventricles state in congenital heart disease (adapted from [40])

Степень изменения	ФВ ЛЖ	Гипертрофия ЛЖ, толщина стенки, см; (масса, г/м <sup>2</sup> )	Перегрузка давлением	Перегрузка объемом	Разрешенные виды спорта
Отсутствует	≥ 55 %	$\sigma < 1,1$ ; (50–102) $\varphi < 1,0$ ; (44–88)	Нет ГСД на выходе из желудочков	Отсутствует или умеренно выражены клапанная регургитация или шунт	Все виды
Небольшая	45–55 %	$\sigma$ 1,1–1,3; (103–116) $\varphi$ 1,0–1,2; (89–100)	ПСК на ВОЛЖ 2,6–3 м/с. Обструкция ВОПЖ и наличие ПЛС. При КА ГСД < 20 мм рт. ст.	Выраженная регургитация или шунт без дилатации и дисфункции желудочков. КДО ЛЖ, мл/м <sup>2</sup> : $\sigma \leq 74$ , $\varphi \leq 61$ ; КДП ПЖ, см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> : $\sigma \leq 12,6$ , $\varphi \leq 11,5$	Спорт, требующий специальных технических навыков, силы или смешанных усилий (спорт, требующий высокой выносливости, исключен)
Умеренная	30–45 %	$\sigma$ 1,4–1,6; (117–130) $\varphi$ 1,3–1,5; (101–112)	ПСК на ВОЛЖ 3–4 м/с. Обструкция ВОПЖ и наличие ПЛС. При КА ГСД > 20 мм рт. ст.	Выраженная регургитация или шунт с дилатацией, но без дисфункции желудочков	Только спорт, требующий специальных технических навыков
Выраженная	< 30 %	$\sigma \geq 1,7$ ; ( $\geq 131$ ) $\varphi \geq 1,6$ ; ( $\geq 113$ )	ПСК на ВОЛЖ > 4 м/с. Обструкция ВОПЖ и наличие ПЛС. При КА ГСД > 20 мм рт. ст.	Выраженная регургитация или шунт с дилатацией и дисфункцией желудочков	Все виды соревновательного спорта исключены

Примечание: ПЛС — периферические легочные стенозы; ВОЖ — выводной отдел желудочка; ЛЖ — левый желудочек; ПЖ — правый желудочек; КА — коарктация аорты; ПСК — пиковая скорость кровотока; ГСД — градиент систолического давления; КДО — конечно-диастолический объем; КДП — конечно-диастолическая площадь.

Note: PLS, peripheral pulmonary stenosis; VEP — the excretory part of the ventricle; LV, left ventricle; RV, right ventricle; CA, coarctation of the aorta; PBFV is the peak blood flow velocity; SPG, systolic pressure gradient; EDV — end-diastolic volume; EDA — end-diastolic area.

МРТ, сцинтиграфия миокарда с  $Tc^{99m}$  показали отсутствие его ишемии и нарушений структурных характеристик при наблюдениях на протяжении 6 лет (возраст 17–22 г.), несмотря на продолжающееся увеличение ЛЖ. Решающим исследованием явилась стресс-ЭхоКГ, при которой ФВ ЛЖ возрастала в среднем с 51 до 65%. Это позволило исключить ДКМП и обосновать допуск к соревнованиям, в результате чего спортсмен неоднократно завоевывал первенство на чемпионатах Европы и мира.

#### **Аритмогенная кардиопатия правого желудочка (АКПЖ)**

*Определение.* АКПЖ (АДПЖ) — генетически детерминированное заболевание с характерным замещением миокарда жировой и соединительной тканью, затрагивающее в основном правый желудочек, но и вовлекающее левый.

*Ключевые параметры диагностики.* Региональная акинезия, дискинезия или аневризма правого желудочка (ПЖ), а также увеличение ПЖ в сочетании с ухудшением его сократимости. Диагностические пороги: диаметр выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ ПЖ) в парастернальной проекции длинной оси  $\geq 32$ –29 мм ( $\geq 19$  мм/м<sup>2</sup>), в проекции короткой оси  $\geq 36$ –32 мм ( $\geq 21$  мм/м<sup>2</sup>). ФАС ПЖ (фракционное изменение площади ПЖ)  $\leq 40$ –45%. Клинически АКПЖ проявляется желудочковой аритмией, возрастающей при нагрузочном тесте.

#### **Некомпактный миокард левого желудочка (НМЛЖ)**

*Определение.* НМЛЖ характеризуется выступающими трабекулами ЛЖ и глубокими межтрабекулярными углублениями с соотношением толщины некомпактного и компактного слоев  $\geq 2$  [22].

*Ключевые параметры диагностики.* Указанная выше морфологическая картина входит в ключевые параметры диагностики патологии, которая в 25% протекает бессимптомно. Большой слой некомпактного миокарда потенциально ведет к сердечной недостаточности, тромбоэмболиям и злокачественным аритмиям. Окончательная диагностика требует применения МРТ [58], однако точные критерии диагностики продолжают обсуждаться.

У здоровых спортсменов гипертрабекулярность ЛЖ может быть следствием адаптации сердца к нагрузкам и встречается в 1,4% случаев. В связи с этим стоит задача поиска новых критериев (в т. ч. МРТ) диагностики генетически детерминированной некомпактности ЛЖ.

#### **Синдром такоцубо**

*Определение.* Синдром такоцубо — заболевание сердца с выраженной локальной дисфункцией ЛЖ преимущественно в верхушечной области, симптомами инфаркта миокарда, соответствующими изменениями

ЭКГ и биомаркеров в отсутствие существенной обструкции КА на коронарограмме. Часто рассматривается как стрессорная кардиопатия (в ответ на острые эмоциональные и/или физические нагрузки).

*Ключевые параметры диагностики.* Региональные изменения движения ЛЖ имеют характерный круговой паттерн, который приводит к заметному «раздуванию» ЛЖ во время систолы, форма которого становится похожа на форму такоцубо — японской ловушки для осьминога [23–25]. Данная морфологическая картина входит в ключевые параметры диагностики. В острой фазе описаны осложнения в виде сердечной недостаточности (с резким снижением ФВ — до 20–49%), функциональной митральной недостаточности, желудочковых аритмий, тромбоэмболий. Необходима дифференциальная диагностика с острым коронарным синдромом атеросклеротического генеза и миокардитом.

#### **Миокардит**

*Определение.* Миокардит — воспаление сердечной мышцы, вызванное инфекционными, токсическими или аллергическими воздействиями и сопровождающееся нарушением функции сердца.

*Ключевые параметры диагностики.* К базовым изменениям относится снижение ФВ ЛЖ, региональные дискинезии стенки ЛЖ, выпот в полости перикарда. Диагностике помогает выявление предшествующей инфекции, чаще вирусной, воздействий токсинов, некоторых медицинских препаратов, в т. ч. наркотических [27–28]. Проявления миокардита у спортсменов неоднородны, и установить диагноз сложно, поскольку в настоящее время нет единого «золотого» клинического стандарта, а применение эндомиокардиальной биопсии несет дополнительные риски [26].

Дифференциальному диагнозу помогает МРТ. При миокардитах в патологический процесс в первую очередь вовлекаются центральные отделы сердечной стенки, в результате чего гиперинтенсивный сигнал обнаруживают в толще миокарда. Фиброз носит пятнистый характер, локализуясь не столько субэндокардиально, сколько эпикардиально, особенно в области нижнелатеральной стенки желудочка.

#### **Врожденные пороки сердца**

*Определение.* Врожденный порок сердца (ВПС) — это дефект строения или функции сердца и магистральных сосудов, способный оказывать влияние на кровообращение. Накопление исследований, связанных с визуализацией сердца, привело к пересмотру существовавших представлений о месте врожденных пороков сердца у спортсменов. В настоящее время само по себе выявление порока перестало быть фактором, препятствующим допуску к тренировкам. При отсутствии серьезных нарушений гемодинамики и их последствий подобные занятия стали разрешать все большему количеству лиц [38–40].

*Ключевые параметры диагностики.* Основными критериями являются степень обструкции выхода из желудочков, величина объемной перегрузки желудочков из-за внутрисердечных шунтов или клапанной недостаточности, а также степень дисфункции ЛЖ (табл. 4).

### **Пролапс митрального клапана (ПМК)**

*Определение.* ПМК — патология, которая характеризуется пролабированием одной или обеих створок клапана в полость левого предсердия (ЛП) в систолу не менее чем на 2 мм. Изменения клапана характеризуются миксоматозной дегенерацией створок и сухожильных хорд и фиброэластическим дефицитом с медленно прогрессирующим течением.

*Ключевые параметры диагностики.* Выявляется в парастернальной позиции длинной оси сердца при двухмерной ЭхоКГ. Возможны утолщения створок в диастолу в их средней части и избыточность створок.

Недостаточность митрального клапана не тождественна ПМК, однако ее наличие и степень определяют гемодинамическое значение пролапса. Основным механизмом формирования митральной регургитации является нарушение коаптации створок клапана в систолу, обусловленное расширением клапанного кольца, удлинением первичных и вторичных хорд (или их разрывом), избытком площади створок.

Основные последствия ПМК с регургитацией — дилатация ЛП, а затем и ЛЖ, повышение давления в легочной артерии, сердечная недостаточность. Дополнительные осложнения — аритмии, инфекционный эндокардит. Основными причинами аритмий считается наличие фиброза миокарда и MAD (mitral annular disjunction), когда митральное кольцо прикрепляется на значительном расстоянии от миокарда свободной стенки ЛЖ [59].

### **Двустворчатый аортальный клапан (ДАК)**

*Определение.* Патология характеризуется наличием двух створок аортального клапана вместо трех. Примерно в 30% случаев клапан функционирует нормально, в остальных развивается стеноз и/или недостаточность, сопровождающиеся гипертрофией и дилатацией левого желудочка с последующими нарушениями его функции и сердечной недостаточностью. У пациентов с ДАК повышена частота развития дилатации корня или восходящей аорты, что может привести к аневризме аорты. В генезе и прогрессировании аортопатии участвуют генетические вариации и другие факторы, в частности высокое давление в аорте. При отсутствии дисфункции клапана или дилатации аорты занятия спортом допустимы, однако такие пациенты требуют постоянного диспансерного наблюдения и систематического измерения диаметра аорты на стандартных уровнях.

*Ключевые параметры диагностики.* Обычно патология протекает без клинических симптомов. К ключевым показателям относится выявление при ЭхоКГ

двустворчатого аортального клапана в парастернальной проекции короткой оси и его дисфункции, а также дилатации аорты ( $z$ -score > 2).

### *Ишемическая болезнь сердца (атеросклероз коронарных артерий) и неатеросклеротические поражения коронарных артерий*

*Определение.* Ишемическая болезнь сердца (ИБС) встречается в основном у спортсменов старше 35 лет и характеризуется типичными клиническими симптомами коронарного синдрома, характерными изменениями ЭКГ и биомаркеров. Соответствующие риски появляются в основном у тренирующихся на выносливость (велосипедисты, бегуны на длинные дистанции, марафонцы) и коррелируют с длительностью тренировок (в годах) или величиной и интенсивностью регулярных нагрузок [31–32].

Острый коронарный синдром (ОКС), индуцированный физической нагрузкой, в большинстве случаев возникает в результате разрушения атеросклеротической бляшки и коронарного тромбоза. У спортсменов, тренирующихся на выносливость, ОКС и ишемия миокарда также могут возникать из-за дисбаланса между доставкой и потреблением кислорода в результате стабильной кальцинированной бляшки и фиксированного стеноза артерии.

*Ключевые параметры диагностики.* Основную роль играет клиническая симптоматика, в т.ч. отмечающаяся в анамнезе. Характерно возникновение коронарного синдрома при нагрузочном тесте.

Помимо типичных изменений КА по данным вскрытия у умерших спортсменов в 16% выявляют диссекцию коронарной артерии, в 12% — коронарный васкулит, в 6% — последствия спазма КА [30]. Данные патологии могут привести к внезапной смерти, несмотря на отсутствие атеросклероза. Диагностика обычно затруднена из-за возникновения заболевания вне медицинского осмотра и отсутствия предрасполагающих к нему изменений КА.

### **Врожденные аномалии коронарных артерий**

*Определение.* КА, отходящие от противоположно-го синуса аорты, являются наиболее частой врожденной коронарной патологией у молодых спортсменов, умерших внезапно [33]. В классификации Angelini P. представлено не менее 75 вариантов аномального отхождения, продолжения и окончания КА [34]. Особую опасность представляют КА, проходящие между аортной и легочной артерией и подвергающиеся сдавлению при усиленном сокращении сердца, а также имеющие щелевидное устье, остроугольное отхождение от аорты, интрамуральный ход или резкую гипоплазию [36, 37].

*Ключевые параметры диагностики.* Данные анамнеза (болевого синдром, сердцебиения, синкопе при нагрузке), эхокардиографическая картина отхождения КА от противоположного синуса аорты или сужения ее

Таблица 5

**Рабочая классификация развития заболеваний сердца у спортсменов**

Table 5

**Working classification of the heart disease development in athletes**

Стадия	Характеристики	Примеры
A	ВЫСОКИЙ РИСК РАЗВИТИЯ осложнений, т. к. есть заболевание, при котором они развиваются. Еще нет структурных или функциональных изменений миокарда, перикарда или клапанов, а также клинических симптомов заболевания	Семейная КМП, артериальная гипертензия, нарушения липидного обмена, сахарный диабет, ревматизм, употребление запрещенных веществ, алкоголизм, генетические синдромы, хроническая гипоксия миокарда
B	НАЛИЧИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СЕРДЦА, которые потенциально приводят к осложнениям. Клинических симптомов еще нет	Гипертрофия, фиброз миокарда, дилатация ЛЖ, локальные дискинезии ЛЖ, асимптомные врожденные и приобретенные пороки сердца, изменения коронарных артерий, перенесенный инфаркт миокарда
C	ЕСТЬ или БЫЛИ СИМПТОМЫ, связанные со структурной патологией сердца. Некоторые лица могут быть асимптомны на фоне постоянной медикаментозной терапии	Снижение толерантности к физической нагрузке, снижение спортивных результатов, не связанное с травмами. Высокое АД, требующее терапии. Диспноэ, слабость, сердцебиения, синкопальные состояния вследствие дисфункции ЛЖ или ПЖ

Примечание: ЛЖ — левый желудочек, ПЖ — правый желудочек, АД — артериальное давление.  
Note: LV — left ventricle, RV — right ventricle, BP — blood pressure.

устья и гипоплазии ствола, изменения ЭКГ при нагрузочном тесте и результаты коронарографии.

Мы располагаем наблюдением за спортсменом с врожденной гипоплазией правой КА на всем ее протяжении ( $z$ -score = -2,29), которая сопровождалась асимптомной ишемией миокарда при выполнении теста с физической нагрузкой [37]. Первичный диагноз сужения КА был поставлен на основании ЭхоКГ. Жалобы отсутствуют. Занимается спортом в течение 7 лет, кандидат в мастера спорта.

### Синдром Марфана

*Определение.* Синдром Марфана (СМ) представляет собой наследственное заболевание соединительной ткани, основными проявлениями которого считается сочетание аневризмы (диаметр аорты  $\geq 2$   $z$ -score) или расслоения корня аорты с эктопией хрусталика.

*Ключевые параметры диагностики.* У молодых лиц ведущим симптомом патологии может быть ПМК с регургитацией [46, 47]. Так как заболевание долгое время может протекать без явных клинических признаков, важная роль принадлежит скрининговым исследованиям. Обнаружение размеров аорты, превышающих

#### Вклад авторов:

**Шарыкин Александр Сергеевич** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Бадтиева Виктория Асланбековна** — написание текста статьи, редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Иванова Юлия Михайловна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Усманов Дамир Мунирович** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

популяционные нормативы, требует дальнейшей верификации диагноза СМ. При его подтверждении занятия спортом исключаются.

### 3. Выводы

Приведенные данные указывают, что существует значительное количество заболеваний, при которых риск ВСС сравнительно невысок, однако снижается качество жизни спортсменов и их функциональных возможностей. Таким образом, в современный скрининг необходимо включать и патологии, обуславливающие общую заболеваемость и преждевременную смертность по сравнению со здоровой популяцией. К ним относятся состояния, которые длятся год и более и требуют постоянной медицинской помощи или ограничивают повседневную активность, или и то и другое.

Так как неблагоприятные изменения сердца, как правило, развиваются постепенно, целесообразно выделить определенных диагностических стадий, которые определяют опасность или допустимость занятий спортом (табл. 5). Регистрация указанных заболеваний в процессе скрининга позволит снизить вероятность инвалидизации спортсменов и их социальной дезадаптации.

#### Authors' contributions:

**Alexander S. Sharykin** — article text writing, collection and processing of material.

**Viktoria A. Badtieva** — article text writing, editing, approval of the article final version.

**Iuliia M. Ivanova** — article text writing, collection and processing of material.

**Dmitriy M. Usmanov** — article text writing, collection and processing of material.



## Список литературы

1. Maisch B. Exercise and sports in cardiac patients and athletes at risk. Balance between benefit and harm. *Herz.* 2015;40(3):395–401. <https://doi.org/10.1007/s00059-015-4221-7>
2. Liu H.W., Huang L.W., Chiu S.N., Lue H.C., Wu M.H., Chen M.R., Wang J.K. Cardiac Screening for High Risk Sudden Cardiac Death in School-Aged Children. *Acta Cardiol. Sin.* 2020;36(6):641–648. [https://doi.org/10.6515/ACS.202011\\_36\(6\).20200515A](https://doi.org/10.6515/ACS.202011_36(6).20200515A)
3. Jortveit J., Klčovansky J., Døhlen G., Eskedal L., Birke-land S., Holmstrøm H. Out-of-hospital sudden cardiac arrest in children with congenital heart defects. *Arch. Dis. Child.* 2018;103(1):57–60. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312621>
4. McKinney J., Johri A.M., Poirier P., Fournier A., Goodman J.M., Moulson N., et al. Canadian Cardiovascular Society Cardiovascular Screening of Competitive Athletes: The Utility of the Screening Electrocardiogram to Predict Sudden Cardiac Death. *Can. J. Cardiol.* 2019;35(11):1557–1566. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.08.023>
5. Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr, Wood M.J., Berkstresser B., McClanahan C., et al. The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>
6. Baggish A.L., Wood M.J. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation.* 2011;123(23):2723–2735. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571>
7. Galderisi M., Cardim N., D'Andrea A., Bruder O., Cosyns B., Davin L., et al. The multi-modality cardiac imaging approach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015;16(4):353. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu323>
8. Elliott P.M., Anastasakis A., Borger M.A., Borggrefe M., Cecchi F., Charron P., et al. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2014;35(39):2733–2779. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu284>
9. Shah M. Hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiol. Young.* 2017;27(S1):S25–S30. <https://doi.org/10.1017/S1047951116002195>
10. Elliott P., Andersson B., Arbustini E., Bilinska Z., Cecchi F., Charron P., et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur. Heart J.* 2008;29(2):270–276. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm342>
11. Semsarian C., Ingles J., Maron M.S., Maron B.J. New perspectives on the prevalence of hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015 31;65(12):1249–1254. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.01.019>
12. Sharma S., Maron B.J., Whyte G., Firoozi S., Elliott P.M., McKenna W.J. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002;40(8):1431–1436. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)02270-2](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)02270-2)
13. Lander B.S., Phelan D.M., Martinez M.W., Dineen E.H. Hypertrophic Cardiomyopathy: Updates Through the Lens of Sports Cardiology. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2021;23(8):53. <https://doi.org/10.1007/s11936-021-00934-1>
14. Reichart D., Magnussen C., Zeller T., Blankenberg S. Dilated cardiomyopathy: from epidemiologic to genetic pheno-

## References

1. Maisch B. Exercise and sports in cardiac patients and athletes at risk. Balance between benefit and harm. *Herz.* 2015;40(3):395–401. <https://doi.org/10.1007/s00059-015-4221-7>
2. Liu H.W., Huang L.W., Chiu S.N., Lue H.C., Wu M.H., Chen M.R., Wang J.K. Cardiac Screening for High Risk Sudden Cardiac Death in School-Aged Children. *Acta Cardiol. Sin.* 2020;36(6):641–648. [https://doi.org/10.6515/ACS.202011\\_36\(6\).20200515A](https://doi.org/10.6515/ACS.202011_36(6).20200515A)
3. Jortveit J., Klčovansky J., Døhlen G., Eskedal L., Birke-land S., Holmstrøm H. Out-of-hospital sudden cardiac arrest in children with congenital heart defects. *Arch. Dis. Child.* 2018;103(1):57–60. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312621>
4. McKinney J., Johri A.M., Poirier P., Fournier A., Goodman J.M., Moulson N., et al. Canadian Cardiovascular Society Cardiovascular Screening of Competitive Athletes: The Utility of the Screening Electrocardiogram to Predict Sudden Cardiac Death. *Can. J. Cardiol.* 2019;35(11):1557–1566. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.08.023>
5. Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr, Wood M.J., Berkstresser B., McClanahan C., et al. The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>
6. Baggish A.L., Wood M.J. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation.* 2011;123(23):2723–2735. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571>
7. Galderisi M., Cardim N., D'Andrea A., Bruder O., Cosyns B., Davin L., et al. The multi-modality cardiac imaging approach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015;16(4):353. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu323>
8. Elliott P.M., Anastasakis A., Borger M.A., Borggrefe M., Cecchi F., Charron P., et al. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2014;35(39):2733–2779. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu284>
9. Shah M. Hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiol. Young.* 2017;27(S1):S25–S30. <https://doi.org/10.1017/S1047951116002195>
10. Elliott P., Andersson B., Arbustini E., Bilinska Z., Cecchi F., Charron P., et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur. Heart J.* 2008;29(2):270–276. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm342>
11. Semsarian C., Ingles J., Maron M.S., Maron B.J. New perspectives on the prevalence of hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015 31;65(12):1249–1254. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.01.019>
12. Sharma S., Maron B.J., Whyte G., Firoozi S., Elliott P.M., McKenna W.J. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002;40(8):1431–1436. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)02270-2](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)02270-2)
13. Lander B.S., Phelan D.M., Martinez M.W., Dineen E.H. Hypertrophic Cardiomyopathy: Updates Through the Lens of Sports Cardiology. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2021;23(8):53. <https://doi.org/10.1007/s11936-021-00934-1>
14. Reichart D., Magnussen C., Zeller T., Blankenberg S. Dilated cardiomyopathy: from epidemiologic to genetic pheno-

types: A translational review of current literature. *J. Intern. Med.* 2019;286(4):362–372. <https://doi.org/10.1111/joim.12944>

15. Millar L.M., Fanton Z., Finocchiaro G., Sanchez-Fernandez G., Dhutia H., Malhotra A., et al. Differentiation between athlete's heart and dilated cardiomyopathy in athletic individuals. *Heart.* 2020;106(14):1059–1065. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-316147>

16. Saberi S., Day S.M. Exercise Prescription for the Athlete with Cardiomyopathy. *Cardiol. Clin.* 2016;34(4):591–601. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2016.06.008>

17. Zorzi A., Cipriani A., Mattesi G., Vio R., Bettella N., Corrado D. Arrhythmogenic Cardiomyopathy and Sports Activity. *J. Cardiovasc. Transl. Res.* 2020;13(3):274–283. <https://doi.org/10.1007/s12265-020-09995-2>

18. Gasperetti A., Dello Russo A., Busana M., Dessanai M., Pizzamiglio F., Saguner A.M., et al. Novel risk calculator performance in athletes with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Heart Rhythm.* 2020;17(8):1251–1259. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.03.007>

19. Marcus F.I., McKenna W.J., Sherrill D., Basso C., Bauce B., Bluemke D.A., et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur. Heart J.* 2010;31(7):806–814. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq025>

20. Nugent A.W., Daubeney P.E., Chondros P., Carlin J.B., Colan S.D., Cheung M., et al. National Australian Childhood Cardiomyopathy Study. Clinical features and outcomes of childhood hypertrophic cardiomyopathy: results from a national population-based study. *Circulation.* 2005;112(9):1332–1338. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.530303>

21. Ross S.B., Jones K., Blanch B., Puranik R., McGeechan K., Barratt A., Semsarian C. A systematic review and meta-analysis of the prevalence of left ventricular non-compaction in adults. *Eur. Heart J.* 2020;41(14):1428–1436. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz317>

22. Femia G., Semsarian C., Ross S.B., Celermajer D., Puranik R. Left Ventricular Non-Compaction: Review of the Current Diagnostic Challenges and Consequences in Athletes. *Medicina (Kaunas).* 2020;56(12):697. <https://doi.org/10.3390/medicina56120697>

23. Rawish E., Stiermaier T., Santoro F., Brunetti N.D., Eitel I. Current Knowledge and Future Challenges in Takotsubo Syndrome: Part 1-Pathophysiology and Diagnosis. *J. Clin. Med.* 2021;10(3):479. <https://doi.org/10.3390/jcm10030479>

24. Y-Hassan S., Tornvall P. Epidemiology, pathogenesis, and management of takotsubo syndrome. *Clin. Auton. Res.* 2018;28(1):53–65. <https://doi.org/10.1007/s10286-017-0465-z>

25. Citro R., Lyon A.R., Meimoun P., Omerovic E., Redfors B., Buck T., et al. Standard and advanced echocardiography in takotsubo (stress) cardiomyopathy: clinical and prognostic implications. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(1):57–74. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.08.020>

26. Eichhorn C., Bière L., Schnell F., Schmied C., Wilhelm M., Kwong R.Y., Gräni C. Myocarditis in Athletes Is a Challenge: Diagnosis, Risk Stratification, and Uncertainties. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2020;13(2 Pt 1):494–507. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.01.039>

27. Caforio A.L., Pankuweit S., Arbustini E., Basso C., Gimeno-Blanes J., Felix S.B., et al. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur. Heart J.*

types: A translational review of current literature. *J. Intern. Med.* 2019;286(4):362–372. <https://doi.org/10.1111/joim.12944>

15. Millar L.M., Fanton Z., Finocchiaro G., Sanchez-Fernandez G., Dhutia H., Malhotra A., et al. Differentiation between athlete's heart and dilated cardiomyopathy in athletic individuals. *Heart.* 2020;106(14):1059–1065. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-316147>

16. Saberi S., Day S.M. Exercise Prescription for the Athlete with Cardiomyopathy. *Cardiol. Clin.* 2016;34(4):591–601. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2016.06.008>

17. Zorzi A., Cipriani A., Mattesi G., Vio R., Bettella N., Corrado D. Arrhythmogenic Cardiomyopathy and Sports Activity. *J. Cardiovasc. Transl. Res.* 2020;13(3):274–283. <https://doi.org/10.1007/s12265-020-09995-2>

18. Gasperetti A., Dello Russo A., Busana M., Dessanai M., Pizzamiglio F., Saguner A.M., et al. Novel risk calculator performance in athletes with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Heart Rhythm.* 2020;17(8):1251–1259. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.03.007>

19. Marcus F.I., McKenna W.J., Sherrill D., Basso C., Bauce B., Bluemke D.A., et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur. Heart J.* 2010;31(7):806–814. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq025>

20. Nugent A.W., Daubeney P.E., Chondros P., Carlin J.B., Colan S.D., Cheung M., et al. National Australian Childhood Cardiomyopathy Study. Clinical features and outcomes of childhood hypertrophic cardiomyopathy: results from a national population-based study. *Circulation.* 2005;112(9):1332–1338. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.530303>

21. Ross S.B., Jones K., Blanch B., Puranik R., McGeechan K., Barratt A., Semsarian C. A systematic review and meta-analysis of the prevalence of left ventricular non-compaction in adults. *Eur. Heart J.* 2020;41(14):1428–1436. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz317>

22. Femia G., Semsarian C., Ross S.B., Celermajer D., Puranik R. Left Ventricular Non-Compaction: Review of the Current Diagnostic Challenges and Consequences in Athletes. *Medicina (Kaunas).* 2020;56(12):697. <https://doi.org/10.3390/medicina56120697>

23. Rawish E., Stiermaier T., Santoro F., Brunetti N.D., Eitel I. Current Knowledge and Future Challenges in Takotsubo Syndrome: Part 1-Pathophysiology and Diagnosis. *J. Clin. Med.* 2021;10(3):479. <https://doi.org/10.3390/jcm10030479>

24. Y-Hassan S., Tornvall P. Epidemiology, pathogenesis, and management of takotsubo syndrome. *Clin. Auton. Res.* 2018;28(1):53–65. <https://doi.org/10.1007/s10286-017-0465-z>

25. Citro R., Lyon A.R., Meimoun P., Omerovic E., Redfors B., Buck T., et al. Standard and advanced echocardiography in takotsubo (stress) cardiomyopathy: clinical and prognostic implications. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(1):57–74. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.08.020>

26. Eichhorn C., Bière L., Schnell F., Schmied C., Wilhelm M., Kwong R.Y., Gräni C. Myocarditis in Athletes Is a Challenge: Diagnosis, Risk Stratification, and Uncertainties. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2020;13(2 Pt 1):494–507. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.01.039>

27. Caforio A.L., Pankuweit S., Arbustini E., Basso C., Gimeno-Blanes J., Felix S.B., et al. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur. Heart J.*

2013;34(33):2636–2648, 2648a–2648d. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh210>

28. **Pilgrim J.L., Woodford N., Drummer O.H.** Cocaine in sudden and unexpected death: a review of 49 post-mortem cases. *Forensic Sci. Int.* 2013;227(1-3):52–9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.08.037>

29. **Maron B.J., Haas T.S., Ahluwalia A., Murphy C.J., Garberich R.F.** Demographics and Epidemiology of Sudden Deaths in Young Competitive Athletes: From the United States National Registry. *Am. J. Med.* 2016;129(11):1170–1177. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.02.031>

30. **Sheppard M.N.** Aetiology of sudden cardiac death in sport: a histopathologist's perspective. *Br. J. Sports Med.* 2012;46 Suppl 1(Suppl\_1):i15–21. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091415>

31. **Eckart R.E., Shry E.A., Burke A.P., et al.** Department of Defense Cardiovascular Death Registry Group. Sudden death in young adults: an autopsy-based series of a population undergoing active surveillance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011;58(12):1254–1261. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.01.049>

32. **Merghani A., Maestrini V., Rosmini S., Cox A.T., Dhutia H., Bastiaenan R., et al.** Prevalence of subclinical coronary artery disease in masters endurance athletes with a low atherosclerotic risk profile. *Circulation.* 2017;136(2):126–137. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026964>

33. **Basso C., Maron B.J., Corrado D., Thiene G.** Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000;35(6):1493–1501. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)00566-0](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00566-0)

34. **Angelini P.** Coronary artery anomalies: an entity in search of an identity. *Circulation.* 2007;115(10):1296–1305. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.618082>

35. **Harmon K.G., Asif I.M., Maleszewski J.J., Owens D.S., Prutkin J.M., Salerno J.C., et al.** Incidence and Etiology of Sudden Cardiac Arrest and Death in High School Athletes in the United States. *Mayo Clin. Proc.* 2016;91(11):1493–1502. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.07.021>

36. **Gräni C., Benz D.C., Steffen D.A., Giannopoulos A.A., Messerli M., Pazhenkottil A.P., et al.** Sports Behavior in Middle-Aged Individuals with Anomalous Coronary Artery from the Opposite Sinus of Valsalva. *Cardiology.* 2018;139(4):222–230. <https://doi.org/10.1159/000486707>

37. **Шарыкин А.С., Карелина Е.В., Константинова Н.К., Бадтиева В.А.** Изолированная гипоплазия правой коронарной артерии у юного спортсмена: описание клинического наблюдения и краткий обзор литературы. *Педиатрия им. Г.Н. Сперанского.* 2021;100(5):175–180. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2021-100-5-175-180>

38. **Шарыкин А.С.** Совместимы ли врожденные пороки сердца и спорт? *Consilium Medicum. Педиатрия (Прил.).* 2015;4:18–21.

39. **Шарыкин А.С., Субботин П.А., Павлов В.И., Бадтиева В.А., Трунина И.И., Попова Н.Е., Шильковская Е.В.** Эхокардиографический скрининг детей и подростков при допуске к занятиям спортом. *Росс. вестник перинатол. и педиатрии.* 2016;(1):71–79. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-1-71-79>

40. **Budts W., Pieles G.E., Roos-Hesselink J.W., Garza M.S., D'Ascenzi F., Giannakoulas G., et al.** Recommendations for participation in competitive sport in adolescent and adult athletes with Congenital Heart Disease (CHD): position statement of the Sports Cardiology & Exercise Section of the European Association of

2013;34(33):2636–2648, 2648a–2648d. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh210>

28. **Pilgrim J.L., Woodford N., Drummer O.H.** Cocaine in sudden and unexpected death: a review of 49 post-mortem cases. *Forensic Sci. Int.* 2013;227(1-3):52–9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.08.037>

29. **Maron B.J., Haas T.S., Ahluwalia A., Murphy C.J., Garberich R.F.** Demographics and Epidemiology of Sudden Deaths in Young Competitive Athletes: From the United States National Registry. *Am. J. Med.* 2016;129(11):1170–1177. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.02.031>

30. **Sheppard M.N.** Aetiology of sudden cardiac death in sport: a histopathologist's perspective. *Br. J. Sports Med.* 2012;46 Suppl 1(Suppl\_1):i15–21. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091415>

31. **Eckart R.E., Shry E.A., Burke A.P., et al.** Department of Defense Cardiovascular Death Registry Group. Sudden death in young adults: an autopsy-based series of a population undergoing active surveillance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011;58(12):1254–1261. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.01.049>

32. **Merghani A., Maestrini V., Rosmini S., Cox A.T., Dhutia H., Bastiaenan R., et al.** Prevalence of subclinical coronary artery disease in masters endurance athletes with a low atherosclerotic risk profile. *Circulation.* 2017;136(2):126–137. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026964>

33. **Basso C., Maron B.J., Corrado D., Thiene G.** Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000;35(6):1493–1501. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)00566-0](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00566-0)

34. **Angelini P.** Coronary artery anomalies: an entity in search of an identity. *Circulation.* 2007;115(10):1296–1305. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.618082>

35. **Harmon K.G., Asif I.M., Maleszewski J.J., Owens D.S., Prutkin J.M., Salerno J.C., et al.** Incidence and Etiology of Sudden Cardiac Arrest and Death in High School Athletes in the United States. *Mayo Clin. Proc.* 2016;91(11):1493–1502. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.07.021>

36. **Gräni C., Benz D.C., Steffen D.A., Giannopoulos A.A., Messerli M., Pazhenkottil A.P., et al.** Sports Behavior in Middle-Aged Individuals with Anomalous Coronary Artery from the Opposite Sinus of Valsalva. *Cardiology.* 2018;139(4):222–230. <https://doi.org/10.1159/000486707>

37. **Sharykin A.S., Karelina E.V., Konstantinova N.K., Badtieva V.A.** Isolated hypoplasia of the right coronary artery in a young athlete: a description of a clinical case and a brief review of the literature. *Pediatrics n.a. G.N. Speransky.* 2021;100(5):175–180 (In Russ.). <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2021-100-5-175-180>

38. **Sharykin A.S.** Whether congenital heart diseases and sport are compatible? *Consilium Medicum. Pediatrics (App.).* 2015;4:18–21 (in Russ.).

39. **Sharykin A.S., Subbotin P.A., Pavlov V.I., Badtieva V.A., Trunina I.I., Popova N.E., Shilykovskaya E.V.** Echocardiographic screening in children and teenagers to be admitted to sports activities. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii = Russian Bulletin of perinatology and pediatrics.* 2016;(1):71–79 (In Russ.). <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-1-71-79>

40. **Budts W., Pieles G.E., Roos-Hesselink J.W., Garza M.S., D'Ascenzi F., Giannakoulas G., et al.** Recommendations for participation in competitive sport in adolescent and adult athletes with Congenital Heart Disease (CHD): position statement of the Sports Cardiology & Exercise Section of the European Association of

Preventive Cardiology (EAPC), the European Society of Cardiology (ESC) Working Group on Adult Congenital Heart Disease and the Sports Cardiology, Physical Activity and Prevention Working Group of the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPCC). *Eur. Heart. J.* 2020;41(43):4191–4199. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa501>

41. **Vehmeijer J.T., Koyak Z., Leerink J.M., Zwinderman A.H., Harris L., Peinado R., et al.** Identification of patients at risk of sudden cardiac death in congenital heart disease: The PROspEctIVE study on implaNTable cardiOverter defibrillator therapy and suddeN cardiac death in Adults with Congenital Heart Disease (PREVENTION-ACHD). *Heart Rhythm.* 2021;18(5):785–792. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.01.009>

42. **Siddiqi H., Isselbacher E., Suzuki T., Montgomery D., Pape L., Fattori R., et al.** Is size a good predictor of dissection risk in patients with Marfan syndrome or bicuspid aortic valves? Insights from the international registry of acute aortic dissection (IRAD). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012;59(13\_Supplement):E1883. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(12\)61884-1](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(12)61884-1)

43. **Harris K.M., Tung M., Haas T.S., Maron B.J.** Under-recognition of aortic and aortic valve disease and the risk for sudden death in competitive athletes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015;65(8):860–862. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.09.094>

44. **Шарыкин А.С., Трунина И.И., Карелина Е.В., Дмитриев И.И., Якунина Е.А.** Патология аортального клапана у детей школьного возраста и возможности стресс-эхокардиографии. *Педиатрия.* 2018;97(3):42–51. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-3-42-51>

45. **Gati S., Malhotra A., Sedgwick C., Papamichael N., Dhutia H., Sharma R., et al.** Prevalence and progression of aortic root dilatation in highly trained young athletes. *Heart.* 2019;105(12):920–925. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-314288>

46. **Levine R.A., Triulzi M.O., Harrigan P., Weyman A.E.** The relationship of mitral annular shape to the diagnosis of mitral valve prolapsed. *Circulation.* 1987;75(4):756–767. <https://doi.org/10.1161/01.cir.75.4.756>

47. **Freed L.A., Benjamin E.J., Levy D., Larson M.G., Evans J.C., Fuller D.L., et al.** Mitral valve prolapse in the general population. The benign nature of echocardiographic features in the Framingham Heart Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002;40(7):1298–1304. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)02161-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)02161-7)

48. **Han Y., Peters D.C., Salton C.J., Bzymek D., Neza-fat R., Goddu B., et al.** Cardiovascular magnetic resonance characterization of mitral valve prolapse. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2008;1(3):294–303. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2008.01.013>

49. **Nalliah C.J., Mahajan R., Elliott A.D., Haqqani H., Lau D.H., Vohra J.K., et al.** Mitral valve prolapse and sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis. *Heart.* 2019;105(2):144–151. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312932>

50. **Шарыкин А.С., Трунина И.И.** Пролапс митрального клапана. Современные принципы диагностики и тактика наблюдения. Москва, Рязань: ГУП РО «Рязанская областная типография»; 2020.

51. **De Paepe A., Devereux R.B., Dietz H.C., Hennekam R.C., Pyeritz R.E.** Revised diagnostic criteria for the Marfan syndrome. *Am. J. Med. Genet.* 1996;62(4):417–426. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8628\(19960424\)62:4<417::AID-AJMG15>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8628(19960424)62:4<417::AID-AJMG15>3.0.CO;2-R)

52. **van Karnebeek C.D., Naeff M.S., Mulder B.J., Hennekam R.C., Offringa M.** Natural history of cardiovascular manifestations in Marfan syndrome. *Arch. Dis. Child.* 2001;84(2):129–137. <https://doi.org/10.1136/adc.84.2.129>

Preventive Cardiology (EAPC), the European Society of Cardiology (ESC) Working Group on Adult Congenital Heart Disease and the Sports Cardiology, Physical Activity and Prevention Working Group of the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPCC). *Eur. Heart. J.* 2020;41(43):4191–4199. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa501>

41. **Vehmeijer J.T., Koyak Z., Leerink J.M., Zwinderman A.H., Harris L., Peinado R., et al.** Identification of patients at risk of sudden cardiac death in congenital heart disease: The PROspEctIVE study on implaNTable cardiOverter defibrillator therapy and suddeN cardiac death in Adults with Congenital Heart Disease (PREVENTION-ACHD). *Heart Rhythm.* 2021;18(5):785–792. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.01.009>

42. **Siddiqi H., Isselbacher E., Suzuki T., Montgomery D., Pape L., Fattori R., et al.** Is size a good predictor of dissection risk in patients with Marfan syndrome or bicuspid aortic valves? Insights from the international registry of acute aortic dissection (IRAD). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012;59(13\_Supplement):E1883. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(12\)61884-1](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(12)61884-1)

43. **Harris K.M., Tung M., Haas T.S., Maron B.J.** Under-recognition of aortic and aortic valve disease and the risk for sudden death in competitive athletes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015;65(8):860–862. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.09.094>

44. **Sharykin A.S., Trunina I.I., Karelina E.V., Dmitriev I.I., Yakunina E.A.** Pathology of the aortic valve in children of school age and possibilities of stress echocardiography. *Pediatrics.* 2018;97(3):42–51 (In Russ.). <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-3-42-51>

45. **Gati S., Malhotra A., Sedgwick C., Papamichael N., Dhutia H., Sharma R., et al.** Prevalence and progression of aortic root dilatation in highly trained young athletes. *Heart.* 2019;105(12):920–925. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-314288>

46. **Levine R.A., Triulzi M.O., Harrigan P., Weyman A.E.** The relationship of mitral annular shape to the diagnosis of mitral valve prolapsed. *Circulation.* 1987;75(4):756–767. <https://doi.org/10.1161/01.cir.75.4.756>

47. **Freed L.A., Benjamin E.J., Levy D., Larson M.G., Evans J.C., Fuller D.L., et al.** Mitral valve prolapse in the general population. The benign nature of echocardiographic features in the Framingham Heart Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002;40(7):1298–1304. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)02161-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)02161-7)

48. **Han Y., Peters D.C., Salton C.J., Bzymek D., Neza-fat R., Goddu B., et al.** Cardiovascular magnetic resonance characterization of mitral valve prolapse. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2008;1(3):294–303. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2008.01.013>

49. **Nalliah C.J., Mahajan R., Elliott A.D., Haqqani H., Lau D.H., Vohra J.K., et al.** Mitral valve prolapse and sudden cardiac death: a systematic review and meta-analysis. *Heart.* 2019;105(2):144–151. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312932>

50. **Sharykin A.S., Trunina I.I.** Mitral valve prolapse. Modern principles of diagnostics and observation tactics. Moscow, Ryazan: Ryazan Regional Printing House; 2020 (In Russ.).

51. **De Paepe A., Devereux R.B., Dietz H.C., Hennekam R.C., Pyeritz R.E.** Revised diagnostic criteria for the Marfan syndrome. *Am. J. Med. Genet.* 1996;62(4):417–426. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8628\(19960424\)62:4<417::AID-AJMG15>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8628(19960424)62:4<417::AID-AJMG15>3.0.CO;2-R)

52. **van Karnebeek C.D., Naeff M.S., Mulder B.J., Hennekam R.C., Offringa M.** Natural history of cardiovascular manifestations in Marfan syndrome. *Arch. Dis. Child.* 2001;84(2):129–137. <https://doi.org/10.1136/adc.84.2.129>

53. Maron B.J., Maron M.S. Contemporary strategies for risk stratification and prevention of sudden death with the implantable defibrillator in hypertrophic cardiomyopathy. *Heart Rhythm*. 2016;13(5):1155–1165. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.12.048>

54. King G., Foley J.B., Royse C.F., Yastrebov K., Hussey M., Boyle G., et al. Myocardial stiffness and the timing difference between tissue Doppler imaging Ea and peak mitral valve opening can distinguish physiological hypertrophy in athletes from hypertrophic cardiomyopathy. *Eur. J. Echocardiography*. 2006;7(6): 423–429. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.09.008>

55. Afonso L., Kondur A., Simegn M., Niraj A., Hari P., Kaur R., et al. Two-dimensional strain profiles in patients with physiological and pathological hypertrophy and preserved left ventricular systolic function: a comparative analysis. *BMJ Open*. 2012;2(4):e001390. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001390>

56. Karaca Özer P., Ayduk Gövdeli E., Engin B., Atıcı A., Baykız D., Orta H., et al. Role of global longitudinal strain in discriminating variant forms of left ventricular hypertrophy and predicting mortality. *Anatol. J. Cardiol*. 2021;25(12):863–871. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2021.21940>

57. Chan R.H., Maron B.J., Olivotto I., Pencina M.J., Assenza G.E., Haas T., et al. Prognostic value of quantitative contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance for the evaluation of sudden death risk in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2014;130(6):484–495. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007094>. PMID: 25092278

58. Masso A.H., Uribe C., Willerson J.T., Cheong B.Y., Davis B.R. Left Ventricular Noncompaction Detected by Cardiac Magnetic Resonance Screening: A Reexamination of Diagnostic Criteria. *Tex. Heart Inst. J*. 2020;47(3):183–193. <https://doi.org/10.14503/THIJ-19-7157>

59. Konda T., Tani T., Suganuma N., Fujii Y., Ota M., Kitai T., et al. Mitral annular disjunction in patients with primary severe mitral regurgitation and mitral valve prolapse. *Echocardiography*. 2020;37(11):1716–1722. <https://doi.org/10.1111/echo.14896>

53. Maron B.J., Maron M.S. Contemporary strategies for risk stratification and prevention of sudden death with the implantable defibrillator in hypertrophic cardiomyopathy. *Heart Rhythm*. 2016;13(5):1155–1165. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.12.048>

54. King G., Foley J.B., Royse C.F., Yastrebov K., Hussey M., Boyle G., et al. Myocardial stiffness and the timing difference between tissue Doppler imaging Ea and peak mitral valve opening can distinguish physiological hypertrophy in athletes from hypertrophic cardiomyopathy. *Eur. J. Echocardiography*. 2006;7(6):423–429. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.09.008>

55. Afonso L., Kondur A., Simegn M., Niraj A., Hari P., Kaur R., et al. Two-dimensional strain profiles in patients with physiological and pathological hypertrophy and preserved left ventricular systolic function: a comparative analysis. *BMJ Open*. 2012;2(4):e001390. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001390>

56. Karaca Özer P., Ayduk Gövdeli E., Engin B., Atıcı A., Baykız D., Orta H., et al. Role of global longitudinal strain in discriminating variant forms of left ventricular hypertrophy and predicting mortality. *Anatol. J. Cardiol*. 2021;25(12):863–871. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2021.21940>

57. Chan R.H., Maron B.J., Olivotto I., Pencina M.J., Assenza G.E., Haas T., et al. Prognostic value of quantitative contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance for the evaluation of sudden death risk in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2014;130(6):484–495. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007094>. PMID: 25092278

58. Masso A.H., Uribe C., Willerson J.T., Cheong B.Y., Davis B.R. Left Ventricular Noncompaction Detected by Cardiac Magnetic Resonance Screening: A Reexamination of Diagnostic Criteria. *Tex. Heart Inst. J*. 2020;47(3):183–193. <https://doi.org/10.14503/THIJ-19-7157>

59. Konda T., Tani T., Suganuma N., Fujii Y., Ota M., Kitai T., et al. Mitral annular disjunction in patients with primary severe mitral regurgitation and mitral valve prolapse. *Echocardiography*. 2020;37(11):1716–1722. <https://doi.org/10.1111/echo.14896>

#### Информация об авторах:

**Шарыкин Александр Сергеевич\***, д.м.н., профессор кафедры госпитальной педиатрии им. академика В.А. Таболина ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000000253787316>

**Бадтиева Виктория Асланбековна**, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заведующая филиалом № 1 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», руководитель отдела спортивной медицины и клинической фармакологии, 105120, Россия, Москва, ул. Земляной Вал, 53; профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова», 119296, Россия, Москва, Ленинский пр., д. 62/1. ORCID: <https://orcid.org/000000034291679X>

**Иванова Юлия Михайловна**, к.м.н., врач функциональной диагностики, отделения функциональной диагностики и спортивной медицины Клиники спортивной медицины (филиал №1) ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», 105120, Россия, Москва, ул. Земляной Вал, 53. ORCID: <https://orcid.org/0000000246168322>

**Усманов Дамир Мунирович**, врач спортивной медицины, отдела медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнований, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, Россия, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5.

#### Information about the authors:

**Alexander S. Sharykin\***, MD, D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Hospital Pediatrics of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000000253787316>

**Viktoria A. Badtieva**, corresponding member of the RAS, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of Branch No. 1 of Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53 Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia; Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 62/1 Leninsky ave., Moscow, 119296, Russia. ORCID: <https://orcid.org/000000034291679X>

**Iuliia M. Ivanova**, M.D., Ph.D. (Medicine), doctor of functional diagnostics, Department of Functional Diagnostics and Sports Medicine, Branch No. 1 of Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53 Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000000246168322>

**Dmitriy M. Usmanov**, doctor of sports medicine, Department of medical support for sports teams and competitions of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilivskaya str., Moscow, 121059, Russia

## Причины прекращения занятий спортом: ретроспективный анализ физической активности студентов-медиков

С.В. Дубоносова

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучение распространенности занятий в спортивных секциях при обучении в школе и причин их прекращения у студентов-медиков 1-го курса.

**Материалы и методы:** проведено ретроспективное исследование по данным анкетирования 851 студента (577 девушек и 274 юноши), поступивших в Медицинский институт в период с 2016 по 2020 год.

**Результаты:** положительно на вопрос о занятиях физической культурой и спортом в прошлом ответили 79,9 % юношей по сравнению с 71,1 % девушек ( $p = 0,0064$ ). К моменту проведения опроса прекратили спортивные тренировки 257 студентов (40,9 % всех занимавшихся в школьные годы), девушки чаще юношей (46,6 % против 30,1 %,  $p = 0,0001$ ). Травмы и заболевания привели к завершению занятий у 13,2 % студентов. Наиболее частыми оказались прочие причины ухода из спорта (более 50 % у лиц обоего пола), в то время как отсутствие спортивных успехов встречалось в 11–18 раз реже, как и физические трудности переносимости нагрузок. 34,2 % респондентов, ушедших из спорта, указали на наличие отклонений в состоянии здоровья в момент анкетирования, что было значимо выше, чем у лиц, продолжавших тренировки. Сходные результаты были получены по количеству субъективных жалоб ( $p < 0,05$  для лиц обоего пола). По данным корреляционного анализа, как прошлая ( $r = 0,10$ ), так и настоящая физическая активность ( $r = 0,12$ ) повышает уровень здоровья ( $p < 0,05$ ), а также снижает индекс цветового теста М. Люшера ( $r = -0,068$  и  $r = -0,098$  соответственно).

**Заключение:** наличие отклонений в состоянии здоровья остается частым явлением среди студентов-первокурсников, но при занятиях спортом уровень здоровья повышается, а уровень нервно-психического напряжения снижается. Среди наиболее частых дифференцированных причин прекращения тренировок оказались травмы и заболевания.

**Ключевые слова:** физическая активность, спорт, юные спортсмены, здоровье, прекращение тренировок

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Дубоносова С.В. Причины прекращения занятий спортом: ретроспективный анализ физической активности студентов-медиков. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):21–27. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.3>

Поступила в редакцию: 11.05.2022

Принята к публикации: 13.10.2022

Online first: 15.05.2023

Опубликована: 16.06.2023

## Reasons for sports discontinuation: a retrospective analysis of the physical activity in medical students

Sofia V. Dubonosova

Tula State University, Tula, Russia

### ABSTRACT

**Objective:** to study the prevalence of school sports activities and the reasons of retirement from sport among first-year medical students.

**Materials and methods:** A retrospective study was conducted on 851 students (577 girls and 274 boys) entered Medical School in the period of 2016–2022 using the questionnaire data.

**Results:** 79.9 % boys responded positively on the question about their past physical activities and sport in comparison with 71.1 % girls ( $p = 0,0064$ ). At the time of the survey 257 students had retired from sport (40.9 % of all young men involving into sport during school time), more frequent among girls compared with boys (46.6 % and 30.1 % respectively,  $p = 0,0001$ ). Injuries and diseases led to early retirement from sport in 13.2 % of students. The most common reason of sports retirement was other reasons (more than 50 % of students), while the lack of sports success occurred 11–18 times rarer, as were physical difficulties in endurance of sport activities. 34.2 % of the respondents retired from sport noted some health disorders at the questioning moment, the rate of them was significantly higher than among students continuing sport trainings. The same results were obtained in the quantity of subjective health complaints ( $p < 0,05$  for both genders). Correlation analysis revealed that both past ( $r = 0,10$ ) and present ( $r = 0,12$ ) physical activity increased the health level ( $p < 0,05$ ) and also reduced the M. Luscher color test index ( $r = -0,069$  и  $r = -0,098$  respectively).

**Conclusion:** Health disorders remain the common problem among first-year students, however sports activity increases the health level and decreases the psychoemotional strain. Sports injury and health disorders were among the most frequent and differential causes of retirement from sport.

**Keywords:** physical activity, sport, young athletes, health, retirement from sport

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

**For citation:** Dubonosova S.V. Reasons for sports discontinuation: a retrospective analysis of the physical activity in medical students. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):21–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.3>

**Received:** 11 May 2022

**Accepted:** 13 October 2022

**Online first:** 15 May 2023

**Published:** 16 June 2023

### 1. Введение

**Актуальность.** Вопрос сохранения спортивного контингента является одним из важнейших аспектов в сфере подготовки высококвалифицированных спортсменов в России [1, 4, 9]. За последнее время были проведены отдельные социологические исследования, позволившие выявить некоторые причины прекращения занятий физической культурой и спортом, среди которых: большая нагрузка, отсутствие свободного времени, неопределенность с любимым видом спорта или системой упражнений [5, 9, 10]. Различные отклонения в состоянии здоровья также могут служить одной из причин прекращения тренировок [3, 7, 9]. Ситуация усугубляется снижением интереса молодых людей к продолжительным, регулярным занятиям в спортивных секциях, что в последующем может отрицательно сказаться на уровне их здоровья [2, 6]. Важно отметить, что преждевременный уход молодых и квалифицированных спортсменов может негативным образом отражаться на результатах выступления российских сборных команд на международных соревнованиях [1, 8, 10].

**Целью исследования** явилось изучение распространенности занятий в спортивных секциях при обучении

в школе и причин их прекращения у студентов-медиков 1-го курса.

### 2. Материалы и методы

Ретроспективное исследование выполнялось в межкафедральной лаборатории мониторинга здоровья ТулГУ по данным анкетирования 851 студента (577 девушек и 274 юноши), поступивших в Медицинский институт в период с 2016 по 2020 год. Во время обучения в 1-м семестре студенты отвечали на 45 вопросов поведенческого характера в компьютерной программе «Валеоскан2». Для статистической обработки использовался стандартный пакет анализа MS Excel 11.0, данные представлены как  $M \pm m$ . Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

### 3. Результаты исследования и их обсуждение

Средний возраст студентов 1-го курса на момент обследования составил  $17,4 \pm 1,5$  года. Данные антропометрии и показатели гемодинамики юношей и девушек представлены в табл. 1.

Средний индекс массы тела (ИМТ) располагался в зоне нормы у девушек и приближался к ее верхней

Таблица 1

Антропометрические и гемодинамические показатели студентов-первокурсников ( $M \pm m$ )

Table 1

Anthropometric and hemodynamic parameters of first-year students ( $M \pm m$ )

Исследуемый показатель Indicator	Юноши Men (n = 274)	Девушки Women (n = 577)
Длина тела, см Height, cm	180,2 ± 0,4	165,6 ± 0,3
Масса тела, кг Body mass, kg	76,3 ± 0,9	58,4 ± 0,4
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	23,5 ± 0,3	21,3 ± 0,1
ЧСС, уд/мин Heart rate, bpm	81,8 ± 0,8	85,8 ± 0,6*
Систолическое АД, мм рт.ст. Systolic blood pressure, mm Hg	130,0 ± 0,8	117,4 ± 0,5**
Диастолическое АД, мм рт.ст. Diastolic blood pressure, mm Hg	77,4 ± 0,5	75,8 ± 0,4

Примечание: достоверность различий: \* —  $P < 0,01$ , \*\* —  $P < 0,05$ .

Note: validity of differences: \* —  $P < 0.01$ , \*\* —  $P < 0.05$ .



границе у юношей. Средняя ЧСС была достоверно выше у девушек, а систолическое АД — у юношей, располагаясь в зоне «высокого нормального» АД, в то время как у девушек оно было «оптимальным». Различий в уровне диастолического АД не было. Указали различные отклонения в состоянии здоровья 31,7 % студентов, в том числе 34,7 % девушек и 25,5 % юношей ( $p < 0,01$ ). Жалобы при обследовании предъявляли 30,4 % студентов (34,1 % девушек и 22,6 % юношей;  $p < 0,01$ ).

Положительно на вопрос о занятиях физической культурой и спортом в прошлом ответили 79,9 % юношей по сравнению с 71,1 % девушек ( $p = 0,0064$ ). Сведения о частоте занятий и спортивной квалификации во время обучения в школе представлены в табл. 2.

Выявлены гендерные различия в частоте занятий. Так, юноши на 9 % чаще занимались спортом в школьные годы ( $p = 0,0053$ ), чем девушки; на 14 % чаще посещали несколько спортивных секций ( $p = 0,0001$ ) и на 11,6 % чаще имели спортивные разряды ( $p = 0,0001$ ). Достоверных взаимосвязей между количеством видов спорта, которыми занимались молодые люди за время активного тренировочного процесса, и наличием у них спортивных достижений выявлено не было.

Длительность занятий спортом в период школьного обучения представлена в табл. 3.

Достоверных гендерных различий по длительности занятий спортом не обнаружено. У 34,2 % юношей и 32,7 % девушек стаж занятий был свыше 4 лет.

Примечательно, что более 90 % студентов посещали спортивные секции более 1 года, и только 6,5 % опрошенных (4,6 % юношей и 7,6 % девушек) — менее.

Кроме того, установлена слабая, но достоверная отрицательная корреляционная связь между длительностью занятий во время обучения школе и вероятностью прекращения тренировок в вузе ( $r = -0,14$ ;  $p = 0,001$ ), что одинаково часто встречалось как среди девушек ( $r = -0,14$ ,  $p = 0,006$ ), так и среди юношей ( $r = -0,17$ ,  $p = 0,004$ ).

Указали занятия разными видами спорта 53,6 % студентов, при этом у юношей междисциплинарные переходы встречались достоверно чаще, чем у девушек (61,6 % против 49,3 %,  $p = 0,0033$ ).

В табл. 4 представлены основные виды спорта, которыми занимались юноши и девушки в школьные годы.

Анализ по видам спорта показал, что юноши, указавшие один вид спорта, в 35,7 % случаев занимались спортивными играми, в 23,8 % — прочими видами спорта и в 22,6 % — циклическими видами. 31,7 % девушек занимались прочими видами спорта, 27,4 % — спортивными играми и 25,5 % — циклическими видами.

К моменту проведения опроса окончательно прекратили спортивные тренировки 257 студентов (40,9 % всех занимавшихся в школьные годы), причем у девушек это случалось на 16,5 % чаще, чем у юношей (46,6 % против 30,1 %,  $p = 0,0001$ ), в то время как начали занятия только 3 юноши и 1 девушка. Динамика числа занимающихся представлена на рис. 1.

Таблица 2

**Распространенность занятий спортом в школьные годы и спортивная квалификация студентов ( $n = 851$ )**

Table 2

**Prevalence of school sports activities and sports qualification of students ( $n = 851$ )**

Физическая активность в школьные годы Physical activity during school years	Юноши Men ( $n = 274$ )		Девушки Women ( $n = 577$ )	
	абс./abs.	%	абс./abs.	%
Занимались спортом Sports activity in the past	219	79,9	410	71,1*
Занимались несколькими спортивными дисциплинами Different sports disciplines	135	49,2	202	35,0*
Имели спортивный разряд, в том числе: Had sports qualification as:	61	22,3	62	10,7*
Юношеские разряды Junior categories	19	6,9	31	5,4
II, III разряд II, III-class categories	21	7,7	20	3,5*
I разряд, КМС I-class category, Candidate Master of Sports	18	6,6	11	1,9*
МС Master of Sports	3	1,1	-	-

Примечание: достоверность различий: \* —  $P < 0,01$ .

Note: validity of differences: \* —  $P < 0.01$ .

Таблица 3

Длительность занятий спортом студентов-медиков в школьные годы ( $n = 629$ )

Table 3

Duration of sports activities of medical students during school years ( $n = 629$ )

Длительность занятий спортом в прошлом Duration of the past physical activity	Юноши Men ( $n = 219$ )		Девушки Women ( $n = 410$ )	
	абс./abs.	%	абс./abs.	%
1–2 месяца 1–2 months	1	0,5	6	1,5
До 6 месяцев Up to 6 months	4	1,8	16	3,9
От 6 месяцев до 1 года From 6 months to 1 year	5	2,3	9	2,2
1–2 года 1–2 years	66	30,1	133	32,4
3–4 года 3–4 years	68	31,1	112	27,3
Более 4 лет More than 4 years	75	34,2	134	32,7

Для ответа на вопрос о причинах прекращения занятий предлагались следующие варианты: 1 — не было спортивных успехов; 2 — было физически трудно; 3 — по независимым от меня причинам (уход тренера, нет инвентаря); 4 — травма; 5 — болезнь; 6 — другие причины.

Данные опроса о причинах прекращения занятий во время обучения в школе представлены на рис. 2.

Таблица 4

Виды спорта, которыми занимались студенты-первокурсники разного пола в школьные годы ( $n = 629$ )

Table 4

First-year students' athletic disciplines during their school years depending on gender ( $n = 629$ )

Виды спорта Athletic disciplines	Юноши Men ( $n = 84$ )		Девушки Women ( $n = 208$ )	
	абс./abs.	%	абс./abs.	%
Спортивные игры Sport games	30	35,7	57	27,4
Циклические виды спорта Cyclic sports	19	22,6	53	25,5
Единоборства Combat sports	9	10,7	2	0,9
Сложнокоординационные виды спорта Complex coordination sports	6	7,2	30	14,5
Прочие виды Others	20	23,8	66	31,7

Примечание: достоверность различий: \* —  $P < 0,01$ .  
Note: validity of differences: \* —  $P < 0.01$ .

Наиболее частой причиной ухода из спорта оказались прочие причины (53,9 % юношей и 58,3 % девушек), в то время как отсутствие спортивных успехов встречалось в 11–18 раз реже (4,6 и 3,2 %), как и физические трудности переносимости нагрузок (3,7 и 2,2 %).

Травмы и заболевания привели к прекращению тренировок у 13,2 % студентов (15,0 % юношей и 12,2 % девушек,  $p > 0,05$ ), при этом после травм это наблюдалось

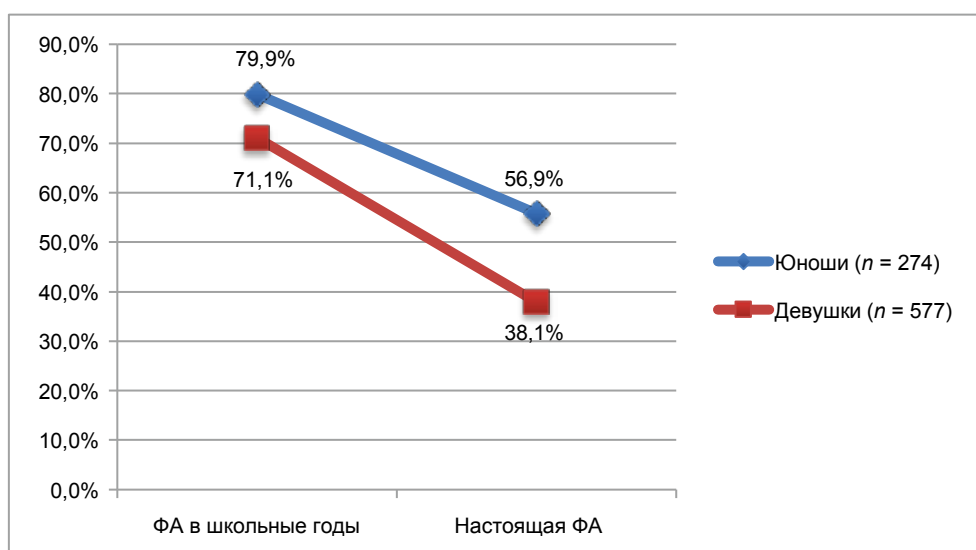


Рис. 1. Динамика уровня физической активности (ФА) студентов-первокурсников в школьные годы и при обучении на 1-м курсе медицинского института

Fig. 1. Dynamics of the level of physical activity of first-year students during school years and the first year of study in medical school

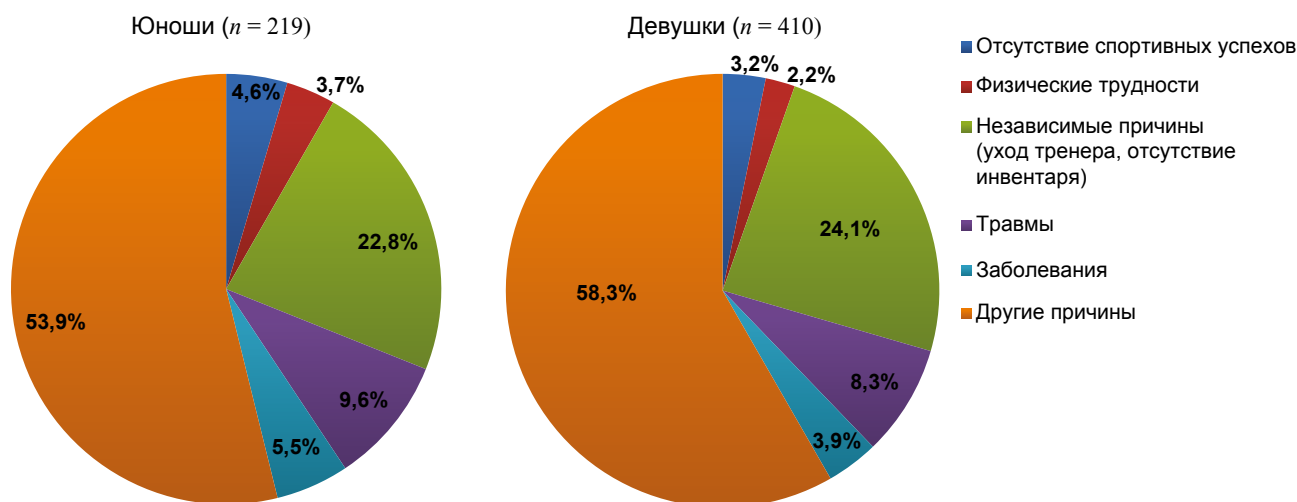


Рис. 2. Причины прекращения тренировок в школьное время в зависимости от пола ( $n = 257$ )  
Fig. 2. Reasons for stopping of training during school time depending on gender ( $n = 257$ )

почти в 2 раза чаще, независимо от пола, чем вследствие заболеваний (в 1,75 раз — у юношей и в 2,13 раза — у девушек). 36,7 % студентов этой подгруппы занимались одним видом спорта, остальные указали несколько видов, из них 37,8 % — свыше трех спортивных дисциплин.

Наиболее часто медицинские проблемы возникали при занятиях спортивными играми (футбол, волейбол, баскетбол) и циклическими видами спорта (преимущественно плаванием, несколько реже легкой атлетикой). 32,5 % студентов (27/83) имели спортивные разряды, что значимо больше, чем у прекративших занятия вследствие других причин (17,2 %,  $p = 0,001$ ). Не возобновили тренировки при обучении на 1-м курсе 30/83 студентов (36,1 %), указавших медицинские причины, при этом 2/3 составили травмы и 1/3 — заболевания ( $p = 0,0027$ ).

Обращает на себя внимание, что 34,2 % респондентов, прекративших занятия спортом, указали на наличие отклонений в состоянии здоровья в момент анкетирования вне зависимости от пола или вида спорта.

Однако оказалось, что частота этих отклонений у студентов, прекративших занятия спортом, была достоверно выше по сравнению с продолжающими тренировки, как среди юношей (36,4 % против 15,4 %), так и среди девушек (33,5 % против 23,6 %). Сходные результаты были получены по количеству субъективных жалоб ( $p < 0,05$  для лиц обоего пола).

Для изучения влияния занятий спортом в школьные годы на самооценку уровня здоровья при обучении на 1 курсе был проведен корреляционный анализ среди всех опрошенных ( $n = 851$ ). Оказалось, что как прошлая ( $r = 0,10$ ), так и настоящая физическая активность ( $r = 0,12$ ) повышает уровень здоровья ( $p < 0,05$ ). Более того, анализ показал выраженное антистрессовое влияние занятий спортом: как прошлая, так и настоящая ФА снижала индекс цветового теста М. Люшера (ИЦТЛ;  $r = -0,069$  и  $r = -0,098$  соответственно). Прекращение

занятий спортом в школьные годы коррелировало с увеличением ИЦТЛ: была выявлена достоверно значимая корреляционная взаимосвязь слабой силы.

#### 4. Обсуждение результатов

Исследование проведено для изучения причин прекращения тренировок у студентов и обоснования необходимости сохранения оптимального уровня физической активности в течение всей жизни. В работах зарубежных авторов также подчеркивается обеспокоенность тем, что молодые люди меньше занимаются спортом и демонстрируют более низкий уровень здоровья по сравнению с теми, кто занимается регулярно [4, 11, 14, 15].

В ходе текущего анализа было установлено, что более длительные занятия спортом в школьные годы снижали вероятность прекращения тренировок, однако при обучении на 1-м курсе 40,9 % занимавшихся ранее студентов посещали только обязательные занятия по физкультуре.

В ряде исследований, посвященных выяснению причин ухода молодых спортсменов из спорта [3] и междисциплинарным переходам [12], были выявлены три основные причины: рост тренировочных нагрузок, низкий уровень мотивации, взаимоотношения с тренером. В настоящей работе наиболее многочисленной оказалась группа «других причин», которые могут быть обусловлены и низким уровнем мотивации, что требует проведения дальнейшего анализа. На медицинские причины (травмы и заболевания) указали 13,2 % студентов.

Детальный анализ показал, что отклонения и жалобы на состояние здоровья имеются у каждого третьего студента-первокурсника, достоверно чаще у девушек, но при дополнительных занятиях спортом уровень здоровья повышается. Обнаруженные взаимосвязи уровня ФА и психоэмоциональной напряженности согласуются

с опубликованными ранее данными о наличии отрицательных двусторонних взаимосвязей стресса и физической активности [13].

Таким образом, проблема потери контингента занимающихся остается актуальной, поскольку снижение уровня физической активности отрицательно влияет

**Вклад автора:**

Дубоносова Софья Валерьевна — сбор и обработка материала, написание текста статьи, редактирование.

**Список литературы**

1. Аксёнова Н.В., Макаров Л.М., Комолятова В.Н. Патология сердца — как ведущая причина отводов от занятий спортом юных элитных спортсменов. Российский кардиологический журнал. 2021;(6):31.
2. Герега Н.Н. Студенты и их отношение к занятиям физической культурой и спортом. Ученые записки университета Лесгафта. 2017;(5):22–26.
3. Дергач Е.А., Осипов А.Ю., Завьялов Д.А., Наговицын Р.С. Снижение риска ухода молодых спортсменов из спорта высших достижений на основе компьютерного прогнозирования. Теория и практика физической культуры. 2021;(2):29.
4. Камилова Р.Т., Мавлянова З.Ф., Абдусаматова Б.Э., Исакова Л.И. Занятость спортом и уровень двигательной активности учащихся. Спортивная медицина: наука и практика. 2017;7(3):86–91. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.86>
5. Кучма В.Р. Риск здоровью обучающихся в современной российской школе. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2018;(4):11–19.
6. Померанцев А.А., Овсянникова Т.В., Шкатов О.А., Борzych О.Г. Причины завершения спортивной карьеры студентами спортивных специальностей. Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2020;(1):85–91.
7. Рогова С.И., Калишев М.Г., Найденева Т.А. Субъективная оценка двигательной активности школьников. Медицина и экология. 2019;(4):40–48.
8. Рылова Н.В., Жолинский А.В. Морфо-функциональные особенности юных спортсменов. Спортивная медицина: наука и практика. 2020;10(2):19–28. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2020.2.19>
9. Савченко В.В. Раннее завершение карьеры в спортивных единоборствах восточной направленности в возрасте 16–18 лет в свете проблемы ухода из спорта в целом, возможности прогноза и корректировки проблемы. Вестник спортивной науки. 2019;(6):31–37.
10. Хурамшина А.З., Хурамшин Б.И. Мониторинг причин отказа юных и молодых спортсменов от спортивной карьеры. Вестник экономики, права и социологии. 2021;(3):125–129.
11. Hesketh K.R., Lakshman R., van Sluijs E.M.F. Barriers and facilitators to young children's physical activity and sedentary behaviour: a systematic review and synthesis of qualitative literature. *Obes. Rev.* 2017;18(9):987–1017. <https://doi.org/10.1111/obr.12562>
12. Knights S., Sherry E., Ruddock-Hudson M. Investigating elite end-of-athletic-career transition: A systematic review. *J. of Appl. Sport Psychol.* 2016;28(3):291–308. <https://doi.org/10.1080/10413200.2015.1128992>

на уровень здоровья и может способствовать повышению психоэмоциональной напряженности современной молодежи. Представляется, что решение данной проблемы может быть успешным только при совместном участии как преподавателей физкультуры и тренеров, так и медицинских работников.

**Authors' contributions:**

Sofia V. Dubonosova — collection and processing of material, text writing, editing.

**References**

1. Aksyonova N.V., Makarov L.M., Komoliatova V.N. Cardiac pathology as the leading cause of withdrawal from sports by young elite athletes. *Russian Journal of Cardiology.* 2021;(6):31 (In Russ).
2. Gerega N.N. Students and their attitude to physical culture and sports. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2017;(5):22–26 (In Russ).
3. Dergach E.A., Osipov A.Yu., Zavyalov D.A., Nagovitsyn R.S. Reducing the risk of young athletes leaving elite sports based on computer forecasting. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury = Theory and practice of physical culture.* 2021;(2):29 (In Russ).
4. Kamilova R.T., Mavlyanova Z.F., Abdusamatova B.E., Isa-kova L.I. Participation in sports and the level of physical activity of students. *Sports medicine: research and practice.* 2017;7(3):86–91 (In Russ). <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.86>
5. Kuchma V.R. Risk to the health of students in a modern Russian school. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya = Problems of school and university medicine and health.* 2018;(4):11–19 (In Russ).
6. Pomerantsev A.A., Ovsyannikova T.V., Shkatov O.A., Borzych O.G. Reasons for the end of a sports career by students of sports specialties. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universite-ta. Fizicheskaya kul'tura = Sport News of the Tula state university. Physical culture. Sport.* 2020;(1):85–91 (In Russ).
7. Rogova S.I., Kalishev M.G., Naydenova T.A. Subjective assessment of motor activity of schoolchildren. *Medicine and Ecology.* 2019;(4):40–48 (In Russ).
8. Rylova N.V., Zholinsky A.V. Morpho-functional features of young athletes. *Sports medicine: research and practice.* 2020;10(2):19–28 (In Russ). <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2020.2.19>
9. Savchenko V.V. Early termination of a career in martial arts of an oriental orientation at the age of 16–18 years in the light of the problem of leaving sports in general, the possibility of predicting and correcting the problem. *Vestnik sportivnoi nauki = Sports Science Bulletin.* 2019;(6):31–37 (In Russ).
10. Khuramshina A.Z., Khuramshin B.I. Monitoring the reasons for the refusal of young and young athletes from a sports career. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii = The Review of Econ-omy, the Law and Sociology.* 2021;(3):125–129 (In Russ).
11. Hesketh K.R., Lakshman R., van Sluijs E.M.F. Barriers and facilitators to young children's physical activity and sedentary behaviour: a systematic review and synthesis of qualitative literature. *Obes. Rev.* 2017;18(9):987–1017. <https://doi.org/10.1111/obr.12562>
12. Knights S., Sherry E., Ruddock-Hudson M. Investigating elite end-of-athletic-career transition: A systematic review. *J. of Appl. Sport Psychol.* 2016;28(3):291–308. <https://doi.org/10.1080/10413200.2015.1128992>

13. Schultchen D, Reichenberger J, Mittl T, Weh T.R.M., Smyth J.M., Blechert J, Pollatos O. Bidirectional relationship of stress and affect with physical activity and healthy eating. Br. J. Health Psychol. 2019;24(2):315–333. <https://doi.org/10.1111/bjhp.12355>

14. Wu X.U., Han L.H., Zhang J.H., Luo S., Hu J.W., Sun K. The influence of physical activity , sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. PLoS One. 2017;12(11): e0187668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187668>

15. Zwolski C., Quatman-Yates C., Paterno M.V. Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy. Sports Health. 2017;9(5):436–443. <https://doi.org/10.1177/1941738117704153>

13. Schultchen D, Reichenberger J, Mittl T, Weh T.R.M., Smyth J.M., Blechert J, Pollatos O. Bidirectional relationship of stress and affect with physical activity and healthy eating. Br. J. Health Psychol. 2019;24(2):315–333. <https://doi.org/10.1111/bjhp.12355>

14. Wu X.U., Han L.H., Zhang J.H., Luo S., Hu J.W., Sun K. The influence of physical activity , sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. PLoS One. 2017;12(11): e0187668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187668>

15. Zwolski C., Quatman-Yates C., Paterno M.V. Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy. Sports Health. 2017;9(5):436–443. <https://doi.org/10.1177/1941738117704153>

**Информация об авторе:**

Дубоносова Софья Валерьевна, аспирант кафедры «Пропедевтика внутренних болезней» Медицинского института ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». Россия, 300012, Тула, проспект Ленина, 92. (+7 (953) 426-86-24; 8447474@mail.ru)

**Information about the author:**

Sofia V. Dubonosova, Postgraduate Reseacher of the Department of Internal Diseases Propedeutics of Medical Institute of Tula State University. 92 Lenina Ave., Tula, 300012, Russia. (+7 (953) 426-86-24; 8447474@mail.ru)

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.9>

УДК: 677.026.444

Тип статьи: Обзор литературы / Review



## Системы захвата движений: медико-техническая оценка современного этапа развития технологии. Обзор литературы

М.Д. Иванова<sup>1,\*</sup>, С.В. Муравьев<sup>2</sup>, Г.З. Клоян<sup>1</sup>, В.Н. Никитин<sup>1</sup>, И.Д. Шитоев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия

<sup>2</sup> ООО «Йорд Тех», Пермь, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** провести сравнительный медико-технический анализ существующих систем захвата движений.

**Материалы и методы:** в качестве научной базы для достижения поставленной цели использовались открытые источники данных (ресурсы eLibrary, Scopus, PubMed и др.). Глубина поиска не ограничена.

**Результаты:** последовательно представлены сведения о безмаркерных и маркерных системах захвата движения, в том числе инерционных, мобильных, механических, оптоэлектронных, магнитных, и системах, использующих технологию виртуальной реальности. Выполнен сравнительный анализ медико-технических характеристик представленных систем.

**Заключение:** показано, что системы захвата движения — перспективное направление развития целой группы инструментов для диагностики локомоторной функции, которая может быть успешно интегрирована в клинику спортивной медицины. Системы захвата движения разнятся по своим техническим параметрам, что требует глубокого аналитического подхода в их использовании для решения разных клинических задач.

**Ключевые слова:** система захвата движения, локомоторная функция, моторная функция, движение, диагностика

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Иванова М.Д., Муравьев С.В., Клоян Г.З., Никитин В.Н., Шитоев И.Д. Системы захвата движений: медико-техническая оценка современного этапа развития технологии. Обзор литературы. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):28–40. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.9>

Поступила в редакцию: 15.11.2022

Принята к публикации: 19.04.2023

Online first: 15.05.2023

Опубликована: 16.06.2023

\* Автор, ответственный за переписку

## Motion capture systems: medical and technical assessment of the current stage of technology development. Literature review

Maria D. Ivanova<sup>1,\*</sup>, Sergey V. Muravev<sup>2</sup>, Gayane Z. Kloyan<sup>1</sup>, Vladislav N. Nikitin<sup>1</sup>, Ivan D. Shitoev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

<sup>2</sup> YordTech LLC, Perm, Russia

### ABSTRACT

**Objective:** to conduct a comparative medical and technical analysis of existing motion capture systems.

**Materials and methods:** open data sources (e-library, Scopus, PubMed, etc.) were used as a scientific base to achieve this aim. The search depth is not limited.

**Results:** information about marker-free and marker motion capture systems, including inertial, mobile, mechanical, optoelectronic, magnetic and systems using virtual reality technology, is consistently presented. A comparative analysis of the medical and technical characteristics of the presented systems was carried out.

**Conclusion:** it is shown that motion capture systems are a promising direction for the development of a whole group of tools for the diagnosis of locomotor function, which can be successfully integrated into a sports medicine clinic. Motion capture systems vary in their technical parameters, which requires a deep analytical approach in their use to solve different clinical problems.

**Keywords:** motion capture system, locomotor function, motor function, movement, diagnostics

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

**For citation:** Ivanova M.D., Muravev S.V., Kloyan G.Z., Nikitin V.N., Shitoev I.D. Motion capture systems: medical and technical assessment of the current stage of technology development. Literature review. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):28–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.9>

**Received:** 15 November 2022

**Accepted:** 19 April 2023

**Online first:** 15 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

## 1. Введение

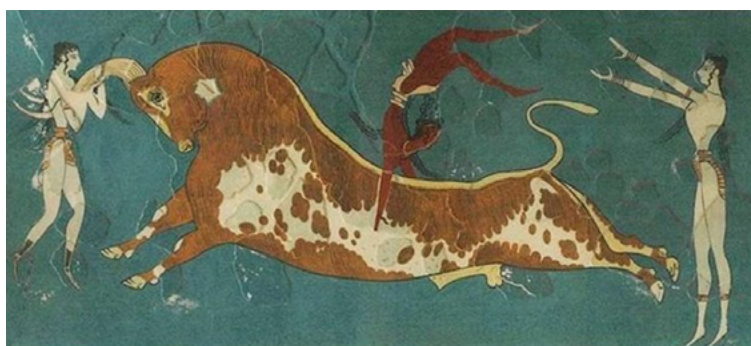
Движение — одно из фундаментальных проявлений живого, поэтому оценка движения — предмет одного из старейших наблюдений человечества, которые издревле носят практический мотив. Так, изображения методически правильных физических упражнений сопровождали пионерский труд «Книга тренинга» митанийца Киккули [1] — самое древнее методическое пособие по конным видам спорта. В то же время в местах распространения более «молодых» цивилизаций широко распространены статические изображения правильного выполнения тех или иных физических упражнений. Ярким образчиком такого свидетельства является фреска «Таврокатапсия» (ταυροκαταψιων, или «Игры с быком»), содержание которой объясняют как изображение ритуального быка и трех жрецов, тогда как в других источниках [2] эта фреска трактуется как «схема» выполнения акробатического прыжка (рис. 1).

По истечении тысячелетий визуальная объективная оценка стала прерогативой спортивной медицины, медицинской реабилитации и лечебной физкультуры в модифицированном виде — в контексте интенсивного развития техники и электроники. На протяжении XX века в качестве предмета оценки при изучении двигательных актов выступали разные модальности физических явлений, происходящих при движении человека: гониометрия (измерение углов конечностей [3]), динамометрия

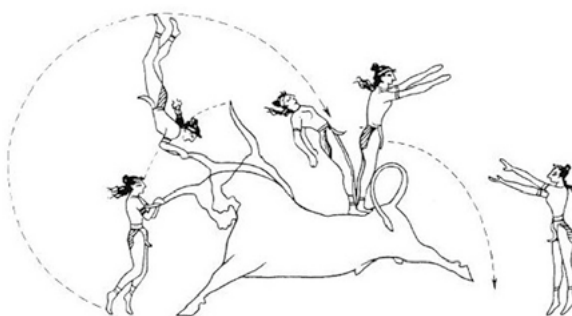
(исследование силы конечностей [4]), электромиография (оценка электрофизиологических процессов мышц [5, 6]), стабилметрия (тензометрический анализ центра давления на плоскость [7]). Все эти методы определяли лишь косвенные данные двигательного акта, а попытки компиляции результатов их применения имели определенную степень попущений [8].

Развитие цифровых технологий — методов оценки видеоряда [9, 10], фотограмметрии [11, 12, 13] и других современных тенденций развития науки и техники — позволило проводить интегративную оценку двигательных актов, а совершенствующаяся нормативно-правовая база обеспечения медицинской деятельности организаций, занятых оказанием помощи населению по профилю «медицинская реабилитация», изобилует цифровыми инструментами для оценки и коррекции двигательных актов, необходимыми для оснащения медицинских организаций соответствующего профиля [14]. Эти факты требуют логичного внимания со стороны медицинской общественности и скрупулезного технического анализа разработок в области оценки двигательных актов с позиции оптимального выбора устройств, методов их применения и принципов их функционирования. Наиболее прогрессивным и современным предметом анализа с этой точки зрения являются системы захвата движения.

**Цель:** провести сравнительный медико-технический анализ существующих систем захвата движений.



А



Б

Рис. 1. Фреска «Таврокатапсия» (1450–1550 гг. до н.э., Археологический музей Ираклиона, Кносский дворец, Греция; [www.heraklionmuseum.gr](http://www.heraklionmuseum.gr); свободный доступ). А — оригинал фрески; Б — интерпретация фрески по мнению В. В. Григоревича)  
Fig. 1. Fresco "Taurocatapsia" (1450–1550 BC, Heraklion Archaeological Museum, Knossos Palace, Greece; [www.heraklionmuseum.gr](http://www.heraklionmuseum.gr), free access). А — the original fresco; Б — interpretation of the fresco according to V. V. Grigorevich)

## 2. Материалы и методы

В качестве научной базы для достижения поставленной цели использовались открытые источники данных (ресурсы elibrary, Scopus, PubMed и др.). Глубина поиска не ограничена.

## 3. Результаты

Система захвата движения (СЗД) — система, реализующая измерение положения и ориентации объекта в физическом пространстве с последующей записью этой информации в форме, пригодной для использования компьютером [15, 16, 17].

На сегодня СЗД реализуют разные физические явления, лежащие в их принципиальном устройстве и функционировании, что затрудняет их классификацию по этим признакам. Поэтому как таковую классификацию СЗД представить довольно трудно, ввиду этого ниже будут последовательно описаны современные СЗД, которые в той или иной мере допустимо объединить в следующие группы: оптические (маркерные и безмаркерные), инерционные, оптоэлектронные, мобильные СЗД и СЗД в VR (virtual reality — виртуальная реальность).

**Маркерные системы оптического захвата движения** (mOMC — Marker-Based Motion Capture System) является «золотым стандартом» для анализа движения с таргетной оценкой кинематики суставов человека [18, 19]. Такие системы состоят из высокоскоростных камер, которые отправляют инфракрасные световые сигналы для захвата отражения от маркеров, расположенных на теле человека. Эти маркеры могут представлять собой пассивные светоотражающие элементы или компактные устройства, оборудованные инфракрасными диодными лампочками [20, 21]. Сама камера регистрирует свет, использует данные о его пространственном расположении для анализа положения маркера в трехмерном пространстве [22]. Полученные ранее сведения в целом демонстрируют хорошую воспроизводимость оценки пространственного расположения другими СЗД, однако обладают рядом значимых отклонений при проведении исследований [23]. Эти отклонения можно условно разделить на две группы. Первая определяется пространственными взаимоотношениями камеры и маркеров, в том числе углов отражения при использовании пассивных маркеров и расстоянием от камеры до маркера [22]. Вторая группа ограничений связана в большей степени с техническими характеристиками камер, в том числе их качеством, количеством, диапазоном, относительным расположением камер [22]. Логично, что при повышении значимости этих ограничений качество функционирования СЗД будет драматично падать. В дополнение к перечисленным следует отметить ограничения функционирования ОМС, связанные с внешними условиями. Такие системы требуют постоянного присутствия объекта захвата на линии прямой видимости, в противном случае mOMC «теряет» объект и не может его

идентифицировать как тот же самый при его очередном появлении перед объективом [22]. Кроме этого, значимой трудностью при функционировании mOMC являются условия инсоляции, превышающие по яркости свет маркера [22]. Как бы то ни было, при преодолении всех ограничений mOMC демонстрируют высокую точность [20, 24] и гибкость в измерениях разнообразных локомоторных актов [20], однако их зависимость от лабораторного оборудования ограничивает возможность применения ОМС в повседневной жизни или в широкой клинической практике [21, 24].

Заслуживающим внимания с точки зрения опыта применения mOMC являются продукты компании Vicon (Vicon Motion Systems Ltd UK® (Соединенное королевство, графство Оксфордшир, г. Оксфорд, д. Ярнтон). Примечательной особенностью этой ОМС является точность отслеживания маркеров [25, 26] до 1 мм [25, 27] (рис. 2). Этой же компании принадлежит mOMC-рекордсмен по диапазону съемки — система Vicon MX13, способная осуществлять захват движения на 1/10 максимальной площади футбольного поля (824 м<sup>2</sup> [28]). Благодаря высоким техническим характеристикам ОМС производства Vikon признаны «золотым стандартом» СЗД [22, 29].

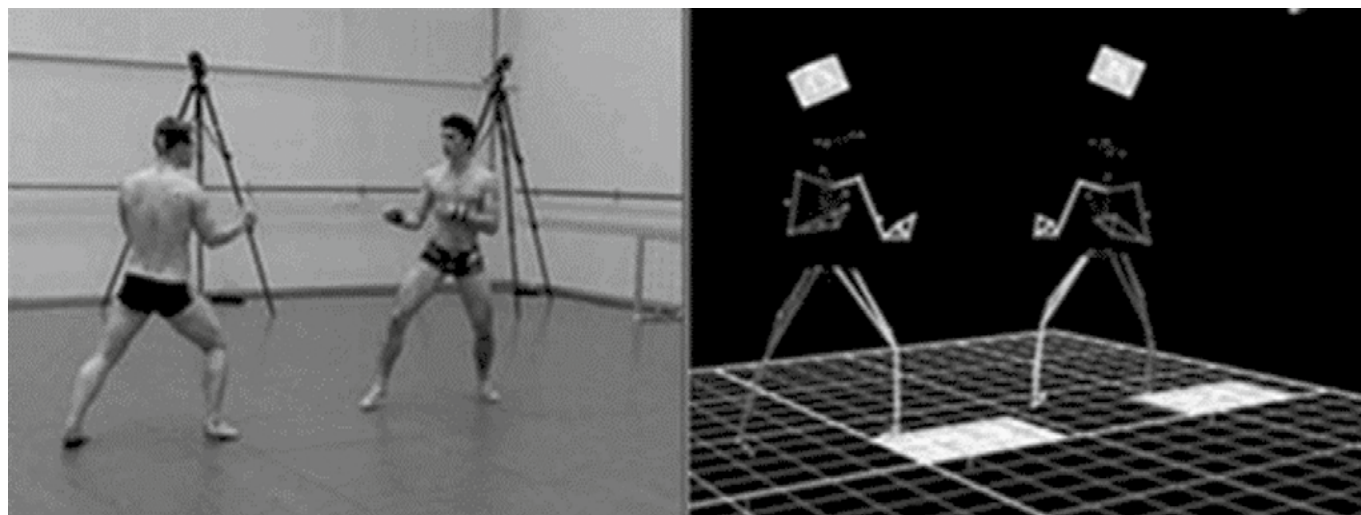
Система Vicon широко используется для прогнозирования и анализа движения в спорте [26, 30, 31] и медицинской реабилитации пациентов с двигательными нарушениями. Так, были получены данные об особенностях двигательных стереотипов верхних [18, 31] и нижних конечностей [15, 29], поясничного отдела позвоночника при выполнении простых функциональных движений [25], изучены двигательные паттерны, возникающие при стенозе спинномозгового канала поясничного отдела позвоночника [32].

**Безмаркерные системы оптического захвата движения.** Типичным представителем СЗД этой группы является программно-аппаратный комплекс Kinect (Xbox, Microsoft Corporation®, США, штат Вашингтон, г. Редмонд). Kinect — безмаркерная система захвата движения, которая может интерпретировать и отслеживать трехмерные движения тела в режиме, близком к реальному времени (рис. 3) [16].

Основное преимущество Kinect — низкая цена, именно поэтому эта СЗД изначально использовалась в индустрии развлечений — в качестве устройства ввода в компьютерных играх [27]. По причине простоты эксплуатации СЗД Kinect нашла свое применение в обеспечении реабилитационных мероприятий [33, 34], в том числе с использованием телемедицинских технологий [35].

Принцип работы СЗД Kinect основан на функционировании специализированного источника света. Kinect — устройство с поддержкой технологии СЗД, позволяет записывать сложные движения человеческого тела. Камера захватывает объекты с нормальной скоростью в 30 кадров/сек. В устройстве Kinect одна из линз





А

Б

Рис. 2. А — нативное фото моделей, на заднем плане — камеры регистрации. Б — пример трехмерных динамических изображений моделей, порождаемых Vicon Nexus, 1.3 [30]

Fig. 2. А — native photo of models, in the background — registration cameras. Б — an example of three-dimensional dynamic images of models generated by Vicon Nexus, 1.3 [30]



А

Б

Рис. 3. А — нативное фото моделей, Б — пример трехмерных динамических изображений моделей, порождаемых Kinect Xbox 360 (<http://x-tech.am/kinect/> — свободный доступ на 01.11.2022 г.)

Fig. 3. А — native photo of models, Б — an example of three-dimensional dynamic images of models generated by Kinect Xbox 360 (<http://x-tech.am/kinect/> — free access as of 11/01/2022)

имеет инфракрасный излучатель, который наполняет исследуемое пространство этим светом. Полученная информация обрабатывается и выводится на экран ПК.

Технологически ценным свойством Kinect является отсутствие необходимости калибровки камеры, когда объект захвата появляется в поле зрения камеры — трехмерная фигура объекта автоматически вычисляется соответствующим программным обеспечением [15].

Важным преимуществом Kinect является точность измерения временных и общих пространственных

характеристик клинически значимых движений крупных объектов, например конечностей. В то же время существенным недостатком служит то, что Kinect оказывается недостаточно эффективным для оценки низкоамплитудных движений, например при исследовании тремора, движений кистей рук, пальцев конечностей [36, 37, 38, 39].

Резюмируя данные об СЗД — маркерных и безмаркерных семейств — целесообразно провести сравнительную характеристику таковых, дополнив ее фактами,

Таблица 1

**Сравнительная характеристика маркерных и безмаркерных СЗД**

Table 1

**Comparative characteristics of marker and marker-free MSC**

№ п/п	Признак	mOMC		Безмаркерные системы		Источник
		Характеристика	Баллы	Характеристика	Баллы	
1	Достоверность	Высокая	1	Низкая?	0	40
2	Продолжительность настройки и обработки	Высокая	-1	Низкая	1	
3	Пропускная способность	Низкая	-1	Высокая	1	
4	Возможность эксплуатации на нескольких объектах съемки	Да	1	Нет	-1	30
5	Портативность и мобильность	Нет	-1	Да	1	41
6	Вероятность ошибок при размещении маркеров	Есть	-1	Не применимо	0	23, 42, 43
7	Стоимость эксплуатации	Высокая	-1	Низкая	1	42, 44
8	Скорость обработки	Нет данных	0	Низкое	-1	23, 41, 43
		<b>ИТОГО:</b>	<b>-3</b>	<b>ИТОГО:</b>	<b>2</b>	

которые не были указаны выше ввиду их менее приоритетной значимости. Все описанные характеристики были ранжированы в балльной системе, где -1 балл указывал на негативную сравнительную характеристику, 1 балл — на позитивную, а 0 баллов свидетельствовал об отсутствии данных или неприменимости того или иного сравнительного признака.

Безусловно, такое сравнение не может быть полностью объективным по причине разного веса того или иного признака в описании СЗД. Такая сравнительная характеристика лишь указывает на то, что каждая СЗД должна применяться только после внимательной оценки нужды его использования относительно области использования или предмета оценки.

**Инерционные системы захвата движения** (IMC — inertial motion capture). Принципиально IMC состоит из одного или нескольких инерционных измерительных блоков для сбора данных от интегрированных акселерометров, гироскопов и магнитометров (см. рис. 4) [21, 45].

Системы IMC по результатам функционирования воссоздают трехмерную анимацию в реальном времени, которая обеспечивает всестороннюю объективную оценку пространственных характеристик тела с учетом его гравитационных характеристик. IMC обеспечивает получение сравнительно высоких результатов измерений с позиции достоверности, что позволяет использовать IMC в качестве подходящей альтернативы для оценки 3D-сегмента кинематики тела [46, 47].

Важным преимуществом IMC по сравнению с другими СЗД является то, что IMC не имеет базовой станции и поэтому является наиболее мобильной из всех измерительных систем [22]. К тому же система способна обнаруживать очень быстрое движение, что делает ее привлекательной для использования в объективной оценке спортивной деятельности и в спортивной медицине в целом [22]. Еще один плюс IMC связан с тем, что она может применяться практически в любой среде и совершенно не зависит от внешней инфраструктуры [24]. Среди недостатков IMC следует отметить единственный важный с позиции технологии: датчики IMC



Рис. 4. Принцип работы и вариант интерфейса IMC. IMC прикреплен к предплечью при помощи самоклеящейся ленты на 10 см дистальнее латерального надмыщелка. Регистрировались четыре активных движения: отведение; сгибание; а также внутренняя ротация и наружная ротация при отведении плеча [45]

Fig. 4. Principle of operation and IMC interface option. The IMC is attached to the forearm with self-adhesive tape 10 cm distal to the lateral epicondyle. Four active movements were recorded: abduction; bending; as well as internal rotation and external rotation during shoulder abduction [45]

чувствительны к линейному ускорению, что несколько ограничивает их в исследовании двигательных актов, связанных с перемещением объекта в пространстве по прямой линии [24].

**Оптоэлектронные СЗД** — компилятивное семейство СЗД, которое эксплуатирует другие описанные выше технологии захвата движения. Наиболее яркий представитель этой группы — MoCap (МОСАР, г. Лидингтон, штат Миссури, США).

Принципиально система совмещает в себе технологии маркерных оптических и инерциальных СЗД, обеспечивая сочтанный анализ данных по двум модальным сигналам соответственно (см. рис. 5) [48].

СЗД оптоэлектронного типа сыскали свою широкую популярность во многих сферах деятельности: 3D-анимации, спорте и спортивной медицине, в области велнес-технологий [41], медицинской реабилитации [49]. Специалисты, занятые в области клинической медицины, чаще всего симпатизируют в пользу оптоэлектронных СЗД по причине их доступности: такие системы требуют меньшего времени монтажа и количества оборудования [50]. Именно поэтому благодаря этим преимуществам были осуществлены масштабные исследования в области оценки ходьбы, оценке движений позвоночника [48, 50]. В области спортивной медицины заслуживает внимания исследование движений 560 приемов спарринг-партнеров карате, позволившее подробно исследовать степень их мастерства и ошибки выполнения приемов [51].

В то же время следует отметить целый ряд недостатков оптоэлектронных СЗД, которые в большей степени относятся к роду технологических дефектов.

- Ошибка со стороны регистрирующего датчика (например, дрейф гироскопа или возмущения магнитного поля) [41].

- Подвижное соединение датчика с телом испытуемого, в том числе миграция датчика по причине растяжения кожи или движений мышц в проекции размещения датчика [41].

Безусловно, эти проблемы интенсивно решаются и будут нивелированы в ближайшее время за счет улучшения обработки сигналов и модернизации оборудования [52].

**Мобильные CPL** — реализуются на базе мобильных, а именно персональных телекоммуникационных устройствах (смартфонах) без использования стороннего оборудования. Наиболее ярким представителем этой группы СЗД является MO<sub>2</sub>CA [53]. Эта система реализует принципы функционирования Kinect и Dartfish (Kinect — Microsoft, Redmond, WA); Dartfish — USA, Inc, Alpharetta, GA, USA) [43]. Технология Dartfish позволяет организациям захватывать видео, обогащать видеоконтент графикой, текстом, закадровым голосом, выбором кадра, данными и отображать контент для онлайн-аудитории. Продукты включают: интерактивную платформу

видео по запросу WEB 2.0; программное обеспечение для спортивных тренировок; приложения на базе IOS и Android. Производители технологии Dartfish являются победителями конкурса Министерства культуры и спорта Кореи в 2006 г. за выявление инновационных бизнес-услуг в сфере спорта с индивидуальным онлайн-рецептом физиотерапии [54].

Система MO<sub>2</sub>CA функционирует на базе смартфона iPhone (не ниже седьмого поколения, Apple Inc., г. Купертино, Калифорния, США). В качестве примера описания функционирования MO<sub>2</sub>CA кажется необходимым описать типичный процесс регистрации при помощи этой системы, который наиболее подробно описан для оценки процесса ходьбы. При помощи смартфона, размещенного на штативе на расстоянии 2 метра от беговой дорожки так, чтобы в объектив камеры попадала нижняя конечность испытуемого, осуществляется регистрация биомеханических изменений походки, длина шага и время шага с частотой 60 Гц. Данная система используется для прогнозирования, диагностики и лечения многих заболеваний опорно-двигательного аппарата и неврологических расстройств [53] (см. рис. 6).

По результатам применения MO<sub>2</sub>CA продемонстрировала значимый потенциал в оценке двигательных функций, который, однако, имел ряд ограничений по точности регистрации:

- при высокой скорости движений, в том числе при пароксизмальных нестереотипных движениях;
- при использовании испытуемым «неподходящей» одежды (так как для более точной регистрации



Рис. 5. Принцип функционирования MoCap [41]  
Fig. 5. Functioning principle of MoCap [41]



Рис. 6. Принцип функционирования MO<sub>2</sub>CA [53]  
Fig. 6. Functioning principle of MO<sub>2</sub>CA [53]



Рис. 7. Механические СЗД [https://inlnk.ru/voDK9n, свободный доступ на 01.11.2022 г.]  
Fig. 7. Mechanical MCS [https://inlnk.ru/voDK9n, free access as of 11/01/2022]

испытуемому необходимо надеть монохромную одежду для акцентирования цвета скотча и белые носки).

Все эти ограничения требуют проведения более предметных испытаний для интеграции MO<sub>2</sub>CA в клиническую практику [53].

**СЗД в VR.** Технологии виртуальной реальности в последние годы заслуженно обрели свое место в области клинической медицины в широком диапазоне прикладного применения — от телемедицины [55, 56] и обучения кадров до медицинской реабилитации [14].

В прикладном аспекте СЗД VR — лишь среда и интерфейс для функционирования СЗД, поэтому VR выступает универсальным инструментом для повышения заинтересованности и вовлеченности испытуемых в процесс захвата движения. Именно поэтому исследования виртуальных игр вкупе с СЗД для пациентов в процессе медицинской реабилитации показывают результаты как минимум не хуже, чем традиционные методы реабилитации для улучшения функций верхних конечностей и восстановления способности вести повседневную активность [57, 58]. А в ряде случаев — при восстановлении функции равновесия, реабилитации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и черепно-мозговыми травмами — СЗД в VR оказывались более эффективными [58].

**Механические СЗД.** Функционирование механической системы захвата осуществляется при помощи датчиков экзоскелета, которые регистрируют движения конечностей в суставах (см. рис. 7). При этом при инициации движения на компьютер средствами беспроводной связи передаются данные о углах (объеме) движения всех суставов. Механический захват является точным в том случае, если модель скелета испытуемого совпадает с цифровой его моделью. Однако при этом набор возможных движений весьма ограничен ввиду жесткости конструкции, что влечет за собой скованность движений пользователя. Поэтому основной областью применения механической CPL являются медицинские исследования [59], поскольку достоинствами механических СЗД являются практически неограниченная зона действия, отсутствие маркеров и точность измерительных устройств [60].

**Магнитные системы захвата движения.** Такие СЗД работают на основе регистрации данных датчиков и генерируемого ими магнитного поля. Измерения производятся датчиками по трем координатным осям в направлении магнитного поля, создаваемого генератором магнитного поля. При этом магнитометрические датчики крепятся на теле человека, а данные измерений передаются на компьютер с помощью передатчика. Оценка вектора направлений магнитного поля используется для измерения трехмерного положения и ориентации частей тела пользователя. Полученные результирующие данные направляются на аппаратную часть и используются для анимации модели скелета человека. Неоспоримым достоинством магнитных CPL являются поддержка шести степеней свободы (ориентация и перемещение) и высокая точность в условии откалиброванной рабочей зоны. Данные системы имеют ряд недостатков, связанных с вероятностью интерференции магнитного поля, которая может быть вызвана

посторонними приборами и крупными металлоконструкциями, приводящими к помехам. Еще одним недостатком магнитных СЗД является их высокая сравнительная стоимость — для полного захвата движения всего требуется несколько передающих блоков с подключенными к ним измерительными устройствами [60].

В завершение обзора современных СЗД, которые уже используются или обладают потенциалом использования в изучении локомоторной функции человека в норме и патологии, целесообразным видится провести сравнительную оценку описанных систем. В табл. 2 представлена сравнительная характеристика современных СЗД.

Таким образом, современную динамическую классификацию СЗД можно представить в интегральной логической схеме (рис. 8).

#### 4. Выводы

Современные системы захвата движения — одно из наиболее динамически развивающихся и интегративных направлений диагностики локомоторной функции. Разработанные системы захвата движений реализуют разные по модальности физические явления, лежащие в основе идентификации подвижных частей тела или всего тела человека. Концептуальным принципом сегрегации систем захвата на отдельные группы является использование физических маркеров — меток, способствующих непосредственной регистрации тела в пространстве. В то же время системы захвата движений отличаются точностью в силу разных технологических и эксплуатационных характеристик, что не позволяет выделить явного лидера в перспективе использования того или иного типа системы захвата движений в клинической

Таблица 2

Сравнительная характеристика современных СЗД

Table 2

Comparative characteristics of modern MSC

Система	2D/3D	Камеры	Реальное время	В помещении	Размер	Маркер	Датчик	Частота дискретизации — частота регистрации данных
Маркерные: Vicon MX 13	3D	> 24	нет	да	3–25 мм	х	-	2000 Гц
Безмаркерные: Kinect	3D	1	да	да	-	-	х	30 Гц
Безмаркерные: Xsens MVN Link	3D	-	да	да	-	-	х	-
Маркерные: ViconMX40	3D	4	да	да	14 мм	х	-	120 Гц
Безмаркерные: MO <sub>2</sub> CA	2D/3D	8	да	да (+ в полевых условиях)	138,3 × 67,1 × 7,1 мм	-	х	60 Гц
Безмаркерные: Xbox kinect	3D	-	да	да	24,9 × 6,6 × 6,7cm	-	х	30 Гц
Магнитные	2D/3D	-	-	да	-	-	х	до 120 Гц
Механические	2D/3D	-	да	да	-	-	х	-

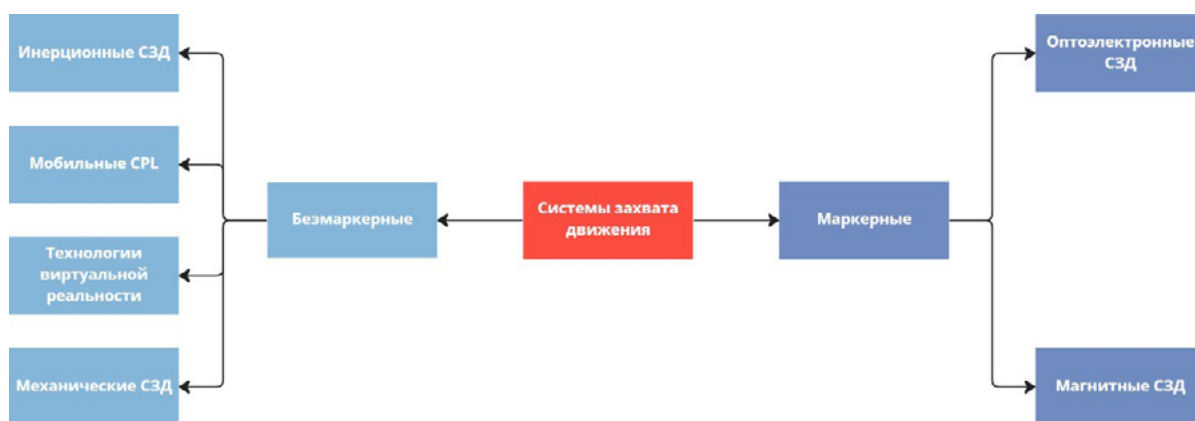


Рис. 8. Системы захвата движения  
Fig. 8. Motion capture system

практике. Такая неопределенность прежде всего связана с разнородностью клинических задач, которые ставятся перед системами захвата движений. На сегодня можно смело говорить о том, что интеграция системы захвата движения в клинику спортивной медицины неотвратима, особенно в целях совершенствования тренировочного

**Вклад авторов:**

**Иванова Мария Дмитриевна** — сбор и обработка информации, написание текста статьи.

**Муравьев Сергей Владимирович** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Клоян Гаянэ Зурабиевна** — сбор и обработка информации, написание текста статьи.

**Никитин Владислав Николаевич** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Шитоев Иван Дмитриевич** — сбор и обработка информации, написание текста статьи.

процесса в спорте. Однако такой подход ограничен техническим несовершенством систем захвата движения, которые должны быть модернизированы в пользу повышения их точности, нивелирования потребности в носимых физических устройствах и повышения скорости обработки входящих данных.

**Authors' contributions:**

**Maria D. Ivanova** — collection and processing of material, article text writing.

**Sergey V. Muravev** — editing, article final version approval.

**Gayane Z. Kloyan** — collection and processing of material, article text writing.

**Vladislav N. Nikitin** — editing, article final version approval.

**Ivan D. Shitoev** — collection and processing of material, article text writing.

**Список литературы**

1. **Григоревич В.В.** Всеобщая история физической культуры и спорта. Москва: Советский спорт; 2008.
2. **Григоревич В.В.** Всеобщая история физической культуры и спорта. Гродно: ГрГУ; 2005.
3. **Потехина Ю.П., Даутов Д.Р., Горячева Д.А., Павлов Д.В., Курникова А.А.** Гониометрическая оценка состояния опорно-двигательного аппарата студентов. Журнал анатомии и гистопатологии. 2018;7(3):46–50. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-3-46-50>
4. **Тряпичников А.С., Щурова Е.Н., Чегуров О.К., Долганова Т.И.** Оценка дисфункции мышц нижних конечностей на предоперационном этапе у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости. Фундаментальные исследования. 2015;(1):1042–1045.
5. **Finni T., Hu M., Kettunen P., Vilavuo T., Cheng S.** Measurement of EMG activity with textile electrodes embedded into clothing. Physiol. Meas. 2007;28(11):1405–1419. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/28/11/007>
6. **Marcolin G., Panizzolo F. A., Petrone N., Moro T., Grigoletto D., Piccolo D., Paoli A.** Differences in electromyographic activity of biceps brachii and brachioradialis while performing three variants of curl. PeerJ. 2018;6:e5165. <https://doi.org/10.7717/peerj.5165>
7. **Hlavacka F., Kundrát J., Krizková M., Bacová E.** Physiologic range of stabilometry values obtained in the upright posture using a computer. Cesk. Neurol. Neurochir. 1990;53(2):107–113.
8. **Самман А., Шахнов В.А.** Мобильная платформа виртуальной реальности для восстановления функций верхних конечностей с использованием данных электромиографии. Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия «Приборостроение». 2021;3(136):84–99. <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2021-3-84-99>
9. **Махровская Н.А., Безрукавая В.Г., Погромская А.С.** Анализ алгоритмов распознавания образов для оптимизации решения задачи поиска объекта в видеоряде. Молодий вчений. 2016;5(32):238–241.
10. **Лянгузов А.А., Коробейников А.В.** Метод оценки качества работы алгоритмов сжатия видео при передаче по

**References**

1. **Grigorevich V.V.** General history of physical culture and sports. Moscow: Sovetskii sport Publ.; 2008 (In Russ.).
2. **Grigorevich V.V.** General history of physical culture and sports. Grodno: State University of Grodno; 2005 (In Russ.).
3. **Potekhina Yu.P., Dautov D.R., Goryacheva D.A., Pavlov D.V., Kournikova A.A.** Goniometric evaluation of students' musculoskeletal system condition. Journal of Anatomy and Histopathology. 2018;7(3):46–50 (In Russ.). <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-3-46-50>
4. **Tryapichnikov A.S., Shchurova E.N., Cheгурov O.K., Dolganova T.I.** The assessment of muscle dysfunction in patients with hip osteoarthritis combined with femoral deformity prior total hip arthropl. Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research. 2015;(1):1042–1045 (In Russ.).
5. **Finni T., Hu M., Kettunen P., Vilavuo T., Cheng S.** Measurement of EMG activity with textile electrodes embedded into clothing. Physiological measurement. 2007;28(11):1405–1419. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/28/11/007>
6. **Marcolin G., Panizzolo F. A., Petrone N., Moro T., Grigoletto D., Piccolo D., Paoli A.** Differences in electromyographic activity of biceps brachii and brachioradialis while performing three variants of curl. PeerJ. 2018;6:e5165. <https://doi.org/10.7717/peerj.5165>
7. **Hlavacka F., Kundrát J., Krizková M., Bacová E.** Physiologic range of stabilometry values obtained in the upright posture using a computer. Cesk. Neurol. Neurochir. 1990;53(2):107–113.
8. **Samman A., Shakhnov V.A.** Virtual Reality Mobile Platform for Restoring Upper Limbs Functions using Electromyography Data. Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Seriya «PriBORostroenie» = Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series Instrument Engineering. 2021;3(136):84–99 (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2021-3-84-99>
9. **Makhrovskaya N. A., Bezrukavaya V. G., Pogromskaya A. S.** Analysis of pattern recognition algorithms for optimizing the solution of finding an object in a video sequence. Molodii vchenii. 2016;5(32):238–241 (In Russ.).
10. **Lyanguzov A. A., Korobeinikov A. V.** Video Compression Performance Evaluation Method in Transmission via a Low-Speed

низкоскоростному радиоканалу в условиях воздействия помех. Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2022;25(3):74–81.

11. **Struck R., Cordonì S., Aliotta S., Pérez-Pachón L., Gröning F.** Application of Photogrammetry in Biomedical Science. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2019;1120:121–130. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-06070-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-06070-1_10)

12. **Ey-Chmielewska H., Chruściel-Nogalska M., Frączak B.** Photogrammetry and its potential application in medical science on the basis of selected literature. *Adv. Clin. Exp. Med.* 2015;24(4):737–741. <https://doi.org/10.17219/acem/58951>

13. **Шитоев И.Д., Муравьев С.В., Каракулова Ю.В., Печерский В.И., Никитин В.Н., Клоян Г.З.** Эволюция оптической диагностики деформаций позвоночника. методы и перспективы развития (обзор литературы). *Гений ортопедии.* 2022;28(5):734–744. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-734-744>

14. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31 июля 2020 г. N 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» [интернет]. Режим доступа: <https://rg.ru/documents/2020/09/28/minzdrav-prikaz788-site-dok.html> (дата доступа 01.11.2022).

15. **Tanaka R., Ishii Y., Yamasaki T., Kawanishi H.** Measurement of the total body center of gravity during sit-to-stand motion using a markerless motion capture system. *Med. Eng. Phys.* 2019;66:91–95. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2018.12.020>

16. **Tanaka R., Kubota T., Yamasaki T., Higashi A.** Validity of the total body centre of gravity during gait using a markerless motion capture system. *J. Med. Eng. Technol.* 2018;42(3):175–181. <https://doi.org/10.1080/03091902.2018.1449909>

17. **Zhang H., Wang L., Chu S., Chen S., Meng H., Liu G.** Application of Optical Motion Capture Technology in Power Safety Entitative Simulation Training System. *Optics and Photonics Journal.* 2016;6(8B):155–163. <https://doi.org/10.4236/opj.2016.68B026>

18. **Wirth M.A., Fischer G., Verdú J.** Comparison of a New Inertial Sensor Based System with an Optoelectronic Motion Capture System for Motion Analysis of Healthy Human Wrist Joints. *Sensors.* 2019;19(23):5297. <https://doi.org/10.3390/s19235297>

19. **Aurand A.M., Dufour J.S., Marra W.S.** Accuracy map of an optical motion capture system with 42 or 21 cameras in a large measurement volume. *J. Biomech.* 2017;58:237–240. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.05.006>

20. **Murphy M.A., Murphy S., Persson H.C.** Kinematic Analysis Using 3D Motion Capture of Drinking Task in People with and without Upper-extremity Impairments. *J. Vis. Exp.* 2018;(133):57228. <https://doi.org/10.3791/57228>

21. **Fleron M.K., Ubbesen N.C., Battistella F., Dejtjar D.J., Oliveira A.S.** Accuracy between optical and inertial motion capture systems for assessing trunk speed during preferred gait and transition periods. *Sports. Biomech.* 2018;18(4):366–377. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1409259>

22. **Tanaka R., Kubota T., Yamasaki T.** Accuracy of human motion capture systems for sport applications; state-of-the-art review. *Eur. J. Sport Science.* 2018;18(6):806–819. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1463397>

23. **Harsted S., Holsgaard-Larsen A., Hestbæk L., Boyle E., Lauridsen H.H.** Concurrent validity of lower extremity kinematics and jump characteristics captured in pre-school children by a markerless 3D motion capture system. *Chiropr. Man. Therap.* 2019;27:39. <https://doi.org/10.1186/s12998-019-0261-z>

24. **Karatsidis A., Jung M., Marsh J. A., Schepers H. M., et al.** Musculoskeletal model-based inverse dynamic analysis under ambulatory conditions using inertial motion capture. *Med. Eng. Phys.* 2019;65:68–77. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2018.12.021>

Channel. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova.* 2022;25(3):74–81 (In Russ.).

11. **Struck R., Cordonì S., Aliotta S., Pérez-Pachón L., Gröning F.** Application of Photogrammetry in Biomedical Science. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2019;1120:121–130. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-06070-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-06070-1_10)

12. **Ey-Chmielewska H., Chruściel-Nogalska M., Frączak B.** Photogrammetry and its potential application in medical science on the basis of selected literature. *Adv. Clin. Exp. Med.* 2015;24(4):737–741. <https://doi.org/10.17219/acem/58951>

13. **Shitoev I.D., Muravev S.V., Karakulova Yu.V., Pecherskiy V.I., Nikitin V.N., Kloyan G.Z.** Evolution of optical diagnosis of spinal deformity. Methods and future development (literature review). *Genij Ortopedii.* 2022;28(5):734–744 (In Russ.). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-734-744>

14. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of July 31, 2020 N 788n “On Approval of the Procedure for Organization of Medical Rehabilitation of Adults” [internet]. Access mode: <https://rg.ru/documents/2020/09/28/minzdrav-prikaz788-site-dok.html> (accessed 11 January 2022) (In Russ.).

15. **Tanaka R., Ishii Y., Yamasaki T., Kawanishi H.** Measurement of the total body center of gravity during sit-to-stand motion using a markerless motion capture system. *Med. Eng. Phys.* 2019;66:91–95. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2018.12.020>

16. **Tanaka R., Kubota T., Yamasaki T., Higashi A.** Validity of the total body centre of gravity during gait using a markerless motion capture system. *J. Med. Eng. Technol.* 2018;42(3):175–181. <https://doi.org/10.1080/03091902.2018.1449909>

17. **Zhang H., Wang L., Chu S., Chen S., Meng H., Liu G.** Application of Optical Motion Capture Technology in Power Safety Entitative Simulation Training System. *Optics and Photonics Journal.* 2016;6(8B):155–163. <https://doi.org/10.4236/opj.2016.68B026>

18. **Wirth M.A., Fischer G., Verdú J.** Comparison of a New Inertial Sensor Based System with an Optoelectronic Motion Capture System for Motion Analysis of Healthy Human Wrist Joints. *Sensors.* 2019;19(23):5297. <https://doi.org/10.3390/s19235297>

19. **Aurand A.M., Dufour J.S., Marra W.S.** Accuracy map of an optical motion capture system with 42 or 21 cameras in a large measurement volume. *J. Biomech.* 2017;58:237–240. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.05.006>

20. **Murphy M.A., Murphy S., Persson H.C.** Kinematic Analysis Using 3D Motion Capture of Drinking Task in People with and without Upper-extremity Impairments. *J. Vis. Exp.* 2018;(133):57228. <https://doi.org/10.3791/57228>

21. **Fleron M.K., Ubbesen N.C., Battistella F., Dejtjar D.J., Oliveira A.S.** Accuracy between optical and inertial motion capture systems for assessing trunk speed during preferred gait and transition periods. *Sports. Biomech.* 2018;18(4):366–377. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1409259>

22. **Tanaka R., Kubota T., Yamasaki T.** Accuracy of human motion capture systems for sport applications; state-of-the-art review. *Eur. J. Sport Science.* 2018;18(6):806–819. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1463397>

23. **Harsted S., Holsgaard-Larsen A., Hestbæk L., Boyle E., Lauridsen H.H.** Concurrent validity of lower extremity kinematics and jump characteristics captured in pre-school children by a markerless 3D motion capture system. *Chiropr. Man. Therap.* 2019;27:39. <https://doi.org/10.1186/s12998-019-0261-z>

24. **Karatsidis A., Jung M., Marsh J. A., Schepers H. M., et al.** Musculoskeletal model-based inverse dynamic analysis under ambulatory conditions using inertial motion capture. *Med. Eng. Phys.* 2019;65:68–77. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2018.12.021>

25. Mjosund H.L., Boyle E., Kjaer P., Mieritz R. M., Skallgård T., Kent P. Clinically acceptable agreement between the Vi-Move wireless motion sensor system and the Vicon motion capture system when measuring lumbar region inclination motion in the sagittal and coronal planes. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2017;18(1):124. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1489-1>
26. Johnson W.R., Mian A., Donnelly C.J., Lloyd D., Alderson J. Predicting athlete ground reaction forces and moments from motion capture. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2018;56(10):1781–1792. <https://doi.org/10.1007/s11517-018-1802-7>
27. Muller B., Ilg W., Giese M.A., Ludolph N. Validation of enhanced kinect sensor-based motion capturing for gait assessment. *PloS One.* 2017;12(4):e0175813. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175813>
28. Spörri J., Schiefermüller C., Müller E. Collecting kinematic data on a Ski track with optoelectronic stereophotogrammetry: A methodological study assessing the feasibility of bringing the biomechanics Lab to the field. *PloS One.* 2016;11(8):e0161757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161757>
29. Hu S., Dai M., Dong T., Liu T. A Textile Sensor for Long Durations of Human Motion Capture. *Sensors.* 2019;9(10):2369. <https://doi.org/10.3390/s19102369>
30. Petri K., Lichtenstein M., Bandow N., Campe S., Wechselberger M., Sprenger D., et al. Analysis of anticipation by 3D motion capturing — a new method presented in karate kumite. *J. Sports Sci.* 2016;35(2):130–135. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1158851>
31. Ozkaya G., Jung H. R., Jeong I.S., Choi M.R., Shin M.Y., Lin X., et al. Three-dimensional motion capture data during repetitive overarm throwing practice. *Sci. Data.* 2018;5:180272. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.272>
32. Igawa T., Katsuhira J., Hosaka A., Uchikoshi K., Ishihara S., Matsudaira K. Kinetic and kinematic variables affecting trunk flexion during level walking in patients with lumbar spinal stenosis. *PloS One.* 2018;13(5):e0197228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197228>
33. Bonnechère B., Jansen B., Haack I., Omelina L., Feipel V., Van Sint Jan S., Pandolfo M. Automated functional upper limb evaluation of patients with Friedreich ataxia using serious games rehabilitation exercises. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2018;15(1):87. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0430-7>
34. Chuang C.-H., Chen Y.-N., Tsai L.-W., Lee C.-C., Tsai H.-C. Improving Learning Performance with Happiness by Interactive Scenarios. *The ScientificWorldJournal.* 2014;2014:807347. <https://doi.org/10.1155/2014/807347>
35. Çubukçu B., Yüzgeç U., Zileli R., Zileli A. Reliability and validity analyze of Kinect V2 based measurement system for shoulder motions. *Med. Eng. Phys.* 2019;76:20–36. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.10.017>
36. Galna B., Barry G., Jackson D., Mhiripiri D., Oliver P., Rochester L. Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease. *Gait Posture.* 2014;39(4):1062–1068. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.01.008>
37. Dewey D.C., Miocinovic S., Bernstein I., Khemani P., Dewey R.B. 3rd, Querry R., et al. Automated gait and balance parameters diagnose and correlate with severity in Parkinson Disease. *J. Neurol. Sci.* 2014;345(1-2):131–138. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.07.026>
38. Takayasu K., Yoshida K., Mishima T., Watanabe M., Matsuda T., Kinoshita H. Analysis of the posture pattern during robotic simulator tasks using an optical motion capture system. *Surg.* 2017;18(1):124. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1489-1>
25. Mjosund H.L., Boyle E., Kjaer P., Mieritz R. M., Skallgård T., Kent P. Clinically acceptable agreement between the Vi-Move wireless motion sensor system and the Vicon motion capture system when measuring lumbar region inclination motion in the sagittal and coronal planes. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2017;18(1):124. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1489-1>
26. Johnson W.R., Mian A., Donnelly C.J., Lloyd D., Alderson J. Predicting athlete ground reaction forces and moments from motion capture. *Med. Biol. Eng. Comput.* 2018;56(10):1781–1792. <https://doi.org/10.1007/s11517-018-1802-7>
27. Muller B., Ilg W., Giese M.A., Ludolph N. Validation of enhanced kinect sensor-based motion capturing for gait assessment. *PloS One.* 2017;12(4):e0175813. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175813>
28. Spörri J., Schiefermüller C., Müller E. Collecting kinematic data on a Ski track with optoelectronic stereophotogrammetry: A methodological study assessing the feasibility of bringing the biomechanics Lab to the field. *PloS One.* 2016;11(8):e0161757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161757>
29. Hu S., Dai M., Dong T., Liu T. A Textile Sensor for Long Durations of Human Motion Capture. *Sensors.* 2019;9(10):2369. <https://doi.org/10.3390/s19102369>
30. Petri K., Lichtenstein M., Bandow N., Campe S., Wechselberger M., Sprenger D., et al. Analysis of anticipation by 3D motion capturing — a new method presented in karate kumite. *J. Sports Sci.* 2016;35(2):130–135. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1158851>
31. Ozkaya G., Jung H. R., Jeong I.S., Choi M.R., Shin M.Y., Lin X., et al. Three-dimensional motion capture data during repetitive overarm throwing practice. *Sci. Data.* 2018;5:180272. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.272>
32. Igawa T., Katsuhira J., Hosaka A., Uchikoshi K., Ishihara S., Matsudaira K. Kinetic and kinematic variables affecting trunk flexion during level walking in patients with lumbar spinal stenosis. *PloS One.* 2018;13(5):e0197228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197228>
33. Bonnechère B., Jansen B., Haack I., Omelina L., Feipel V., Van Sint Jan S., Pandolfo M. Automated functional upper limb evaluation of patients with Friedreich ataxia using serious games rehabilitation exercises. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2018;15(1):87. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0430-7>
34. Chuang C.-H., Chen Y.-N., Tsai L.-W., Lee C.-C., Tsai H.-C. Improving Learning Performance with Happiness by Interactive Scenarios. *The ScientificWorldJournal.* 2014;2014:807347. <https://doi.org/10.1155/2014/807347>
35. Çubukçu B., Yüzgeç U., Zileli R., Zileli A. Reliability and validity analyze of Kinect V2 based measurement system for shoulder motions. *Med. Eng. Phys.* 2019;76:20–36. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.10.017>
36. Galna B., Barry G., Jackson D., Mhiripiri D., Oliver P., Rochester L. Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease. *Gait Posture.* 2014;39(4):1062–1068. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.01.008>
37. Dewey D.C., Miocinovic S., Bernstein I., Khemani P., Dewey R.B. 3rd, Querry R., et al. Automated gait and balance parameters diagnose and correlate with severity in Parkinson Disease. *J. Neurol. Sci.* 2014;345(1-2):131–138. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.07.026>
38. Takayasu K., Yoshida K., Mishima T., Watanabe M., Matsuda T., Kinoshita H. Analysis of the posture pattern during robotic simulator tasks using an optical motion capture system. *Surg.*



- Endosc. 2017;32(1):183–190. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5655-1>
39. **Budman I., Meiri G., Ilan M., Faroy M., Langer A., Reboh D., et al.** Quantifying the social symptoms of autism using motion capture. *Sci. Rep.* 2019;9(1):7712. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44180-9>
40. **Perrott M.A., Pizzari T., Cook J., McClelland J.A.** Comparison of lower limb and trunk kinematics between markerless and marker-based motion capture systems. *Gait Posture.* 2017;52:57–61. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.10.020>
41. **Marin J., Blanco T., Marin J. J.** Octopus: A Design Methodology for Motion Capture Wearables. *Sensors.* 2017;17(8):1875. <https://doi.org/10.3390/s17081875>
42. **Martinez H.R., Garcia-Sarreon A., Camara-Lemarroy C., Salazar F., Guerrero-González M.L.** Accuracy of Markerless 3D Motion Capture Evaluation to Differentiate between on/off Status in Parkinson's Disease after Deep Brain Stimulation. *Parkinson's Dis.* 2018;2018:5830364. <https://doi.org/10.1155/2018/5830364>
43. **Nantsupawat N., Lane P., Siangprapunt O., Gadwala S., Nugent K.** Gait characteristics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J. Prim. Care Community Health.* 2015;6(4):1472–1478. <https://doi.org/10.1177/2150131915577207>
44. **Banach M., Wasilewska A., Dlugosz R., Pauk J.** Novel techniques for a wireless motion capture system for the monitoring and rehabilitation of disabled persons for application in smart buildings. *Technol. Health Care.* 2018;26(S2):671–677. <https://doi.org/10.3233/THC-182514>
45. **Rigoni M., Gill S., Babazadeh S., Elsewaisy O., Gillies H., Nguyen N., et al.** Assessment of Shoulder Range of Motion Using a Wireless Inertial Motion Capture Device—A Validation Study. *Sensors.* 2019;19(8):1781. <https://doi.org/10.3390/s19081781>
46. **Delrobaei M., Memar S., Pieterman M., Stratton T. W., McIsaac K., Jog M.** Towards remote monitoring of Parkinson's disease tremor using wearable motion capture systems. *J. Neurol. Sci.* 2017;384:38–45. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.11.004>
47. **Zhang J.-T., Novak A.C., Brouwer B., Li Q.** Concurrent validation of Xsens MVN measurement of lower limb joint angular kinematics. *Physiol. Meas.* 2013;34(8):63–69. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/34/8/N63>
48. **Moreno A.J., Utrilla G., Marin J., Sanchez-Valverde M.B., Royo A.C.** Cervical Spine Assessment Using Passive and Active Mobilization Recorded Through an Optical Motion Capture. *J. Chiropr. Med.* 2018;17(3):167–181. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.12.004>
49. **Ahmad N., Ghazilla R.A.R. Khairi N.M., Kasi V.** Reviews on various Inertial Measurement Unit (IMU) Sensor Applications. *Signal Proc. Syst.* 2013;1(2):256–262. <https://doi.org/10.12720/ijsp.1.2.256-262>
50. **Muyor J.M., Arrabal-Campos F.M., Martínez-Aparicio C., Sánchez-Crespo A., Villa-Pérez M.** Test-retest reliability and validity of a motion capture (MOCAP) system for measuring thoracic and lumbar spinal curvatures and sacral inclination in the sagittal plane. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2017;1:1–7. <https://doi.org/10.3233/BMR-170606>
51. **Hachaj T., Piekarczyk M., Ogiela M.R.** Human Actions Analysis: Templates Generation, Matching and Visualization Applied to Motion Capture of Highly-Skilled Karate Athletes. *Sensors.* 2017;17(11):2590. <https://doi.org/10.3390/s17112590>
52. **Bellusci G., Roetenberg D., Dijkstra F., Luinge H., Slycke P.** Xsens MVN Motiongrid: Drift-Free Human Motion Tracking using Tightly Coupled Ultra-Wideband and Miniature Inertial Sensors. *Xsens Technologies White Paper.* 2011;6:1–10.
- Endosc. 2017;32(1):183–190. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5655-1>
39. **Budman I., Meiri G., Ilan M., Faroy M., Langer A., Reboh D., et al.** Quantifying the social symptoms of autism using motion capture. *Sci. Rep.* 2019;9(1):7712. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44180-9>
40. **Perrott M.A., Pizzari T., Cook J., McClelland J.A.** Comparison of lower limb and trunk kinematics between markerless and marker-based motion capture systems. *Gait Posture.* 2017;52:57–61. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.10.020>
41. **Marin J., Blanco T., Marin J. J.** Octopus: A Design Methodology for Motion Capture Wearables. *Sensors.* 2017;17(8):1875. <https://doi.org/10.3390/s17081875>
42. **Martinez H.R., Garcia-Sarreon A., Camara-Lemarroy C., Salazar F., Guerrero-González M.L.** Accuracy of Markerless 3D Motion Capture Evaluation to Differentiate between on/off Status in Parkinson's Disease after Deep Brain Stimulation. *Parkinson's Dis.* 2018;2018:5830364. <https://doi.org/10.1155/2018/5830364>
43. **Nantsupawat N., Lane P., Siangprapunt O., Gadwala S., Nugent K.** Gait characteristics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J. Prim. Care Community Health.* 2015;6(4):1472–1478. <https://doi.org/10.1177/2150131915577207>
44. **Banach M., Wasilewska A., Dlugosz R., Pauk J.** Novel techniques for a wireless motion capture system for the monitoring and rehabilitation of disabled persons for application in smart buildings. *Technol. Health Care.* 2018;26(S2):671–677. <https://doi.org/10.3233/THC-182514>
45. **Rigoni M., Gill S., Babazadeh S., Elsewaisy O., Gillies H., Nguyen N., et al.** Assessment of Shoulder Range of Motion Using a Wireless Inertial Motion Capture Device—A Validation Study. *Sensors.* 2019;19(8):1781. <https://doi.org/10.3390/s19081781>
46. **Delrobaei M., Memar S., Pieterman M., Stratton T. W., McIsaac K., Jog M.** Towards remote monitoring of Parkinson's disease tremor using wearable motion capture systems. *J. Neurol. Sci.* 2017;384:38–45. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.11.004>
47. **Zhang J.-T., Novak A.C., Brouwer B., Li Q.** Concurrent validation of Xsens MVN measurement of lower limb joint angular kinematics. *Physiol. Meas.* 2013;34(8):63–69. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/34/8/N63>
48. **Moreno A.J., Utrilla G., Marin J., Sanchez-Valverde M.B., Royo A.C.** Cervical Spine Assessment Using Passive and Active Mobilization Recorded Through an Optical Motion Capture. *J. Chiropr. Med.* 2018;17(3):167–181. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.12.004>
49. **Ahmad N., Ghazilla R.A.R. Khairi N.M., Kasi V.** Reviews on various Inertial Measurement Unit (IMU) Sensor Applications. *Signal Proc. Syst.* 2013;1(2):256–262. <https://doi.org/10.12720/ijsp.1.2.256-262>
50. **Muyor J.M., Arrabal-Campos F.M., Martínez-Aparicio C., Sánchez-Crespo A., Villa-Pérez M.** Test-retest reliability and validity of a motion capture (MOCAP) system for measuring thoracic and lumbar spinal curvatures and sacral inclination in the sagittal plane. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2017;1:1–7. <https://doi.org/10.3233/BMR-170606>
51. **Hachaj T., Piekarczyk M., Ogiela M.R.** Human Actions Analysis: Templates Generation, Matching and Visualization Applied to Motion Capture of Highly-Skilled Karate Athletes. *Sensors.* 2017;17(11):2590. <https://doi.org/10.3390/s17112590>
52. **Bellusci G., Roetenberg D., Dijkstra F., Luinge H., Slycke P.** Xsens MVN Motiongrid: Drift-Free Human Motion Tracking using Tightly Coupled Ultra-Wideband and Miniature Inertial Sensors. *Xsens Technologies White Paper.* 2011;6:1–10.

53. **Parks M., Chien J. H., Siu K.** Development of a Mobile Motion Capture (MO2CA) System for Future Military Application. *J. Mil. Med.* 2019;184(Suppl 1):65–71. <https://doi.org/10.1093/milmed/usy312>
54. **Won H.-J., Hong E.** The development of sport policy and management in South Korea. *International Journal of Sport Policy and Politics.* 2014;7(1):1–12. <https://doi.org/10.1080/19406940.2014.900104>
55. **Oyama S., Saeki M., Kaneta S., Shimoda S., Yoneda H., Hirata H.** Telerehabilitation Based on Markerless Motion Capture and IMT-2020 (5G) Networks. *Stud. Health Technol. Inform.* 2022;290:1108–1109. <https://doi.org/10.3233/SHTI220291>
56. **Rabatin A.E., Lynch M.E., Severson M.C., Brandenburg J.E., Driscoll S.W.** Pediatric telerehabilitation medicine: Making your virtual visits efficient, effective and fun. *J. Pediatr. Rehabil. Med.* 2020;13(3):355–370. <https://doi.org/10.3233/PRM-200748>
57. **Darekar A., McFadyen B.J., Lamontagne A., Fung J.** Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: A scoping review. *J. Neuroeng. Rehab.* 2015;12(1):46. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0035-3>
58. **Chanpimol S., Seamon B., Hernandez H., Harris-Love M., Blackman M.R.** Using Xbox kinect motion capture technology to improve clinical rehabilitation outcomes for balance and cardiovascular health in an individual with chronic TBI. *Arch. Physiother.* 2017;7:6. <https://doi.org/10.1186/s40945-017-0033-9>
59. **Письменная Е.В., Петрушанская К.А., Котов С.В., Аведиков Г.Е., Митрофанов И.Е., Толстов К.М., Ефаров В.А.** Клинико-биомеханическое обоснование применения экзоскелета «ЭкзоАтлет» при ходьбе больных с последствиями ишемического инсульта. *Российский журнал биомеханики.* 2019;23(2):204–230. <https://doi.org/10.15593/RZhBiomeh/2019.2.04>
60. **Лутохин А.С., Тычков А.Ю., Сотников А.М., Алимуратов А.К.** Анализ систем захвата движения в среде виртуальной реальности. *Вестник Пензенского государственного университета.* 2021;(2):102–106.
53. **Parks M., Chien J. H., Siu K.** Development of a Mobile Motion Capture (MO2CA) System for Future Military Application. *J. Mil. Med.* 2019;184(Suppl 1):65–71. <https://doi.org/10.1093/milmed/usy312>
54. **Won H.-J., Hong E.** The development of sport policy and management in South Korea. *International Journal of Sport Policy and Politics.* 2014;7(1):1–12. <https://doi.org/10.1080/19406940.2014.900104>
55. **Oyama S., Saeki M., Kaneta S., Shimoda S., Yoneda H., Hirata H.** Telerehabilitation Based on Markerless Motion Capture and IMT-2020 (5G) Networks. *Stud. Health Technol. Inform.* 2022;290:1108–1109. <https://doi.org/10.3233/SHTI220291>
56. **Rabatin A.E., Lynch M.E., Severson M.C., Brandenburg J.E., Driscoll S.W.** Pediatric telerehabilitation medicine: Making your virtual visits efficient, effective and fun. *J. Pediatr. Rehabil. Med.* 2020;13(3):355–370. <https://doi.org/10.3233/PRM-200748>
57. **Darekar A., McFadyen B.J., Lamontagne A., Fung J.** Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: A scoping review. *J. Neuroeng. Rehab.* 2015;12(1):46. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0035-3>
58. **Chanpimol S., Seamon B., Hernandez H., Harris-Love M., Blackman M.R.** Using Xbox kinect motion capture technology to improve clinical rehabilitation outcomes for balance and cardiovascular health in an individual with chronic TBI. *Arch. Physiother.* 2017;7:6. <https://doi.org/10.1186/s40945-017-0033-9>
59. **Pismennaya E.V., Petrushanskaya K.A., Kotov S.V., Avedikov G.E., Mitrofanov I.E., Tolstov K.M., Efarov V.A.** Clinical and biomechanical foundation of application of the exoskeleton Exoatlet at walking of patients with poststroke disturbances. *Rossiiskii zhurnal biomekhaniki = Russian Journal of Biomechanics.* 2019;23(2):204–230 (In Russ.). <https://doi.org/10.15593/RZhBiomeh/2019.2.04>
60. **Lutokhin A.S., Tychkov A.Yu., Sotnikov A.M., Alimuradov A.K.** Analysis of motion capture systems in a virtual reality environment. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta = Vestnik of Penza state university.* 2021;2:102–106 (In Russ.).

**Информация об авторах:**

**Иванова Мария Дмитриевна\***, аспирант кафедры ВММБ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермь, Комсомольский пр., 29 ([ivanova-mashaa@mail.ru](mailto:ivanova-mashaa@mail.ru))

**Муравьев Сергей Владимирович**, к.м.н., научный директор ООО «Йорд Тех», 614000, Россия, Пермь, ул. Пушкина, 25, 124 ([sergey89.m@mail.ru](mailto:sergey89.m@mail.ru))

**Клоян Гаянэ Зурабиевна**, аспирант кафедры ВММБ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермь, Комсомольский пр., 29 ([kloyang@mail.ru](mailto:kloyang@mail.ru))

**Никитин Владислав Николаевич**, к.т.н., доцент кафедры ВММБ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермь, Комсомольский пр., 29 ([nikitinvladislav86@gmail.com](mailto:nikitinvladislav86@gmail.com))

**Шитоев Иван Дмитриевич**, ассистент кафедры ВММБ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермь, Комсомольский пр., 29 ([shitoevid@yord.tech](mailto:shitoevid@yord.tech))

**Information about the authors:**

**Maria D. Ivanova\***, post-graduate student of Department of Computational Mathematics, Mechanics and Biomechanics, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky ave., Perm, 614990, Russia ([ivanova-mashaa@mail.ru](mailto:ivanova-mashaa@mail.ru))

**Sergey V. Muravev**, Ph.D. (Medicine), LLC “Yord Tech”, 25, Pushkina str., apt. 124, Perm, 614000, Russia ([sergey89.m@mail.ru](mailto:sergey89.m@mail.ru))

**Gayane Z. Kloyan**, post-graduate Student of Department of Computational Mathematics, Mechanics and Biomechanics, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky ave., Perm, 614990, Russia ([kloyang@mail.ru](mailto:kloyang@mail.ru))

**Vladislav N. Nikitin**, Ph.D. (Technical), Associate Professor of Department of Computational Mathematics, Mechanics and Biomechanics, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky ave., Perm, 614990, Russia ([nikitinvladislav86@gmail.com](mailto:nikitinvladislav86@gmail.com))

**Ivan D. Shitoev**, assistant of Department of Computational Mathematics, Mechanics and Biomechanics, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky ave., Perm, 614990, Russia ([shitoevid@yord.tech](mailto:shitoevid@yord.tech))

\* **Автор, ответственный за переписку / Corresponding author**

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.1>

УДК: 364.048.6

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



## Эффективность технологий активной медицинской реабилитации у паралимпийцев, занимающихся игровыми видами спорта

Р.А. Бодрова<sup>1,2</sup>, А.Д. Закамырдина<sup>1,3,\*</sup>, А.М. Делян<sup>2</sup>, Г.М. Каримова<sup>1</sup>, Л.Ф. Васильева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань, Россия

<sup>2</sup> ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7», Казань, Россия

<sup>3</sup> ГАУЗ «Госпиталь для ветеранов войн», Казань, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучить эффективность технологий активной медицинской реабилитации у паралимпийцев, занимающихся игровыми видами спорта.

**Материалы и методы:** обследовали 48 пациентов мужского пола в возрасте  $25,9 \pm 2,1$  года, имеющих травматическую болезнь спинного мозга поясничного отдела. Все обследованные были разделены на две группы: пациенты основной группы (19 человек) на фоне стандартной терапии получали курс активной медицинской реабилитации (АМР), включающий механотерапию и электростимуляцию с биологической обратной связью под контролем электромиографии (ЭМГ) мышц нижних конечностей и спины. Пациенты группы сравнения (29 человек) получали стандартную терапию. После курса АМР проводили комплексное обследование, включающее данные опросников: шкалу тяжести повреждения ASIA (American Spinal Injury Association), шкалу функциональной независимости FIM (Functional Independence Measure), модифицированную функциональную оценочную шкалу активности и качества жизни VFM (Valutazione Funzionale Mielolesi), психологический тест Спилбергера — Ханина, шкалу депрессии Бека; электронейрофизиологические исследования на аппарате «Нейро-ЭМГ-Микро» фирмы «Нейрософт», вариабельность сердечного ритма (ВСР) на компьютерном электрокардиографе «Поли-Спектр» фирмы «Нейрософт», показатели свободного движения при концентрических и эксцентрических сокращениях мышц на EN-TreeM.

**Результаты:** у пациентов основной группы достоверно уменьшилась полисимпатическая рефлекторная возбудимость (ПРВ). Также было выявлено улучшение вегетативной реактивности при проведении ортостатической пробы. При оценке по шкале ASIA было выявлено улучшение чувствительной функции на 13,4 % и двигательной функции на 17,4 %. По шкале VFM наблюдали увеличение показателей на 14,7 % и шкале FIM на 11,5 %. При оценке психоэмоциональной сферы по шкале Спилбергера — Ханина отмечали достоверное снижение уровня тревоги на 10,9 %, а уровня депрессии — на 30,5 %. Также наблюдали достоверное увеличение силы мышц на 18,1 % ( $p < 0,001$ ) при концентрических сокращениях, средняя мощность увеличилась на 83,1 % ( $p < 0,001$ ), средняя амплитуда увеличилась на 68,7 % ( $p < 0,001$ ), средняя скорость — на 27,2 % ( $p = 0,002$ ). При анализе показателей после проведенного лечения между основной и группой сравнения были получены достоверные различия ( $p < 0,001$ ).

**Заключение:** применение технологий с биологической обратной связью под контролем электромиографии приводит к повышению эффективности медицинской реабилитации и улучшает качество жизни паралимпийцев с травматической болезнью спинного мозга.

**Ключевые слова:** паралимпийцы, активная медицинская реабилитация, биологическая обратная связь, электростимуляция, механотерапия

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Бодрова Р.А., Закамырдина А.Д., Делян А.М., Каримова Г.М., Васильева Л.Ф. Эффективность технологий активной медицинской реабилитации у паралимпийцев, занимающихся игровыми видами спорта. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):41–47. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.1>

Поступила в редакцию: 13.12.2022

Принята к публикации: 10.04.2023

Online first: 18.05.2023

Опубликована: 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

# The effectiveness of active medical rehabilitation technologies among Paralympians engaged in playing sports

Rezeda A. Bodrova<sup>1,2</sup>, Aigul D. Zakamyrdina<sup>1,3,\*</sup>, Arthur M. Delyan<sup>2</sup>, Guzel M. Karimova<sup>1</sup>, Lyudmila F. Vasilyeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical Academy — branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of Russia, Kazan, Russia

<sup>2</sup> City Clinical Hospital № 7, Kazan, Russia

<sup>3</sup> Hospital for War Veterans, Kazan, Russia

## ABSTRACT

**The purpose of the study:** to study the effectiveness of active medical rehabilitation technologies among Paralympians engaged in playing sports.

**Materials and methods:** examined 48 male patients aged  $25.9 \pm 2.1$  years with traumatic disease of the lumbar spinal cord. All examined were divided into 2 groups: patients of the main group (19 people) against the background of standard therapy received a course of active medical rehabilitation (AMR), including mechanotherapy and electrical stimulation with biofeedback under the control of electromyography (EMG) of the muscles of the lower extremities and back. Patients in the comparison group (29 people) received standard therapy. After the AMR course, a comprehensive examination was performed, including the data of the questionnaires: the ASIA classification (American Spinal Injury Association), the FIM (Functional Independence Measure) scale of functional independence, the modified functional assessment scale of activity and quality of life VFM (Valutazione Funzionale Mielolesi), State-Trait Anxiety Inventory, the Beck depression scale; electroneurophysiological studies on the Neurosoft Neuro-EMG-Micro device, heart rate variability (HRV) on the Neurosoft Poly-Spectrum computer electrocardiograph, indicators of free movement with concentric and eccentric muscle contractions on EN-TreeM.

**Results:** polysympathetic reflex excitability (PRV) significantly decreased in patients of the main group. There was also an improvement in vegetative reactivity (coefficient 30/15 is 1.45;  $p < 0.001$ ) during the orthostatic test, indicating normalization of parasympathetic regulation and heart rate. The assessment on the ASIA scale revealed an improvement in sensory function by 13.4 % and motor function by 17.4 %. On the VFM scale, an increase in indicators was observed by 14.7 % and on the FIM scale by 11.5 %. When assessing the psycho-emotional sphere on the Spielberger-Khanin scale, a significant decrease in the level of reactive anxiety was noted by 10.9 %, and the level of depression by 30.5 %. A significant increase in muscle strength by 18.1 % ( $p < 0.001$ ) was also observed during concentric contractions, the average power increased by 83.1 % ( $p < 0.001$ ), the average amplitude increased by 68.7 % ( $p < 0.001$ ), the average speed by 27.2 % ( $p = 0.002$ ). When analyzing the indicators after the treatment, significant differences were obtained between the main and the comparison group ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** the use of biofeedback technologies under the control of electromyography leads to an increase in the effectiveness of medical rehabilitation and improves the quality of life in Paralympians with traumatic spinal cord disease.

**Keywords:** paralympians, active medical rehabilitation, biofeedback, electromyostimulation, mechanotherapy

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

**For citation:** Bodrova R.A., Zakamyrdina A.D., Delyan A.M., Karimova G.M., Vasilyeva L.F. The effectiveness of active medical rehabilitation technologies among Paralympians engaged in playing sports. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):41–47. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.1>

**Received:** 13 December 2022

**Accepted:** 10 April 2023

**Online first:** 18 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

## 1. Введение

В настоящее время определяется тенденция увеличения популярности адаптивного спорта, приводящая к возрастанию количества спортсменов, участвующих в соревнованиях, и соответственно к росту конкуренции [1, 2]. Занятия спортом у лиц с ограниченными возможностями позволяют добиться высоких результатов. Успех спортсменов зависит от ежедневной физической активности, высокой мотивации и использования инновационных технологий реабилитации.

Реабилитация паралимпийцев должна быть системной, с целостным подходом к коррекции нарушенных

функций организма, активности и участия, а также к применению современных методов тренировочного и коррекционного процесса. Эффективность восстановительного лечения паралимпийцев возрастает при активной медицинской реабилитации (АМР) с учетом тяжести патологических нарушений и психоэмоциональных нарушений.

Для мобилизации резервных возможностей паралимпийцев широко используются немедикаментозные методы. Одним из перспективных реабилитационных методов, позволяющих активизировать утраченные движения, является лечебная физкультура [3–8],

в частности механотерапия [9]. Для оптимизации реабилитационного процесса спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата технологии механотерапии используются с целью восстановления статико-локомоторных нарушений и постурального баланса [10].

Применение биологической обратной связи (БОС) в реабилитации паралимпийцев с заболеваниями опорно-двигательного аппарата также является одним из перспективных методов АМР. Дальнейшие научные исследования в этой области позволят определить приемлемую продолжительность и кратность курсов реабилитации, оценить проводимую терапию и организовать реабилитационный процесс в соответствии с критериями эффективности. В настоящее время недостаточно исследований по применению БОС во время тренировочного периода паралимпийцев [11]. Метод активной электромиостимуляции с биологической обратной связью под контролем ЭМГ способствует восстановлению функции движения [12–15]. Метод ЭМГ позволяет осуществлять контроль за техникой выполнения движений, а также вносить необходимую корректировку в лечебно-реабилитационный процесс [1]. Индивидуальная программа медицинской реабилитации паралимпийцев с ТБСМ должна учитывать системность заболевания, многоуровневые нарушения структур центральной нервной системы (ЦНС), которые участвуют в контроле движений, вегетативном обеспечении деятельности и психоэмоциональной адаптации [16].

Разработка и совершенствование научно обоснованных, высокоэффективных программ реабилитации паралимпийцев с травмой спинного мозга остается одной из важных проблем современной медицины и адаптивной физической культуры и спорта.

**Цель исследования** — изучение эффективности технологий активной медицинской реабилитации у паралимпийцев, занимающихся игровыми видами спорта.

## 2. Материалы и методы

3. Исследование проводили на базах отделений медицинской реабилитации ГАУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» г. Казани и ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7» г. Казани. В исследовании принимали участие пациенты в позднем восстановительном периоде ТБСМ после травмы поясничного отдела (L1–L5), в возрасте  $25,9 \pm 2,1$  года.

В основную группу вошли 19 пациентов, которые на фоне стандартной терапии получали курс АМР с применением механотерапии и электростимуляции с БОС под контролем ЭМГ. Курс активной механотерапии состоял из 10 процедур на аппаратном комплексе EN-TreeM (Нидерланды), проводимой с целью увеличения мышечной силы и выносливости мышц спины и нижних конечностей. Активно-пассивную электростимуляцию назначали с частотой воздействия импульсов 2,5–4 кГц премодулированным прерывистым переменным током в изопланарном векторном поле с частотой импульсов 20–40 Гц, с силой тока до 80 мА.

Группа сравнения состояла из 29 пациентов. Курс стандартной терапии включал лечебную гимнастику; лечебный массаж; электромиостимуляцию без БОС на аппарате «Стимул-1» (Россия) с частотой 30 Гц, с силой тока до 15–40 мА; пассивную механотерапию без БОС на верхние и нижние конечности на аппарате Artromot (Германия). Количество процедур составило 10–12 сеансов, с повторными курсами через 2–3 месяца.

Критериями включения пациентов были: возраст от 20 до 26 лет, диагноз ТБСМ, поздний восстановительный период ТБСМ (более 3 лет после полученной травмы), поражение поясничного отдела спинного мозга; паралимпийцы, занимающиеся игровым видом спорта, в частности баскетболом на колясках. Критериями невключения пациентов являлись соматические заболевания в стадии декомпенсации; острые инфекционные заболевания. Критерием исключения пациентов стал отказ пациентов от участия в исследовании.

Эффективность лечения оценивали по шкале тяжести повреждения спинного мозга ASIA; шкале функциональной независимости FIM (Functional Independence Measure); модифицированной функциональной оценочной шкале активности и качества жизни VFM (Valutazione Funzionale Mielolesi); психологическому тесту Спилбергера — Ханина; шкале депрессии Бека. Электронейрофизиологические исследования осуществлялись на аппарате «Нейро-ЭМГ-Микро» («Нейрософт», Россия). Исследование вегетативных функций проводили на электрокардиографе «Поли-Спектр-8/EX» («Нейрософт», Россия). Для составления индивидуального плана медицинской реабилитации и оценки его эффективности применяли для анализа движений аппаратный комплекс En-TreeM (Enraf-Nonius, Голландия), оценивали среднюю силу, амплитуду, скорость и мощность сокращений мышц нижних конечностей.

Статистические вычисления проводили на персональном компьютере под управлением операционной системы MS Windows 10 (Microsoft) с использованием программы для работы с электронными таблицами MS Excel из пакета Office 365 (Microsoft). Статистический анализ проводили с использованием критерия Манна — Уитни для независимых переменных, коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

## 3. Результаты и обсуждение

Проведено обследование 48 паралимпийцев с ТБСМ поясничного уровня поражения. Жалобы на хронические неспецифические боли в спине и в нижних конечностях предъявляли 7 пациентов (14,6 %). Тазовые нарушения наблюдались у 28 человек (58,3 %). Неврологический осмотр выявил асимметричный характер гипестезии по сегментарному и проводниковому типу. Двигательные нарушения с преимущественным двигательным дефицитом в одной нижней конечности выявлены у 22 человек (43,7 %), парапарез и атрофия нижних конечностей — у 26 паралимпийцев (56,3 %).

При обследовании пациентов по шкале тяжести повреждения ASIA были установлены у 25 % (12 чел.) в группе В, у 60,4 % (29 чел.) — в группе С и у 14,6 % (7 чел.) — в группе D.

После проведенного курса реабилитации была выявлена достоверная динамика по клинико-электрофизиологическим показателям (КЭП). При сегментарном типе (СТ) поражения спинного мозга в основной группе было установлено повышение КЭП на 12,5 % (до реабилитации  $9,17 \pm 0,16$  ед., после —  $10,32 \pm 0,26$  ед. ( $p < 0,01$ )). Для проводникового типа (ПТ) было увеличение КЭП на 16,4 % (до реабилитации  $6,75 \pm 0,12$  ед., после —  $7,86 \pm 0,18$  ед. ( $p < 0,01$ )) (табл.).

В процессе реабилитации в группе сравнения показатели СТ и ПТ достоверно не изменились. СТ до реабилитации составил  $9,26 \pm 0,22$  ед., после —  $9,53 \pm 0,25$  ед. ( $p > 0,05$ ). ПТ до реабилитации имел показатели  $6,71 \pm 0,11$  ед., после —  $6,87 \pm 0,16$  ед. ( $p > 0,05$ ).

У пациентов основной группы отмечали достоверное снижение длительности R2 компонента мигательного рефлекса на 7,4 % ( $p < 0,01$ ); в группе сравнения не отмечали значимых изменений ПРВ, снижение R2 на 2,2 % ( $p > 0,05$ ).

Сравнивая результаты ВРС, наблюдали достоверное повышение общей мощности спектра (до  $3694 \text{ мс}^2$ ), спектра низких частот (до  $845 \text{ мс}^2$ ), очень низких частот (до  $1356 \text{ мс}^2$ ), высоких частот (до  $823 \text{ мс}^2$ ) по сравнению с группой сравнения ( $p < 0,001$ ).

После проведенного курса реабилитации по результатам ортостатической пробы отмечали достоверное улучшение вегетативной реактивности (коэффициент 30/15 равен 1,45;  $p < 0,001$ ), что свидетельствовало о нормализации парасимпатической регуляции и сердечного ритма. Снижение соотношения LF/HF (до реабилитации — 3,5 Ме, после — 2,7 Ме,  $p < 0,001$ ) при ортостатической

пробе показало снижение церебральных эрготропных и гуморально-метаболических влияний по результатам с группой сравнения ( $p < 0,001$ ).

После курса реабилитации у пациентов основной группы отмечали положительную динамику по шкале ASIA на 13,4 % (до реабилитации  $153,2 \pm 10,5$  балла, после —  $173,7 \pm 13,5$  балла,  $p = 0,029$ ), двигательной функции на 17,4 % (до реабилитации  $67,2 \pm 4,1$  балла, после —  $78,9 \pm 5,4$  балла;  $p = 0,032$ ). В контрольной группе изменение данного показателя не было достоверным — двигательная функция улучшилась только на 3,9 % (до реабилитации  $68,4 \pm 5,7$  балла, после —  $71,1 \pm 6,4$  балла;  $p = 0,18$ ) и чувствительная на 1,2 % (до реабилитации  $152,6 \pm 11,8$  балла, после —  $154,4 \pm 12,1$  балла,  $p = 0,52$ ). При оценке качества жизни по функциональной оценочной шкале для пациентов с травмой спинного мозга VFM было установлено увеличение показателей на 14,7 % ( $226,4 \pm 11,7$  балла, после —  $259,6 \pm 12,3$  балла;  $p < 0,001$ ) и шкале функциональной независимости FIM на 11,5 % (до  $106,1 \pm 8,4$  балла, после —  $118,3 \pm 7,9$  балла;  $p < 0,001$ ). В группе сравнения в процессе реабилитации значения этих показателей статистически значимо не изменились. При оценке психоэмоциональных нарушений по шкале Спилбергера — Ханина пациенты основной группы отмечали снижение уровня тревоги на 10,9 % (до  $33,1 \pm 1,5$  балла, после —  $29,5 \pm 1,4$  балла;  $p < 0,001$ ). При оценке уровня депрессии по шкале Бека в основной группе установлено снижение на 30,5 % (до  $10,8 \pm 1,3$  балла, после —  $7,5 \pm 1,2$  балла;  $p < 0,001$ ). В группе сравнения не было установлено достоверных изменений (до  $33,7 \pm 2,3$  балла, после —  $32,7 \pm 2,1$  балла,  $p = 0,27$ ) (до  $10,6 \pm 0,9$  балла, после —  $10,4 \pm 1,3$  балла,  $p = 0,09$ ) соответственно.

В основной группе пациентов ТБСМ при оценке показателей свободного движения, в частности, на 18,1 %

Таблица

Динамика основных электрофизиологических показателей в процессе реабилитации паралимпийцев с ТБСМ на поясничном уровне повреждения ( $M + \sigma$ )

Table

The Main Electroneurophysiological Parameters in the Rehabilitation of Paralympians with Traumatic Spinal Cord Injury ( $M + \sigma$ )

Показатели	Группа				$P_{1-3}$	$P_{2-4}$
	основная (n = 19 чел.)		сравнения (n = 29 чел.)			
	до активной медицинской реабилитации	после активной медицинской реабилитации	до стандартной реабилитации	после стандартной реабилитации		
	1	2	3	4		
Реабилитационный потенциал РП СТ(ед.)	$9,17 \pm 0,16$ $P_{1-2} < 0,01$	$10,32 \pm 0,26$	$9,26 \pm 0,22$ $P_{3-4} > 0,05$	$9,53 \pm 0,25$	$> 0,05$	$< 0,01$
Реабилитационный потенциал РП ПТ(ед.)	$6,75 \pm 0,12$ $P_{1-2} > 0,05$ $P_{1-2} < 0,01$	$7,86 \pm 0,18$	$6,71 \pm 0,11$ $P_{3-4} > 0,05$ $P_{3-4} > 0,05$	$6,87 \pm 0,16$	$> 0,05$	$< 0,05$
Длительность R2 (мс)	$37,9 \pm 2,3$ $P_{1-2} < 0,05$ $P_{1-2} > 0,05$	$35,1 \pm 2,2$	$37,6 \pm 2,6$ $P_{3-4} > 0,05$ $P_{3-4} > 0,05$	$36,9 \pm 2,7$	$> 0,05$	$> 0,05$

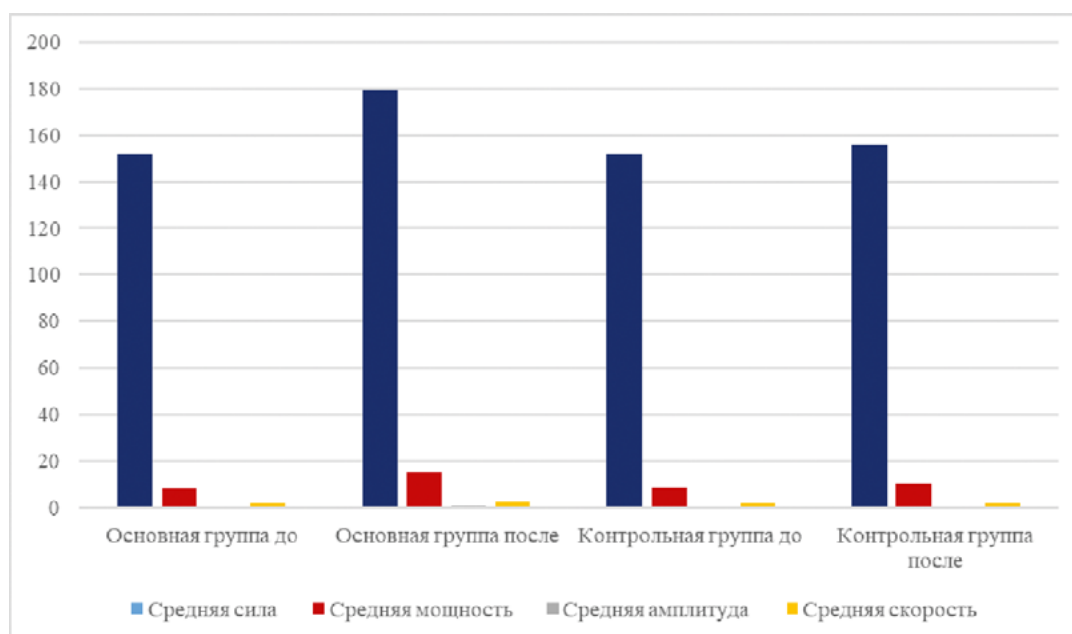


Рис. Динамика показателей свободного движения у пациентов с ТБСМ на поясничном уровне поражения до и после курса реабилитации  
Fig. Dynamics of free movement parameters in patients with traumatic spinal cord injury before and after rehabilitation

( $p < 0,001$ ) увеличился показатель силы мышц нижних конечностей, средняя мощность на 83,1 % ( $p < 0,001$ ), средняя амплитуда на 68,7 % ( $p < 0,001$ ), средняя скорость на 27,2 % ( $p = 0,002$ ), что свидетельствовало о включении ресурсов нервной системы и процессов нейропластичности.

Динамика показателей свободного движения в группе сравнения носила менее значимый характер, что определило статистически достоверные различия между группами по большинству показателей ( $p < 0,05$ ).

#### 4. Заключение

Таким образом, повышение эффективности реабилитации у пациентов с последствиями травмы спинного мозга, в том числе паралимпийцев, может быть достигнуто применением методов АМР с учетом характера и тяжести патофункциональных нарушений. Во многом успех проводимых реабилитационных мероприятий определяется сохранившимися структурными и функциональными резервами нервной системы, включением механизмов нейропластичности в процессе многократного повторения физических упражнений. В клинической практике для повышения эффективности реабилитации паралимпийцев с ТБСМ на поясничном уровне поражения целесообразно проводить электронейрофизиологические исследования (ПРВ) с целью определения функционального состояния, степени нарушений супраспинальных систем.

Анализ результатов клинических, электрофизиологических и психологических исследований позволил установить важные патофизиологические особенности ТБСМ, поражение сегментарного аппарата спинного мозга обычно бывает неравномерным, мозаичным и асимметричным. При клиническом осмотре смешанный паралич в ногах достаточно часто представляется

более тяжелым, чем при электрофизиологическом исследовании. У пациента может и не быть активных движений в определенной мышечной группе, но электрофизиологические тесты дают информацию о сохранности нейронных структур и, следовательно, можно ожидать эффективность АМР. Патофункциональные реакции не ограничиваются спинальным уровнем, а распространяются на головной мозг, изменяют баланс процессов возбуждения и торможения в супрасегментарных нервных центрах, влияют на состояние ВНС со значительным напряжением адаптационных процессов, приводят к нарушениям психоэмоциональной сферы. Курс АМР с применением БОС достоверно снижает уровень психоэмоциональных нарушений.

В позднем периоде ТБСМ поясничного уровня поражения основное внимание уделяется восстановлению двигательных функций. Поскольку на современном этапе эффективная регенерация аксонов нисходящих двигательных путей и мотонейронов передних рогов спинного мозга не является достижимой, то на первое место выходит задача максимально полного использования оставшихся ресурсов нервной системы с формированием новых адаптивных двигательных стереотипов. Обязательным условием АМР является произвольное, волевое и целеустремленное участие пациента в процессе выполнения упражнений, направленное на восстановление контроля движений с формированием новых адаптивных паттернов движений. Активно-пассивная электростимуляция и активная механотерапия у паралимпийцев с ТБСМ на поясничном уровне повреждения позволяют достоверно повысить показатели свободного движения, соответственно эффективность реабилитации и качество жизни пациентов.

**Вклад авторов:**

**Бодрова Резеда Ахметовна** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Закамырдина Айгуль Дамировна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Делян Артур Маркосович** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Каримова Гузель Марсовна** — написание текста статьи, редактирование.

**Васильева Людмила Федоровна** — написание текста статьи, редактирование.

**Authors' contributions:**

**Rezeda A. Bodrova** — editing, approval of the article final version

**Aigul D. Zakamyrdina** — article text writing, collection and processing of material

**Arthur M. Delyan** — article text writing, collection and processing of material

**Guzel M. Karimova** — article text writing, editing

**Lyudmila F. Vasilyeva** — article text writing, editing

**Список литературы****References**

1. **Шишкин А.В., Митин А.Е., Филиппова С.О.** Проблема применения электромиографии с целью повышения эффективности тренировочного и соревновательного процессов в адаптивном спорте. Современные проблемы науки и образования. 2013;(6):276.

2. **Красюков А.В., Машковский Е.В., Ачкасов Е.Е., Кащенко Е.М.** Нарушения работы сердечно-сосудистой системы у людей с хронической травмой спинного мозга при занятиях адаптивной физической культурой и паралимпийским спортом. Вестник Российской академии медицинских наук. 2018;73(4):236–243. <https://doi.org/10.15690/vramn969>

3. **Adhikari S.P., Adhikari S., Rana C., Dev R.** Level of Exercise Participation in Individuals with Traumatic Spinal Cord Injury During Inpatient Rehabilitation: A Cross-sectional Study. J Nepal Health Res Counc. 2021 Apr 23;19(1):32–38. <https://doi.org/10.33314/jnhrc.v19i1.2912>.

4. **Епифанов В.А., Петрова М., Епифанов А. (ред.), и др.** Лечебная физическая культура в системе медицинской реабилитации: Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2022.

5. **Horwath O., Paulsen G., Esping T., Seynnes O., Olsson M.C.** Isokinetic resistance training combined with eccentric overload improves athletic performance and induces muscle hypertrophy in young ice hockey players. J. Sci. Med. Sport. 2019;22(7):821–826. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.017>

6. **Liu H., Li J., Du L., Yang M., Yang D., Li J., Gao F., Ma K.** Short-term effects of core stability training on the balance and ambulation function of individuals with chronic spinal cord injury: a pilot randomized controlled trial. Minerva Med. 2019;110(3):216–223. <https://doi.org/10.23736/S0026-4806.19.05952-4>

7. **Jo H.J., Perez M.A.** Corticospinal-motor neuronal plasticity promotes exercise-mediated recovery in humans with spinal cord injury. Brain. 2020;143(5):1368–1382. <https://doi.org/10.1093/brain/awaa052>

8. **Pulverenti T.S., Zaaya M., Knikou M.** Brain and spinal cord paired stimulation coupled with locomotor training affects polysynaptic flexion reflex circuits in human spinal cord injury. Exp. Brain Res. 2022;240(6):1687–1699. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06375-x>

9. **Макарова М.Р., Шаповаленко Т.В., Лядов К.В.** Значение механотерапии в комплексной реабилитации больных с травмой спинного мозга. Доктор.ру. 2011;(8):58–63.

10. **Загородный Г.М., Попова Г.В., Петрова О.В.** Механотерапия как аспект комплексной коррекции постуральных нарушений при травмах у спортсменов. Прикладная спортивная наука. 2015;(2):96–101.

1. **Shishkin A.V., Mitin A.E., Filippova S.O.** The problem of using electromyography to improve the effectiveness of training and competitive processes in adaptive sports. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern problems of science and education. 2013;(6):276 (In Russ.).

2. **Krasyukov A.V., Mashkovsky E.V., Achkasov E.E., Kashchenko E.M.** Disturbances of cardiovascular system in persons with chronic spinal cord injury during exercise and participation in paralympic sports. *Annals of the Russian academy of medical sciences*. 2018;73(4):236–243 (In Russ.). <https://doi.org/10.15690/vramn969>

3. **Adhikari S.P., Adhikari S., Rana C., Dev R.** Level of Exercise Participation in Individuals with Traumatic Spinal Cord Injury During Inpatient Rehabilitation: A Cross-sectional Study. *J Nepal Health Res Counc*. 2021 Apr 23;19(1):32–38. <https://doi.org/10.33314/jnhrc.v19i1.2912>.

4. **Epifanov V.A., Petrova M., Epifanov A. (eds.), et al.** Therapeutic physical culture in the system of medical rehabilitation: National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2022 (In Russ.).

5. **Horwath O., Paulsen G., Esping T., Seynnes O., Olsson M.C.** Isokinetic resistance training combined with eccentric overload improves athletic performance and induces muscle hypertrophy in young ice hockey players. *J. Sci. Med. Sport*. 2019;22(7):821–826. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.017>

6. **Liu H., Li J., Du L., Yang M., Yang D., Li J., Gao F., Ma K.** Short-term effects of core stability training on the balance and ambulation function of individuals with chronic spinal cord injury: a pilot randomized controlled trial. *Minerva Med*. 2019;110(3):216–223. <https://doi.org/10.23736/S0026-4806.19.05952-4>

7. **Jo H.J., Perez M.A.** Corticospinal-motor neuronal plasticity promotes exercise-mediated recovery in humans with spinal cord injury. *Brain*. 2020;143(5):1368–1382. <https://doi.org/10.1093/brain/awaa052>

8. **Pulverenti T.S., Zaaya M., Knikou M.** Brain and spinal cord paired stimulation coupled with locomotor training affects polysynaptic flexion reflex circuits in human spinal cord injury. *Exp. Brain Res*. 2022;240(6):1687–1699. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06375-x>

9. **Makarova M.R., Shapovalenko T.V., Lyadov K.V.** The importance of mechanotherapy in the complex rehabilitation of patients with spinal cord injury. *Doctor.Ru*. 2011;(8):58–63 (In Russ.).

10. **Zagorodny G.M., Popova G.V., Petrova O.V.** Mechanotherapy as an aspect of complex correction of postural disorders in injuries in athletes. *Prikladnaya sportivnaya nauka* = Applied sports science. 2015;(2):96–101 (In Russ.).



11. Пинчук Д.Ю., Дудин М.Г. Биологически обратная связь по электромиограмме в неврологии и ортопедии: справочное руководство. Санкт-Петербург: Человек; 2002.

12. Cheung E.Y.Y., Yu K.K.K., Kwan R.L.C., Ng C.K.M., Chau R.M.W., Cheing G.L.Y. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries — a randomized controlled trial. BMC Neurol. 2019;19(1):140. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1361-z>.

13. Белова А.Н., Балдова С.Н. Методы электростимуляции в восстановлении двигательных функций после позвоночно-спинномозговой травмы. Обзор литературы. Трудный пациент. 2014;12(6):42–48.

14. Varoto R., Cliquet A.Jr. Experiencing Functional Electrical Stimulation Roots on Education, and Clinical Developments in Paraplegia and Tetraplegia With Technological Innovation. Artif. Organs. 2015;39(10):E187–201. <https://doi.org/10.1111/aor.12620>

15. Rahimi M., Torkaman G., Ghabae M., Ghasem-Zadeh A. Advanced weight-bearing mat exercises combined with functional electrical stimulation to improve the ability of wheelchair-dependent people with spinal cord injury to transfer and attain independence in activities of daily living: a randomized controlled trial. Spinal Cord. 2020;58(1):78–85. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0328-7>

16. Иванова Г.Е., Крылов В.В., Цыкунов М.Б., Поляев Б.А. (ред.). Реабилитация больных с травматической болезнью спинного мозга. Москва: Московские учебники и картолитография; 2010.

11. Pinchuk D.Yu., Dudin M.G. Biologically feedback on an electromyogram in neurology and orthopedics. Saint Petersburg: Chelovek Publ.; 2002 (In Russ.).

12. Cheung E.Y.Y., Yu K.K.K., Kwan R.L.C., Ng C.K.M., Chau R.M.W., Cheing G.L.Y. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries — a randomized controlled trial. BMC Neurol. 2019;19(1):140. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1361-z>

13. Belova A.N., Baldova S.N. Methods of electrical stimulation in the restoration of motor functions after spinal cord injury. Literature review. Trudnyi patsient [Difficult patient]. 2014;12(6):42–48 (In Russ.).

14. Varoto R., Cliquet A.Jr. Experiencing Functional Electrical Stimulation Roots on Education, and Clinical Developments in Paraplegia and Tetraplegia With Technological Innovation. Artif. Organs. 2015;39(10):E187–201. <https://doi.org/10.1111/aor.12620>

15. Rahimi M., Torkaman G., Ghabae M., Ghasem-Zadeh A. Advanced weight-bearing mat exercises combined with functional electrical stimulation to improve the ability of wheelchair-dependent people with spinal cord injury to transfer and attain independence in activities of daily living: a randomized controlled trial. Spinal Cord. 2020;58(1):78–85. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0328-7>

16. Ivanova G.E., Krylov V.V., Tsykunov M.B., Polyayev B.A. (eds.). Rehabilitation of patients with traumatic spinal cord disease / under the general. Moscow: Moscow textbooks and cartolithography; 2010 (In Russ.).

#### Информация об авторах:

**Бодрова Резеда Ахметовна**, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой реабилитологии и спортивной медицины Казанской государственной медицинской академии — филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России. Россия, 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, 36, bodrovarezeda@yandex.ru.

**Закамырдина Айгуль Дамировна\***, ассистент кафедры реабилитологии и спортивной медицины Казанской государственной медицинской академии — филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России. Россия, 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, 36, aigul55@mail.ru.

**Делян Артур Маркосович**, главный врач ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7» г. Казани. Россия, 420103, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Маршала Чуикова, 54.

**Каримова Гузель Марсовна**, к.м.н., доцент кафедры реабилитологии и спортивной медицины Казанской государственной медицинской академии — филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России. Россия, 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, 36, altermed2004@mail.ru.

**Васильева Людмила Федоровна**, профессор кафедры реабилитологии и спортивной медицины Казанской государственной медицинской академии — филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России. Россия, 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, 36.

#### Information about the authors:

**Rezeda A. Bodrova**, D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Rehabilitology and Sports Medicine of the Kazan State Medical Academy. 36 Butlerova str., Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russia, bodrovarezeda@yandex.ru.

**Aigul D. Zakamyrdina\***, Assistant Professor of the Department of Rehabilitology and Sports Medicine of the Kazan State Medical Academy. 36 Butlerova str., Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russia, aigul55@mail.ru.

**Arthur M. Delyan**, Chief Medical Officer of the City Clinical Hospital No. 7, Kazan. 54 Marshal Chuikov Str., Kazan, 420103, Republic of Tatarstan, Russia.

**Guzel M. Karimova**, Associate Professor of the Department of Rehabilitology and Sports Medicine of the Kazan State Medical Academy. 36 Butlerova str., Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russia, altermed2004@mail.ru.

**Lyudmila F. Vasilyeva**, professor of the Department of Rehabilitology and Sports Medicine of the Kazan State Medical Academy. 36 Butlerova str., Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russia

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.2>

УДК: 577.151

Тип статьи: Оригинальные исследования / Original Article



## Влияние занятий скандинавской ходьбой (Nordic walking) на показатели здоровья женщин пожилого возраста

Е.В. Катаманова<sup>1,2\*</sup>, И.В. Кудалева<sup>1</sup>, Л.С. Васильева<sup>1</sup>, А.Н. Кудачев<sup>1</sup>, Н.В. Верлан<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, Россия

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

### РЕЗЮМЕ

Существует ряд факторов, которые влияют на ускорение темпов старения, одним из которых является физическая активность. Увеличивающаяся доля людей пожилого и старческого возраста в РФ требует срочной реализации в рамках федерального проекта «Демография» подпрограммы «Пожилое поколение». В связи с этим проблемы сохранения здоровья и развитие методических подходов к оценке здоровья лиц старшей возрастной группы являются особенно значимыми.

**Цель исследования:** оценка данных антропометрии, стабилотрии и биохимических показателей в динамике занятий скандинавской ходьбой женщин пожилого возраста.

**Материалы и методы:** обследовано 30 женщин, средний возраст 69 (63,0–71,5) лет. Проведены осмотр терапевтом и неврологом, биохимическое исследование крови, стабилотрия, антропометрия, остеоденситометрия (ОДМ). Тренировочные нагрузки скандинавской ходьбой (СХ) в течение 3 месяцев проводилась по общепринятой методике 3 раза в неделю.

**Результаты:** по данным биохимического анализа крови выявлены статистически значимое повышение уровня фосфора и щелочной фосфатазы (ЩФ), общего белка, а также снижение уровня кальция и общего холестерина. При рассмотрении данных антропометрии отмечалось статистически значимое снижение массы тела, ИМТ, жировой масса тела по методу Durnin — Womersley, САД и повышение кардиоваскулярного индекса. По итогам проведения компьютерной стабилотрии — статистически значимое повышение среднего положения ЦД в сагиттальной плоскости с открытыми и с закрытыми глазами.

**Заключение:** 1. Применение СХ в качестве тренирующего фактора для достижения активного долголетия у лиц пожилого возраста приводит к улучшению работы сердечно-сосудистой системы за счет статистически значимого снижения массы тела, уменьшения показателя САД в среднем на 15 мм рт. ст., а также уровня общего холестерина. 2. При регулярных занятиях СХ в течение 3 месяцев происходит коррекция показателей функциональной стабильности в сагиттальной плоскости как с открытыми, так и с закрытыми глазами.

**Ключевые слова:** пожилой возраст, женщины, скандинавская ходьба

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Катаманова Е.В., Кудалева И.В., Васильева Л.С., Кудачев А.Н., Верлан Н.В. Влияние занятий скандинавской ходьбой (Nordic walking) на показатели здоровья женщин пожилого возраста. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):48–54. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.2>

**Поступила в редакцию:** 18.09.2022

**Принята к публикации:** 16.01.2023

**Online first:** 21.03.2023

**Опубликована:** 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

## Impact of Nordic walking on health outcomes in older women

Elena V. Katamanova<sup>1,2\*</sup>, Irina V. Kudaeva<sup>1</sup>, Larisa S. Vasilyeva<sup>1</sup>, Andrey N. Kudaev<sup>1</sup>,  
Nadezhda V. Verlan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, P.O. Box 1170, Angarsk, Russia

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education —  
Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education  
of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Irkutsk, Russia

### ABSTRACT

There are a number of factors that contribute to the accelerated rate of aging, one of which is physical activity. The increasing proportion of elderly and senile people in the Russian Federation requires urgent implementation of the elderly generation subprogram within the framework of the Demography federal project. In this regard, the problems of maintaining health and the development of methodological approaches to assessing the health of people in the older age group are especially significant.

**Objective:** evaluation of anthropometry, stabilometry and biochemical parameters in the dynamics of Nordic walking in elderly women

**Materials and methods:** 30 women were examined, mean age 69.0 (63.0–71.5) years. Examination by a therapist and a neurologist, biochemical blood tests, stabilometry, anthropometry, osteodensitometry (ODM) were carried out. Training loads of Nordic walking (NW) for 3 months were carried out according to the generally accepted method 3 times a week.

**Results:** According to the biochemical analysis of blood, a statistically significant increase in the level of phosphorus and alkaline phosphatase (AP), total protein, as well as a decrease in the level of calcium and total cholesterol were revealed. When considering anthropometry data, there was a statistically significant decrease in body weight, BMI, body fat mass according to the Durnin — Womersley method, SBP and an increase in the cardiovascular index. According to the results of computer stabilometry — a statistically significant increase in the average position of the CP in the sagittal plane with open and closed eyes.

**Conclusion:** 1. The use of NW as a training factor to achieve active longevity in the elderly leads to an improvement in the functioning of the cardiovascular system, due to a statistically significant decrease in body weight, a decrease in SBP by an average of 15 mm Hg. art., as well as the level of total cholesterol. 2. With regular NW exercises for 3 months, the functional stability indicators in the sagittal plane are corrected both with open and closed eyes.

**Keywords:** old age, healthy longevity, Nordic walking, women

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

**For citation:** Katamanova E.V., Kudaeva I.V., Vasilyeva L.S., Kudaev A.N., Verlan N.V. Impact of Nordic walking on health outcomes in older women. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):48–54. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.2>

**Received:** 18 September 2022

**Accepted:** 16 January 2023

**Online first:** 21 March 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

### 1. Введение

Одной из важнейших проблем, которая приобретает в настоящее время огромное значение, является возрастное старение населения [1–7]. В крупных европейских научных проектах «Социальные инновации, обеспечивающие активное и здоровое долголетие» (NNOVAGE, 2012–2015) и «Мобилизация потенциала активного долголетия в Европе» (MORACT, 2013–2017) разработаны перспективные направления реализации политики активного и здорового долголетия [5, 6]. В России в рамках проекта «Демография» в качестве задач определены увеличение периода активного долголетия и продолжительности здоровой жизни [8].

Пожилые люди являются одной из важнейших социальных групп российского общества, оставаясь наименее защищенной, социально и биологически уязвимой частью населения. Такой период чаще всего характеризуется увеличением проблем со здоровьем, высоким

уровнем накопленной патологии [9]. Взаимовлияние заболеваний, инволютивные процессы естественного старения и лекарственный патоморфоз значительно изменяют клиническую картину и течение заболеваний, характер и тяжесть осложнений, ухудшают качество жизни больного [10].

Существует ряд факторов, которые влияют на ускорение темпов старения: внешние экологические, производственные факторы, снижение физической активности, неправильное питание, метаболические нарушения.

Скандинавская ходьба (СХ) с палками является одним из компонентов комплексной реабилитации пациентов с различной патологией и способ оздоровительной терапии [11–15]. СХ укрепляет мышцы, действующие при дыхании, способствует увеличению объема легких до 30 %. Скорость утилизации кислорода возрастает, повышается способность мышц усваивать кислород, тем самым снижая риск развития сердечно-сосудистых

катастроф [16]. Лица, занимающиеся СХ, отмечают, что занятия данным видом физической активности способствуют улучшению состояния здоровья, психоэмоционального статуса (настроение), увеличение выносливости, улучшение в состоянии суставов и дыхательной системе, стабилизацию артериального давления и снижение веса [17].

Целью исследования являлась оценка данных антропометрии, стабилотрии и биохимических показателей в динамике занятий скандинавской ходьбой женщин пожилого возраста.

## 2. Материалы и методы

Обследовано 30 женщин, средний возраст 69 (63,0–71,5) лет. Обследование включало осмотр терапевтом, неврологом. В динамике обследования оценивались показатели стабилотрии, антропометрические измерения и анализ состава тела, остеоденситометрии (ОДМ), концентрация фосфора, кальция, креатинина, мочевины, мочевой кислоты, щелочной фосфатазы, холестерина, глюкозы, общего белка, АСТ, АЛТ.

Исследование биохимических показателей осуществляли на биохимических анализаторах Labio 200 и BS 400 при помощи тест-наборов Human. ОДМ проводили при помощи остеоденситометра Lunar серии Prodigy. Стабилотрия проводилась на стабилотренажере ST-150 с биологической обратной связью («Биомера», Россия). Учитывались следующие показатели:  $X(o)$  — среднее положение центра давления (ЦД) во фронтальной плоскости с открытыми глазами;  $X(z)$  — среднее положение ЦД во фронтальной плоскости с закрытыми глазами;  $Y-Yp(o)$  — среднее положение ЦД в сагиттальной плоскости с открытыми глазами;  $Y-Yp(z)$  — среднее положение ЦД в сагиттальной плоскости с закрытыми глазами;  $S(o)$  — площадь отклонения ЦД с открытыми глазами;  $S(z)$  — площадь отклонения ЦД с закрытыми глазами;  $V(o)$  — скорость перемещения ЦД с открытыми глазами;  $V(z)$  — скорость перемещения ЦД с закрытыми глазами.

Антропометрия и анализ состава тела осуществляли с помощью аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» (Россия). С помощью модуля «Антропометрия» оценивались следующие показатели: масса тела, рост, данные кистевой динамометрии, данные калиперометрии, окружности плеча, талии, бедер, данные артериального давления и пульса. Произведена программная оценка компонентного состава тела, расчет силового индекса и кардиоваскулярного сингулярного индекса [18].

Тренировочные нагрузки скандинавской ходьбой в течение 3 месяцев проводилась по общепринятой методике 3 раза в неделю.

Для статистической обработки использована программа Statistica. V.10. Для показателей рассчитывали медиану (Me) и интерквартильный размах (25-й и 75-й процентиля). Статистическую значимость межгрупповых

различий оценивали с использованием непараметрического критерия Вилкоксона. За уровень статистической значимости различий принят  $p < 0,05$ .

Работа не ущемляет права и не подвергает опасности благополучия обследованных работающих в соответствии с требованиями биомедицинской этики, предъявляемыми Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2000) и Приказом МЗ РФ № 266 (от 19.06.2003 г.). Исследования выполнены с информированного согласия пациентов в ФГБНУ ВСТИМЭИ.

## 3. Результаты исследования и их обсуждение

По результатам неврологического осмотра вертеброгенная патология установлена в 100 % случаев, дисциркуляторная энцефалопатия — у 85 % обследованных. При осмотре терапевтом артериальная гипертензия установлена в 60 % случаев, ишемическая болезнь сердца — у 50 %. Ишемическая болезнь сердца характеризовалась стенокардией напряжения различной степени выраженности в 35 % случаев, нарушениями ритма — в 15 % случаев. Артериальная гипертензия у большинства обследованных с высоким и очень высоким риском — у 45 %. Нарушения углеводного обмена выявлены у 15 % обследованных, у 2 человек отмечалась нарушенная гликемия натощак, у 1 человека — сахарный диабет 2-го типа. Полиостеоартроз с поражением крупных и мелких суставов конечностей выявлен у 80 % обследованных, остеопенический синдром и остеопороз — по 40 %. Патология желудочно-кишечного тракта установлена у 55 % обследованных. Заболевания щитовидной железы зарегистрированы у 20 %.

Анализ результатов антропометрии до и после цикла тренировок (таблица 1) показал статистически значимое снижение масса тела, жировой массы тела по методу Durnin — Womersley и индекса массы тела (ИМТ).

Снижение систолического артериального давления (САД) и повышение кардиоваскулярного индекса в динамике обследования свидетельствует об адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам и повышению у них уровня выносливости.

Анализ результатов компьютерной стабилотрии позволил установить статистически значимое повышение среднего положения ЦД в сагиттальной плоскости как с открытыми, так и с закрытыми глазами (таблица 2), что свидетельствует о повышении показателя функциональной стабильности после цикла тренировок при неизменных балансировочных данных.

Исследование биохимических показателей в динамике обследования показало статистически значимое повышение уровня фосфора, щелочной фосфатазы (ЩФ), общего белка, а также снижение содержания кальция и общего холестерина (таблица 3).

Изменения концентрации фосфора, кальция и ЩФ свидетельствуют о реакции со стороны костной ткани и скелетной мускулатуры на повышение физической активности [19]. Колебания уровня фосфора

Таблица 1

Показатели антропометрии у обследованных до и после цикла тренировок, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )

Table 1

Anthropometry indicators in the examined before and after the training cycle, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )

Показатели	До цикла тренировок	После цикла тренировок
Масса тела, кг	71 (63–81,5)	65 (62–84)*
Сила правой руки, кг	22 (20–27)	24 (20–26)
Сила левой руки, кг	20 (18–24)	20 (18–22)
КЖС трицепса, мм	25,5 (24–31)	24 (23–28)
Кожно-жировая складка (КЖС) бицепса, мм	24 (20–27)	19 (14–23)
КЖС лопатки, мм	18 (15–21)	18 (12–20)
КЖС верхне-подвздошной области, мм	34,5 (28–42,5)	38 (28–42)
Окружность плеча, см	29,5 (28,5–32,5)	31 (30–34)
Окружность талии, см	90,5 (81,5–99)	87 (79–97)
Окружность бедер, см	108 (102,5–115)	108 (99–114)
САД, мм рт. ст.	145 (120–145)	130 (120–135)*
ДАД, мм рт. ст.	80 (75–82,5)	80 (80–100)
Пульс, уд.	62 (60–68)	68 (62–77)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	29,65 (25,85–33,85)	26,8 (24,2–28,0)*
Тощая масса тела по методу Durnin — Womersley, кг	41 (36,15–45)	40,6 (37,2–47)
Жировая масса тела по методу Durnin — Womersley, кг	32 (26,3–35)	27,6 (25,8–30)*
Силовой индекс	30,95 (26,85–36,25)	33,1 (28,9–35,9)
Соотношение талия — бедра	0,81 (0,79–0,86)	0,81 (0,80–0,84)
Кардиоваскулярный сингулярный индекс	1,01 (0,86–1,42)	1,5 (0,92–1,78)*

Примечание: \* — статистическая значимость различий по критерию Вилкоксона при  $p < 0,05$ .

Таблица 2

Показатели стабилотрии у обследованных до и после цикла тренировок, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )

Table 2

Indicators of stabilometry in the examined before and after the training cycle, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )

Показатели	До цикла тренировок	После цикла тренировок
X (о), мм	4,05 (2–4,6)	4,3 (1,9–6)
X (з), мм	7,4 (4,35–10,6)	4,8 (1,9–5,5)
Y–Yp (о), мм	101,35 (98,10–112,45)	187,1 (153,9–239,2)*
Y–Yp (з), мм	104,95 (95,85–116,20)	246,5 (212,5–378,2)*
S (о), мм <sup>2</sup>	78 (49,3–150,15)	87,3 (32,5–173,3)
S (з), мм <sup>2</sup>	83,5 (48,2–29,30)	88,5 (21–166)
V (о), мм/с	7 (6–7,7)	6,2 (5,1–8)
V (з), мм/с	9,6 (7,40–13,20)	8,2 (7,1–12,6)

Примечание: \* — статистическая значимость различий по критерию Вилкоксона при  $p < 0,05$ .

произошли в пределах возрастной нормы для женщин (0,9–1,32 ммоль/л). В то же время уровень кальция и ЩФ находились за пределами возрастной нормы — 2,2–2,5 ммоль/л и 130–145 Е/л соответственно. Статистически значимое снижение уровня кальция можно объяснить также процессами регенерации скелетной мускулатуры при регулярных нагрузках, что сопровождается повышением внутриклеточного кальция. Данный факт подтверждается изменением показателей ОДМ: после цикла тренировок мы видим статистически значимое повышение Z Score Total.

Повышение уровня общего белка в сыворотке крови можно объяснить анаболическими процессами, проходящими в организме при выполнении физических нагрузок любой мощности [20]. В литературе имеются данные, указывающие на снижение общего холестерина в сыворотке крови под влиянием физических нагрузок [21], что соответствует результатам наших исследований.

#### 4. Обсуждение

Для сохранения и укрепления здоровья необходимо придерживаться принципов здорового образа жизни,

Таблица 3

Биохимические показатели у обследованных до и после цикла тренировок, Ме ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )

Table 3

Biochemical parameters in the examined before and after the training cycle, Me ( $Q_{25}$ – $Q_{75}$ )

Показатели	До цикла тренировок	После цикла тренировок
Фосфор, ммоль/л	0,99 (0,85–1,17)	1,19 (1,04–1,22)*
АЛТ, Е/л	16,85 (14,60–19,95)	20 (15,7–22,9)
АСТ, Е/л	22,2 (19,35–26,55)	22,2 (20,7–25,3)
Кальций, ммоль/л	2,23 (2,20–2,34)	1,9 (1,86–1,99)*
Креатинин, мкмоль/л	93 (85–101)	86 (70–97)
Мочевина, мкмоль/л	5,1 (4,10–6,85)	6 (4,7–8,3)
Мочевая кислота, мкмоль/л	254,05 (218,30–338,55)	210 (147–307)
Щелочная фосфатаза, Е/л	149 (127–174)	227 (151–316)*
Общий белок, г/л	70,15 (67,65–71,35)	76,2 (71,7–78,2)*
Глюкоза, ммоль/л	5,9 (5,7–6,5)	6,1 (5,4–6,3)
Холестерин, ммоль/л	5,51 (3,87–6,64)	4,9 (3,54–5,6)*

Примечание: \* — статистическая значимость различий по критерию Вилкоксона при  $p < 0,05$ .

одним из важных пунктов которого являются адекватные физические нагрузки [22, 23, 24]. Наиболее подходящим вариантом для поддержания активного долголетия можно считать аэробные нагрузки в виде СХ, т. к. она активизирует все мышцы тела, улучшает работу сердечно-сосудистой и респираторной систем, повышая выносливость организма, при этом за счет использования палок уменьшается нагрузка на суставы [25].

По результатам проведенного нами исследования был установлен положительный эффект после трехмесячных регулярных занятий СХ: отмечалось статистически значимое снижение веса, САД (в среднем на 15 мм рт. ст.), уровня общего холестерина, что в совокупности снижает риски сердечно-сосудистых катастроф (основной причины смертности лиц пожилого возраста), а также улучшение показателей функциональной стабильности. Об улучшении метаболизма костной ткани свидетельствуют изменения уровня кальция, фосфора и щелочной фосфатазы и увеличение показателя Z Score Total.

**Вклад авторов:**

**Катаманова Елена Владимировна** — написание текста статьи, утверждение финальной версии статьи, редактирование.

**Кудаева Ирина Валерьевна** — написание текста статьи, утверждение финальной версии статьи, редактирование.

**Васильева Лариса Сергеевна** — сбор и обработка информации, написание текста статьи.

**Кудаев Андрей Николаевич** — сбор и обработка информации, статистический анализ.

**Верлан Надежда Вадимовна** — написание текста статьи, редактирование.

В исследованиях П. М. Бабарина на людях среднего и пожилого возраста снижение показателей общего холестерина, ЛПНП и триглицеридов отмечалось только после 6 месяцев регулярных занятий физкультурой [26]. Поэтому мы можем ожидать дальнейших изменений в липидограмме обследуемых при продолжении занятий скандинавской ходьбой.

**5. Выводы**

1. Применение СХ в качестве тренирующего фактора у женщин пожилого возраста приводит к улучшению работы сердечно-сосудистой системы за счет статистически значимого снижения массы тела, уменьшения показателя САД в среднем на 15 мм рт. ст., а также уровня общего холестерина.

2. При регулярных занятиях СХ в течение 3 месяцев происходит улучшение показателей функциональной стабильности в сагиттальной плоскости как с открытыми, так и с закрытыми глазами.

**Authors' contributions:**

**Elena V. Katamanova** — article text preparation, approval of the final version of the article, editing.

**Irina V. Kudaeva** — article text preparation, approval of the final version of the article, editing.

**Larisa S. Vasilyeva** — collection and processing of material, article text preparation.

**Andrey N. Kudaev** — collection and processing of material, statistical analysis.

**Nadezhda V. Verlan** — article text preparation, editing.

## Список литературы / References

1. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019 [internet]. Available at: <https://population.un.org/wpp/Download/Archive/Standard/> (accessed 12 Juny 2020).
2. **Iwaya T., Doi T., Seichi A.** Relationship Between Physician-Judged Functioning Level and Self-Reported Disabilities in Elderly People With Locomotive Disorders. *Qual. Life Res.* 2017;26(1):35–43. <https://doi.org/10.1007/s11136-016-1377-4>
3. GBD 2017 Mortality Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality and life expectancy, 1950–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet.* 2018;392(10159):1684–1735. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31891-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31891-9)
4. **Akanov A.A., Tulebaev K.A., Tretyakova S.N., Kalmakhanov S.B., Zhanturiev B.M., Igisena A.I., et al.** Number of years of life expectancy in good health among the older population in Almaty. *Vestnik KazNMU.* 2015;(2):627–631 (In Russ.).
5. **Gagauz O., Avram C., Pahomii I.** Self-perceived health of the elderly: economic and sociodemographic inequalities. *Economie si Sociologie: Revista Teoretico-Stiintifica.* 2017;(1–2):45–53.
6. **Domnech-Abella J.** The Impact of Socioeconomic Status on the Association Between Biomedical and Psychosocial Well-Being and All-Cause Mortality in Older Spanish Adults. *Soc. Psychiatry Psychiatr. Epidemiol.* 2018;53(3):259–268. <https://doi.org/10.1007/s00127-018-1480-7>
7. **Burkin M.M., Molchanova E.V.** Health and social support for the elderly in Russia and the countries of northern Europe. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and entrepreneurship.* 2018;(5):250–258 (In Russ.).
8. **Gorshunova N.K.** Prospects and ways to achieve active longevity. In: *University science: a look into the future. Materials of the international scientific and practical conference. Vol. 2.* Kursk: Kursk State Medical University; 2016, p. 152–156 (In Russ.).
9. **Panchenko A.S.** Comparative analysis of public health of the population of the Russian Federation and the Republic of Belarus. *National interests: priorities and security.* 2018;14(10):1961–1974 (In Russ.). <https://doi.org/10.24891/ni.14.10.1961>
10. **Lazebnik L.B.** Formation of polymorbidity in society. *Klinicheskaya gerontologiya = Clinical gerontology.* 2015;(3–4):3–7 (In Russ.).
11. **Kiryakina T.V.** Nordic walking as a means of health saving for people of middle and old age. *Novaya nauka: opyt, traditsii, innovatsii [New science: Experience, traditions, innovations].* 2017;2(4):49–52 (In Russ.).
12. **Dokuchaeva A.V., Kantyukova S.R., Korotaeva M.Yu.** Nordic walking as one of the methods of physical therapy. *Molodoi uchenyi [Young scientist].* 2017;(44):183–186 (In Russ.).
13. **Kartashova N.K., Shestakov N.L.** Nordic walking in rehabilitation according to a survey of the medical audience. *Osteoporoz i osteopatii = Osteoporosis and Bone Diseases.* 2016;19(2):88 (In Russ.).
14. **Bukov Yu.A., Chigidina V.V., Bukova L.M.** Nordic walking in the system of preventive work with the elderly. *Vestnik fizioterapii i kurortologii = Herald of physiotherapy and health resort therapy.* 2018;24(1):104 (In Russ.).
15. **Mayornikova S.A., Tkachenko S.A., Sharapova L.A.** Nordic walking in the physical rehabilitation of elderly women with stage II hypertension. In: *Therapeutic physical culture: achievements and development prospects. materials of the V All-Russian scientific-practical conference with international participation.* Moscow: Russian University of Sport «GTSOLIFK»; 2016, p. 167–172 (In Russ.).
16. **Lukyanova L.M.** Nordic walking as a means of physical training. *Science-2020 [internet].* 2020;(1):129–133. Available at: [http://nauka-2020.ru/MN\\_1\(37\)2020.pdf](http://nauka-2020.ru/MN_1(37)2020.pdf) (accessed 15 September 2022) (In Russ.).
17. **Kudaeva I.V., Kudaev A.N., Kucherova N.G., Kazazaeva T.P., Baldaeva A.F., Beskaravainaya N.N.** The effectiveness of Nordic walking in women over 40. In: *Health and quality of life. Materials of the III All-Russian Conference with international participation.* Irkutsk-Baikalsk: Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology; 2018, p. 141–146 (In Russ.).
18. **Sindeeva L.V., Kazakova G.N.** Anthropometry and bioimpedancemetry: parallels and discrepancies. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research.* 2013;(9 Part 3):476–480 (In Russ.).
19. **Lopatina A.B.** Theoretical aspects of changes in the biochemical parameters of the blood of the body of athletes as an indicator of adaptive processes. *Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sports.* 2014;9(2):115–120 (In Russ.). [https://doi.org/10.14526/00\\_1111\\_15](https://doi.org/10.14526/00_1111_15)
20. **Rakhmanov R.S., Sapozhnikova M.A., Blinova T.V., Strakhova L.A., Razgulin S.A., Berzin I.A.** Evaluation of some biochemical indicators of the body's energy supply system during significant physical exertion. *Meditinskii al'manakh = Medical almanac.* 2015;(1):141–143 (In Russ.).
21. **Savchenkov M. F., Sosedova L. M.** Healthy lifestyle as a factor in active longevity. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk) [Siberian Medical Journal].* 2011;(4):138–143 (In Russ.).
22. **Stupin A.V., Mikheev D.V.** Solving the problem of forming a healthy lifestyle of the population of Russia. *Innovatsii. Nauka. Obrazovanie [Innovation. The science. Education].* 2021;29:388–391 (In Russ.).
23. **Surkova D.R., Piskaikina M.N., Smirnova U.V.** Healthy lifestyle: the need for exercise and a balanced diet. *OlymPlus (Gumanitarnaya versiya) [OlymPlus (Humanitarian version)].* 2018;(1):84–87 (In Russ.).
24. **Kostyukov D.D., Zotin V.V.** Health benefits of Nordic walking. In: *Actual issues of rehabilitation, therapeutic and adaptive physical culture and sports medicine. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Chelyabinsk, June 05–06, 2018.* Chelyabinsk: Ural State University of Physical Education; 2018, p. 178–181 (In Russ.).
25. **Loginov S.I., Nikolaev A.Yu., Malkov M.N.** The influence of Nordic walking on the physical fitness of older women. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury = Theory and practice of physical culture.* 2018;(7):86–89 (In Russ.).
26. **Babarin P.M.** Influence of active motor mode on lipid metabolism in middle-aged and elderly people [dissertation]. Tashkent; 1972 (In Russ.).

**Информация об авторах:**

**Катаманова Елена Владимировна\***, д.м.н., доцент, главный врач клиники ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665826, Ангарск, Россия; ассистент кафедры геронтологии, гериатрии и клинической фармакологии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования — филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», 664049, г. Иркутск, Россия. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9072-2781> (katamanova\_e\_v@mail.ru)

**Кудаева Ирина Валерьевна**, д.м.н., доцент, заместитель директора по научной работе, заведующая клинко-диагностической лабораторией ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5608-0818> (kudaeva\_irina@mail.ru)

**Васильева Лариса Сергеевна**, врач по лечебной физкультуре и спортивной медицине ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия (lorik.shalamova@yandex.ru)

**Кудаев Андрей Николаевич**, аспирант ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия (andrej\_baikal@mail.ru)

**Верлан Надежда Вадимовна**, д.м.н., профессор, профессор кафедры геронтологии, гериатрии и клинической фармакологии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования — филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», 664049, Иркутск, Россия (nadverlan@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Katamanova Elena Vladimirovna\***, MD., D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Chief Physician of the Clinic of FGBNU VSIMEI, 665826, Angarsk, Russia; Assistant of the Department of Gerontology, Geriatrics and Clinical Pharmacology, IGMAPE — FGBOU DPO RMANPO: 664049, Irkutsk, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9072-2781> (katamanova\_e\_v@mail.ru)

**Kudaeva Irina Valerievna**, MD., D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Deputy Director for Research, Head of the Clinical Diagnostic Laboratory, VSIMEI, 665827, Angarsk, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5608-0818> (kudaeva\_irina@mail.ru)

**Vasilyeva Larisa Sergeevna**, Physician in Physical Therapy and Sports Medicine, VSIMEI, 665827, Angarsk, Russia (lorik.shalamova@yandex.ru)

**Kudaev Andrey Nikolaevich**, PhD student, VSIMEI, 665827, Angarsk, Russia (andrej\_baikal@mail.ru)

**Verlan Nadezhda Vadimovna**, D.Sc. (Medicine), Professor, Professor of the Department of Gerontology, Geriatrics and Clinical Pharmacology of the State Medical Academy of Postgraduate Education — the branch of the RMANPO of the Ministry of Health of Russia. 664049, Irkutsk, Russia (nadverlan@mail.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.7>

УДК 351.774.7

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



## Клинико-рентгенологические характеристики пациентов с плантарным фасциитом

А.П. Анищенко<sup>1</sup>, С.И. Джадаев<sup>2\*</sup>, А.В. Джадаева<sup>3</sup>, В.В. Иванов<sup>4</sup>, М.В. Коврижных<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГАУЗ МО «Химкинская областная больница», Химки, Россия

<sup>3</sup> филиал «Зеленоградский» ГБУЗ города Москвы «Московский научно-практический Центр дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения города Москвы», Зеленоград, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия

<sup>5</sup> «Городская поликлиника № 68 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучить клинические и рентгенологические показатели пациентов с плантарным фасциитом.

**Материалы и методы:** в исследовании принял участие 91 пациент с плантарным фасциитом, среди них 73 (80,2%) женщины, 18 (19,8%) мужчин. Средний возраст пациентов составил  $53,42 \pm 9,16$  года, длительность заболевания —  $30,32 \pm 8,06$  дня, ИМТ —  $24,75 \pm 4,55$  кг/м<sup>2</sup>. У пациентов проводили сбор анамнеза, оценивали уровень боли и качество жизни с помощью визуальной аналоговой шкалы, опросника SF-36 и шкалы АОФАС. Функциональное состояние стоп оценивали с помощью плантоскопии, Y-balance теста, индекса Фридланда. Рентгенологические показатели оценивали с помощью магнитно-резонансной томографии.

**Результаты:** заболевание распространено среди женщин в возрасте от 51 до 60 лет. В 100% случаев отсутствует травматический этиологический фактор, 42,9% испытуемых в качестве причины отмечают увеличение массы тела, 35,2% — связь возникновения боли с ношением обуви на плоской подошве; мужчины чаще связывают появление симптомов с увеличением физической нагрузки (83,3%). Субъективное ощущение боли по шкале ВАШ не зависит от пола ( $p = 0,280$ ), возраста ( $p = 0,509$ ), длительности заболевания ( $p = 0,371$ ), ИМТ ( $p = 0,974$ ). Рентгенологические показатели пациентов характеризуются в 49,5% отсутствием пяточного экзостоза, в остальных случаях развитие пяточной шпоры характерно больше для женщин ( $p = 0,019$ ), ее длина не зависит от длительности заболевания ( $p = 0,845$ ), возраста ( $p = 0,054$ ), ИМТ ( $p = 0,196$ ), образа жизни ( $p = 0,324$ ) и не коррелирует с выраженностью боли ( $p = 0,691$ ). От толщины плантарной фасции прямо пропорционально зависит уровень боли ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,459$ ). Отек пяточной кости отмечается у 14,3% пациентов, отек мягких тканей — у 18,7%; взаимосвязь отека пяточной кости ( $p = 0,604$ ) и отека мягких тканей ( $p = 0,541$ ) с выраженностью боли не отмечается, а отек пяточной кости прямо пропорционально коррелирует с ИМТ ( $p = 0,029$ ).

**Выводы:** данные исследования говорят о том, что среди предикторов развития плантарного фасциита наиболее значимыми являются женский пол, избыточная масса тела, ношение обуви на плоской подошве, а само заболевание не всегда является следствием развития пяточной шпоры.

**Ключевые слова:** плантарный фасциит, пяточная шпора, пяточная боль

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Анищенко А.П., Джадаев С.И., Джадаева А.В., Иванов В.В., Коврижных М.В. Клинико-рентгенологические характеристики пациентов с плантарным фасциитом. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):55–59. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.7>

Поступила в редакцию: 03.10.2022

Принята к публикации: 13.03.2023

Online first: 16.05.2023

Опубликована: 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

# Clinical and radiological characteristics of patients with plantar fasciitis

Alexander P. Anischenko<sup>1</sup>, Sergey I. Dzhadayev<sup>2\*</sup>, Anna V. Dzhadayeva<sup>3</sup>, Viktor V. Ivanov<sup>4</sup>, Maxim V. Kovrizhnyh<sup>5</sup>

<sup>1</sup>A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Khimki Regional Hospital, Khimki, Russia

<sup>3</sup>Moscow Center for Dermatovenereology and Cosmetology, Zelenogradsky Branch, Zelenograd, Russia

<sup>4</sup>FSBEI HE SamSMU MOH Russia, Samara, Russia

<sup>5</sup>City Polyclinic №68, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**Aim:** to study the clinical and radiological parameters of patients with plantar fasciitis.

**Materials and methods:** the study involved 91 patients with plantar fasciitis, 73 (80.2%) women, 18 (19.8%) men. The mean age of the patients was  $53.42 \pm 9.16$  years, disease duration was  $30.32 \pm 8.06$  days, BMI was  $24.75 \pm 4.55$  kg/m<sup>2</sup>. Patients underwent history taking, pain level and quality of life were assessed using the visual analogue scale, the SF-36 questionnaire and the AOFAS scale. The functional state of the feet was assessed using plantoscopy, Y-balance test, Friedland index. X-ray parameters were assessed using magnetic resonance imaging.

**Results:** the disease is common among women aged 51 to 60 years. In 100% of cases, there is no traumatic etiological factor, 42.9% of the subjects note an increase in body weight as the cause, 35.2% – the relationship of the onset of pain with wearing flat shoes; men are more likely to associate the onset of symptoms with an increase in physical activity (83.3%). Subjective sensation of pain on the VAS does not depend on gender ( $p = 0.280$ ), age ( $p = 0.509$ ), disease duration ( $p = 0.371$ ), BMI ( $p = 0.974$ ). X-ray parameters of patients are characterized in 49.5% by the absence of heel exostosis, in other cases, the development of a heel spur is more typical for women ( $p = 0.019$ ), its length does not depend on the duration of the disease ( $p = 0.845$ ), age ( $p = 0.054$ ), BMI ( $p = 0.196$ ), lifestyle ( $p = 0.324$ ) and does not correlate with the severity of pain ( $p = 0.691$ ). The level of pain is directly proportional to the thickness of the plantar fascia ( $p < 0.001$ ,  $\rho = 0.459$ ). Calcaneal edema is observed in 14.3 % of patients, soft tissue edema — in 18.7 %; there was no relationship between calcaneal edema ( $p = 0.604$ ) and soft tissue edema ( $p = 0.541$ ) with the severity of pain, and calcaneal edema directly correlates with BMI ( $p = 0.029$ ).

**Conclusion:** These studies suggest that among the predictors of the development of plantar fasciitis, the most significant are female gender, overweight, wearing flat shoes, and the disease itself is not always a consequence of the development of a heel spur.

**Keywords:** plantar fasciitis, heel spur, heel pain

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

**For citation:** Anischenko A.P., Dzhadayev S.I., Dzhadayeva A.V., Ivanov V.V., Kovrizhnyh M.V. Clinical and radiological characteristics of patients with plantar fasciitis. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):55–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.7>

**Received:** 3 October 2022

**Accepted:** 13 March 2023

**Online first:** 16 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

## 1. Введение

Боль в медиальной подошвенной части пяточной кости ухудшает качество жизни миллионов людей во всем мире. Подсчитано, что 7% людей старше 65 лет предъявляют жалобы на боль такого рода [1–3]. Одной из причин такой боли является плантарный фасциит (ПФ) — заболевание, приводящее к выраженному нарушению качества жизни, его возникновение обусловлено дегенеративно-воспалительными процессами в области подошвенной фасции [4–7].

## 2. Материалы и методы

Настоящее исследование проведено на базе ГАУЗ МО «Химкинская областная больница». В исследовании

приняли участие пациенты, предъявляющие жалобы на боль в области подошвенной части пятки ( $n = 91$ ), среди которых были 73 (80,2%) женщины и 18 (19,8%) мужчин. Средний возраст пациентов составил  $53,42 \pm 9,16$  года, длительность заболевания —  $30,32 \pm 28,06$  дня. Критериями включения в исследование явились: пациенты обоего пола в возрасте от 30 до 65 лет; установленный диагноз плантарный фасциит (М77.3 «Пяточная шпора» по МКБ-10); односторонний характер поражения; отсутствие лечения заболевания до обращения за медицинской помощью.

У пациентов проводили тщательный сбор анамнеза. Оценку боли проводили согласно визуальной аналоговой шкале (ВАШ). Оценку качества жизни проводили

при помощи опросника The Short Form-36 — SF-36. Функцию стопы оценивали с помощью шкалы клинической оценки заболеваний стопы и голеностопного АОФАС.

Плантоскопию выполняли при помощи плантоскопа с монохромной подсветкой и сенсорным управлением (модель PP-1201, длина 45 см, ширина 42 см). Оценку анатомической структуры стопы проводили при помощи подометрического индекса Фридланда. Оценку стабильности голеностопного сустава и стопы проводили при помощи модифицированного теста Y-Balance Test (YBT) для нижних конечностей.

Магнитно-резонансную томографию (МРТ) проводили при помощи томографа Toshiba Vantage Titan» напряженность 1,5 Тесла.

### 3. Результаты исследования

#### Общая характеристика пациентов

Среди женщин заболевание было более распространено в возрасте от 51 до 60 лет, среди мужчин — в возрасте 61–65 лет. Пациенты, участвовавшие в исследовании, чаще всего обращались за помощью в первый месяц от начала заболевания. Поражение правой ноги встречалось чаще: 55 (60,4%) случаев против 36 (39,6%). При уточнении обстоятельств, которые предшествовали заболеванию, было выявлено, что в 100% случаев отсутствовал травматический этиологический фактор. 39 человек (42,9%), среди которых было 36 женщин (39,6%) и 3 мужчин (3,3%), отметили увеличение массы тела более чем на 5 кг за год, предшествующий появлению симптомов. 4 женщины (5,5% от общего числа лиц женского пола) связывали возникновение боли в подошвенной части пятки с беременностью. Мужчины в 83,3% случаев связывали появление симптомов с увеличением физической нагрузки, женщины такую зависимость не отмечали. 32 пациента (35,2%) также отмечали связь возникновения боли с переходом с зимней обуви на весеннюю, с более плоской подошвой.

При характеристике боли в пяточной области 89% пациентов отмечали ее усиление в утренние часы после пробуждения. Влияние ходьбы на болезненные ощущения было неоднозначно: у 45% пациентов боль усиливалась, у 26,4% — стихала. 9 пациентов (9,9%) отмечали иррадиацию боли в сторону пальцев стопы, 13 (14,3%) — в боковые поверхности пяточной кости, 3 (3,3%) — в область икроножных мышц.

При осмотре стоп у пациентов не отмечали отек и экхимозы в области подошвенной части стопы, пальпация места крепления плантарной фасции к пяточной кости была болезненна только в 52,7% случаев (48 человек).

#### Оценка образа жизни

Оценка образа жизни испытуемых показала, что высокая физическая активность (более 12 500 шагов в день) была характерна для 8 человек (8,8%), а наиболее многочисленную группу составили пациенты, ведущие сидячий образ жизни (41 чел., 45%). Однако влияние физической активности на уровень боли ( $p = 0,747$ ) и качество жизни ( $p = 0,659$ ) у пациентов с ПФ отмечено не было.

#### Оценка боли и качества жизни

Среднее количество баллов у пациентов с ПФ по шкале ВАШ составило  $4,95 \pm 1,68$ , согласно опроснику АОФАС —  $69,97 \pm 3,96$  балла. Субъективное ощущение боли по шкале ВАШ не зависело от пола ( $p = 0,280$ ), возраста ( $p = 0,509$ ), длительности заболевания ( $p = 0,371$ ), ИМТ ( $p = 0,974$ ). Характеристики качества жизни пациентов (согласно опроснику SF-36) представлены в таблице 1.

Примечательно, что более низкие показатели отразили параметры ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием ( $48,63 \pm 25,38$  балла), и ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием ( $41,42 \pm 32,72$  балла). В то же время более высокие баллы были в разделах физическое функционирование ( $65,49 \pm 13,85$  балла) и жизненная активность ( $65,38 \pm 17,78$  балла).

Таблица 1

#### Характеристика качества жизни пациентов с плантарным фасциитом

Table 1

#### Quality of life characteristics of patients with plantar fasciitis

SF-36	Показатели	M ± SD	95% ДИ	min	max
Физический компонент здоровья	PF (баллы)	65,49 ± 13,85	62,61–68,38	25,00	90,00
	RP (баллы)	48,63 ± 25,38	43,34–53,91	0,00	75,00
	BP (баллы)	51,60 ± 26,85	46,01–57,20	12,00	84,00
	GH (баллы)	64,05 ± 15,10	60,91–67,20	25,00	92,00
Психологический компонент здоровья	VT (баллы)	65,38 ± 17,78	61,68–69,09	30,00	95,00
	SF (баллы)	58,52 ± 17,57	54,86–62,18	37,50	100,00
	RE (баллы)	41,42 ± 32,72	34,61–48,24	0,00	100,00
	MH (баллы)	62,95 ± 16,69	59,47–66,42	40,00	92,00

Таблица 2

Результаты оценки стабильности стопы и голеностопного сустава у пациентов с плантарным фасциитом

Table 2

Results of assessing the stability of the foot and ankle joint in patients with plantar fasciitis

Нога	Направление	M ± SD	95% ДИ	min	max
Левая	Переднее (см)	70,08 ± 17,17	66,50–73,65	26,00	98,00
	Задненаружное (см)	67,55 ± 11,06	65,25–69,85	39,00	93,00
	Задневнутреннее (см)	61,29 ± 10,58	59,08–63,49	37,00	81,00
Правая	Переднее (см)	68,65 ± 14,59	65,61–71,69	26,00	93,00
	Задненаружное (см)	68,12 ± 10,21	65,99–70,25	44,00	93,00
	Задневнутреннее (см)	61,27 ± 10,12	59,41–64,17	37,21	81,23

**Оценка функционального состояния стопы**

По данным плантоскопии, нормальная стопа была у 20 пациентов (22%), уплощенная стопа — у 36 (39,6%) пациентов, плоская — у 35 (38,5%) пациентов. При статистическом анализе не было выявлено зависимости уровня боли от степени уплощения стопы ( $p = 0,688$ ). Средний показатель индекса Фридланда у пациентов с ПФ составил  $28,37 \pm 1,94\%$ , что соответствует уплощению стопы. Результаты оценки стабильности стопы и голеностопного сустава согласно YBT представлены в таблице 2.

**Рентгенологические показатели**

Средняя величина пяточной шпоры, по данным МРТ, составила  $1,77 \pm 2,03$  мм, однако у 45 пациентов (49,5%) экзостоз пяточной кости обнаружен не был. Развитие пяточной шпоры было характерно больше для женщин ( $p = 0,019$ ), ее длина не зависела от длительности заболевания ( $p = 0,845$ ), возраста ( $p = 0,054$ ), ИМТ ( $p = 0,196$ ) и от образа жизни ( $p = 0,324$ ).

Средняя толщина плантарной фасции составила  $3,66 \pm 0,90$  мм. Отек пяточной кости был у 13 пациентов (14,3%). Отек мягких тканей был отмечен у 17 пациентов (18,7%).

Отсутствовала корреляционная связь выраженности боли и величины пяточной шпоры ( $p = 0,691$ ,  $\rho = 0,691$ ). Связи отека пяточной кости ( $p = 0,604$ , Se и Sp — 53,8 и 55,1%, соответственно) и отека мягких тканей ( $p = 0,541$  Se и Sp — 94,1 и 27,0% соответственно) с показателями ВАШ также отмечено не было. Примечательно, что выраженность боли имела умеренной тесноты прямую корреляционную взаимосвязь с толщиной плантарной фасции ( $p < 0,001$ ,  $\rho = 0,459$ , рис. 10). Отек пяточной

**Вклад авторов:**

**Анищенко Александр Петрович** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Джадаев Сергей Игоревич** — сбор и обработка материала, написание текста статьи.

**Джадаева Анна Вячеславовна** — сбор и обработка материала, написание текста статьи.

**Иванов Виктор Вячеславович** — статистический анализ.

**Коврижных Максим Владимирович** — сбор и обработка материала.

кости зависел от ИМТ ( $p = 0,029$ ): появление отека прогнозировалось при значении ИМТ выше  $30,1 \text{ кг/м}^2$ , чувствительность и специфичность модели составили 53,8% и 76,9% соответственно.

**4. Выводы**

Ожирение, длительное статичное положение тела, бег, укорочение трехглавой мышцы голени, смещение заднего отдела стопы и пожилой возраст считаются потенциальными факторами риска развития ПФ среди современных исследователей [8–12], однако данные научных исследований крайне разноречивы.

Ряд авторов отмечает, что факторы риска развития ПФ у лиц, не занимающихся спортом, включают ограниченное тыльное сгибание голеностопного сустава, ИМТ более  $27 \text{ кг/м}^2$  и проведение большей части рабочего дня в положении стоя [13]. Интересно мнение о том, что ИМТ, по-видимому, также является фактором риска синдрома медиального большеберцового стресса у физически активных людей [14–16].

Существует мнение, что пациенты с некоторыми серонегативными спондилоартропатиями и подагрой могут быть подвержены данному заболеванию [17].

Примечательно, что при таком распространенном состоянии, как ПФ, основные патологические изменения и этиологические факторы не до конца изучены. Данные нашего исследования говорят о том, что среди предикторов развития ПФ наиболее значимыми являются женский пол, избыточная масса тела, ношение обуви на плоской подошве, а само заболевание не всегда является следствием развития пяточной шпоры.

**Authors' contributions:**

**Alexander P. Anischenko** — editing, final approval of the manuscript.

**Sergey I. Dzhadayev** — collection and processing of the material, article text writing.

**Anna V. Dzhadayeva** — collection and processing of the material, article text writing.

**Viktor V. Ivanov** — statistical analysis.

**Maxim V. Kovrizhnyh** — collection and processing of the material.

## Список литературы / References

1. Malsagova K.A., Kopylov A.T., Pustovoyt V.I., Stepanov A.A., Enikeev D.V., Potoldykova N.V., et al. Pilot Study of the Metabolic Profile of an Athlete after Short-Term Physical Activity. *Data Descriptor*. 2023;8(1):3. <https://doi.org/10.3390/data8010003>
2. Petrovsky D.V., Pustovoyt V.I., Nikolsky K.S., Malsagova K.A., Kopylov A.T., Stepanov A.A., et al. Tracking health, performance and recovery in athletes using machine learning. *Sports*. 2022;10(10):160. <https://doi.org/10.3390/sports10100160>
3. Rhim H.C., Kwon J., Park J., Borg-Stein J., Tenforde A.S. A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis. *Life (Basel)*. 2021;11(12):1287. <https://doi.org/10.3390/life11121287>
4. Motley T. Plantar Fasciitis/Fasciosis. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2021;38(2):193–200. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2020.12.005>
5. Siriphorn A., Eksakulkla S. Calf stretching and plantar fascia-specific stretching for plantar fasciitis: A systematic review and meta-analysis. *J. Bodyw Mov. Ther.* 2020;24(4):222–232. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.013>
6. Latt L.D., Jaffe D.E., Tang Y., Taljanovic M.S. Evaluation and Treatment of Chronic Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Orthop.* 2020;5(1):2473011419896763. <https://doi.org/10.1177/2473011419896763>
7. Schuitema D., Greve C., Postema K., Dekker R., Hijmans J.M. Effectiveness of Mechanical Treatment for Plantar Fasciitis: A Systematic Review. *J. Sport Rehabil.* 2019;29(5):657–674. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0036>
8. Noriega D.C., Cristo Á., León A., García-Medrano B., Caballero-García A., Córdova-Martínez A. Plantar Fasciitis in Soccer Players—A Systemic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022;19(21):14426. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114426>
9. Sun K., Zhou H., Jiang W. Extracorporeal shock wave therapy versus other therapeutic methods for chronic plantar fasciitis. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(1):33–38. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2018.11.002>
10. Hamstra-Wright K.L., Huxel Bliven K.C., Bay R.C., Aydemir B. Risk Factors for Plantar Fasciitis in Physically Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health*. 2021;13(3):296–303. <https://doi.org/10.1177/1941738120970976>
11. Al-Siyabi Z., Karam M., Al-Hajri E., Alsaif A., Alazemi M., Aldubaikhi A.A. Extracorporeal Shockwave Therapy Versus Ultrasound Therapy for Plantar Fasciitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2022;14(1):e20871. <https://doi.org/10.7759/cureus.20871>
12. Kashif M., Albalwi A., Alharbi A., Iram H., Manzoor N. Comparison of subtalar mobilisation with conventional physiotherapy treatment for the management of plantar fasciitis. *J. Pak. Med. Assoc.* 2021;71(12):2705–2709. <https://doi.org/10.47391/JPMA.1049>
13. Melese H., Alamer A., Getie K., Nigusie F., Ayhualem S. Extracorporeal shock wave therapy on pain and foot functions in subjects with chronic plantar fasciitis: systematic review of randomized controlled trials. *Disabil Rehabil.* 2022;44(18):5007–5014. <https://doi.org/10.1080/09638288.2021.1928775>
14. Gariani K., Waibel F.W.A., Viehöfer A.F., Uçkay I. Plantar Fasciitis in Diabetic Foot Patients: Risk Factors, Pathophysiology, Diagnosis, and Management. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 2020;13:1271–1279. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S184259>
15. Wiegand K., Tandy R., Freedman Silvernail J. Plantar fasciitis injury status influences foot mechanics during running. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2022;97:105712. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2022.105712>
16. Xu D., Jiang W., Huang D., Hu X., Wang Y., Li H., et al. Comparison Between Extracorporeal Shock Wave Therapy and Local Corticosteroid Injection for Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2020;41(2):200–205. <https://doi.org/10.1177/1071100719891111>
17. Chang R., van Emmerik R., Hamill J. Chronic plantar fasciitis reduces rearfoot to medial-forefoot anti-phase coordination. *Clin. Biomech (Bristol, Avon)*. 2021;88:105439. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2021.105439>

### Информация об авторах:

**Анищенко Александр Петрович**, д.б.н., заведующий кафедрой физического воспитания и здоровья ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, 127473, Россия, Москва, ул. Делегатская, 20/1 (alxanichenko@mail.ru)

**Джадаев Сергей Игоревич\***, врач — травматолог-ортопед ГАУЗ Московской области «Химкинская областная больница», 141400, Россия, Химки, Куркинское шоссе, 11 (seregin\_yaschik@mail.ru)

**Джадаева Анна Вячеславовна**, врач-дерматовенеролог филиала «Зеленоградский» ГБУЗ «Московский научно-практический Центр дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения города Москвы», 124575, Россия, Зеленоград, к. 910

**Иванов Виктор Вячеславович**, к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии им. академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России 443079, Россия, Самара, пр. Карла Маркса, 165Б. (Viktor\_travm@bk.ru)

**Коврижных Максим Владимирович**, к.м.н., заведующий отделением неотложной травматологии и ортопедии ГБУЗ «Городская поликлиника № 68 Департамента здравоохранения города Москвы», 119180, Россия, Москва, ул. Малая Якиманка, д. 22, стр. 1 (maximuskovr@mail.ru)

### Information about the authors:

**Alexander P. Anischenko**, D.Sc. (Biology), Head of the Department of Physical Education and Health of the A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 20/1, Delegatskaya str., Moscow, 127473, Russia (alxanichenko@mail.ru)

**Sergey I. Dzhadayev\***, traumatologist-orthopedist of the Khimki Regional Hospital, 11, Kurkinskoye highway, Khimki, 141400, Russia (seregin\_yaschik@mail.ru)

**Anna V. Dzhadayeva**, dermatovenereologist of the Moscow Center for Dermatovenereology and Cosmetology, Zelenogradsky Branch, bld. 910, Zelenograd, 124575, Russia

**Viktor V. Ivanov**, Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery named after Academician of the Russian Academy of Sciences A.F. Krasnova, Samara State Medical University, 165B, Karla Marksa str., Samara, 443079, Russia (Viktor\_travm@bk.ru)

**Maxim V. Kovrizhnyh**, Ph.D. (Medicine), Head of the Department of Emergency Traumatology and Orthopedics of the City Polyclinic № 68, 22, bld. 1, Malaya Yakimanka str., Moscow, 119180, Russia (maximuskovr@mail.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.5>

УДК: 351.774.7

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



## Исследование отношения к вакцинации против COVID-19 у спортсменов сборных команд России в сравнении со взрослыми в возрасте от 18 до 40 лет, не занимающимися профессиональным спортом

*А.В. Васильева<sup>1,2</sup>, Т.А. Каравеева<sup>1,3,4,5</sup>, Д.С. Радионов<sup>1</sup>, А.В. Яковлев<sup>6,7</sup>, С.И. Баршак<sup>8,\*</sup>,  
К.С. Назаров<sup>8</sup>, А. В. Жолинский<sup>8</sup>, Б. А. Поляев<sup>8,9</sup>, И.Н. Митин<sup>8</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В.М. Бехтерева» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>6</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>7</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург, Россия

<sup>8</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

<sup>9</sup> ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Целью** настоящей работы явилось исследование отношения населения к вакцинации против коронавирусной инфекции COVID-19. Изучалось отношение к вакцинации молодых взрослых лиц как в популяции в целом, так и среди лиц, профессионально занимающихся спортом, поскольку отношение к здоровью и исходный уровень физических ресурсов имеет большое значение для формирования отношения к вакцинации среди населения. Было обследовано 2579 человек в возрасте от 18 до 40 лет. Из них 2233 — из общей популяции, 346 — спортсмены высоких достижений.

**Методы:** исследование носило когортный кросс-секционный характер. Использовалась специально разработанная анкета для массового заполнения, расположенная на интернет-ресурсах через два месяца после старта массовой вакцинации в России.

**Результаты:** в группе спортсменов высоких достижений по сравнению с общей популяцией того же возраста достоверно больше лиц считают вакцинацию ненужной или относятся к ней безразлично и меньше доля тех, кто считает ее полезной или сомневается в эффективности. Низкая приверженность к вакцинации может быть связана со страхом предполагаемых осложнений. Среди спортсменов высоких достижений значимо больше лиц, которые сильно или очень сильно опасаются осложнений от прививки — 143 (41,3 %), по сравнению с первой группой опрашиваемых — 745 (33,4 %) ( $p < 0,01$ ,  $\phi = 2,839$ ). Вероятно, эти опасения связаны с особой значимостью здоровья и физического состояния для профессиональных спортсменов, поскольку ухудшение самочувствия может существенно повлиять на спортивные результаты.

**Выводы:** целесообразна разработка по аналогии с существующими международными отечественных рекомендаций по вакцинации от новой коронавирусной инфекции для спортсменов высоких достижений, где будут подробно изложены преимущества вакцинации для спортсменов, возможные побочные эффекты, их частота и влияние на тренировочный процесс.

**Ключевые слова:** отношение к вакцинации, COVID-19, коронавирусная инфекция, спорт высоких достижений, мишени психосоциальных интервенций

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Васильева А.В., Караваева Т.А., Радионов Д.С., Яковлев А.В., Баршак С.И., Назаров К.С., Жолинский А.В., Поляев Б.А., Митин И.Н. Исследование отношения к вакцинации против COVID-19 у спортсменов сборных команд России в сравнении со взрослыми в возрасте от 18 до 40 лет, не занимающимися профессиональным спортом. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):60–71. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.5>

Поступила в редакцию: 01.11.2022

Принята к публикации: 10.01.2023

Online first: 16.03.2023

Опубликована: 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

## Attitudes towards vaccination against COVID-19 among athletes of Russian national teams in comparison with non-athletes aged 18 to 40

Anna V. Vasileva<sup>1,2</sup>, Tatiana A. Karavaeva<sup>1,3,4,5</sup>, Dmitriy S. Radionov<sup>1</sup>, Alexander V. Yakovlev<sup>6,7</sup>, Sergey I. Barshak<sup>8,\*</sup>, Kirill S. Nazarov<sup>8</sup>, Andrey V. Zholinskiy<sup>8</sup>, Boris A. Polyayev<sup>8,9</sup>, Igor N. Mitin<sup>8</sup>

<sup>1</sup>V.M. Bekhterev National Research Medical Center for Psychiatry and Neurology of the Russian Federation Ministry of Health, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>I.I. Mechnikov North-Western Medical State University, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup>Saint-Petersburg State Pediatric Medical University of The Ministry Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>5</sup>National Medical Research Center of Oncology Named after N.N. Petrov of The Russian Federation Ministry of Health, St. Petersburg, Russia

<sup>6</sup>Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defence of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>7</sup>Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia

<sup>8</sup>Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia, Moscow, Russia

<sup>9</sup>Pirogov Russian National Research Medical University

### ABSTRACT

**The purpose** of this work was to study the attitude of the Russian population to vaccination against COVID-19. Vaccination attitudes in young adults were studied both in the general population and among those who are professionally involved in sports, since attitudes towards health and the initial level of physical resources are important for forming attitudes towards vaccination. A total of 2579 people aged 18 to 40 were examined. Of these, 2233 are from the general population, 346 are high performance athletes.

**Methods.** This was a cohort cross-sectional study. A specially designed questionnaire was used, located on Internet resources 2 months after the start of mass vaccination in Russia.

**Results.** In the group of elite athletes, there are significantly more people who consider vaccination unnecessary or treat it indifferently, and a smaller proportion of those who consider it useful or doubt its effectiveness as compared to the general population of the same age. Low adherence to vaccination may be associated with fear of potential complications. Among elite athletes, there are significantly more people who are seriously afraid of complications from vaccination — 143 (41.3 %), compared to the first group of respondents — 745 (33.4 %) ( $p < 0.01$ ,  $\phi = 2.839$ ). Probably, these concerns are related to the crucial importance of health and physical condition for professional athletes.

**Conclusions.** It is advisable to develop recommendations for vaccination against COVID-19 for elite athletes, which will describe in detail the benefits of vaccination for athletes, possible side effects, their frequency and impact on the training process.

**Keywords:** attitudes towards vaccination, COVID-19, coronavirus infection, high performance sports, targets for psychosocial interventions

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest

**For citation:** Vasileva A.V., Karavaeva T.A., Radionov D.S., Yakovlev A.V., Barshak S.I., Nazarov K.S., Zholinskiy A.V., Polyayev B.A., Mitin I.N. Attitudes towards vaccination against COVID-19 among athletes of Russian national teams in comparison with non-athletes aged 18 to 40. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):60–71. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.5>

Received: 1 November 2022

Accepted: 10 January 2023

Online first: 16 March 2023

Published: 16 June 2023

\*Corresponding author

### 1. Введение

Пандемия новой коронавирусной инфекции, развившаяся в начале 2020 года, стала беспрецедентной чрезвычайной ситуацией пролонгированного характера, унесшей жизни миллионов людей. Она в значительной степени изменила повседневную жизнь людей, разрушив привычный ритм жизни, профессиональной деятельности, в том числе режим и организацию тренировок профессиональных спортсменов, и повлияла на социально-экономическую ситуацию в мире. Необходимые противоэпидемиологические меры стали причиной социальной изоляции, отмены масштабных событий, в том числе спортивных соревнований, включая Олимпийские игры в Токио, что некоторых спортсменов навсегда лишило шанса поучаствовать в соревнованиях такого уровня, неблагоприятно сказавшись на их психическом благополучии [1, 2].

С самого начала усилия ученых были направлены на создание эффективных вакцин против COVID-19, современные методы математического моделирования определили, что если ее эффективность составит хотя бы 70 %, этого будет достаточно, чтобы остановить пандемию. Появление эффективных отечественных препаратов и их массовое производство позволило начать массовую иммунизацию в России всего населения без дискуссии о необходимости выделения приоритетных групп [3, 4].

Однако серьезным препятствием на пути достижения массовой иммунизации является отношение населения, особенно его отдельных групп, к вакцинации. Антивакцинные настроения существуют столько же, сколько и массовая иммунизация. Однако именно пандемия COVID-19 стала мощным толчком к изучению психологических факторов, за 2020 год была опубликована треть всей массы исследований, посвященных этому вопросу [5–7].

Анализ опубликованных результатов исследований позволяет высказать предположение, что скептически относящиеся к вакцинации индивиды попадают в патологический круговорот недоверия, тревоги и психологического неблагополучия. Эти представления подтверждаются отчасти исследованиями, выявившими наиболее высокий уровень дистресса в период пандемии COVID-19 среди молодых взрослых, женщин и лиц с низким уровнем дохода, эти группы в других исследованиях продемонстрировали наиболее высокий уровень вакцинных сомнений [8–13].

Существенный вклад в отношении к вакцинации против COVID-19 вносит выбор источников информации, из которых люди получают сведения об эффективности и безопасности препарата. Специалисты говорят о том, что пандемия сегодня сопровождается так называемой инфодемией, распространением противоречивой недостоверной информации, которая по своей скорости во многом превосходит распространение самого вируса COVID-19. В связи с этим ВОЗ регулярно проводит

мероприятия по борьбе с инфодемией. Для этого была сформирована специальная мультидисциплинарная команда, разработаны тренинги по проведению мероприятий, направленных на повышение приверженности вакцинации [12, 14–18].

С самого начала пандемии COVID-19 ВОЗ в своих рекомендациях призвала активно использовать «эффект Анжелины Джоли», этот феномен был выделен исследователями массовой коммуникации в сфере здравоохранения на основании анализа цифрового поведения населения, что позволило им сделать вывод о том, что привлечение известных людей, медийных личностей, спортсменов высоких достижений для продвижения здорового образа жизни, соблюдения противоэпидемических мер, вакцинных компаний может существенно повлиять на отношение населения к данным вопросам и способствовать борьбе с пандемией [19–22].

Выбор группы спортсменов высоких достижений для исследования определяется тем, что среди молодых взрослых они пользуются особой популярностью, являются фигурами для идентификации, а также активно участвуют в социально значимых мероприятиях. Таким образом, приверженность спортсменов вакцинации против COVID-19 может значимо влиять на отношение к иммунизации населения.

### 2. Цель исследования

Сравнительный анализ отношения к вакцинации молодых взрослых лиц из общей популяции населения и спортсменов высоких достижений разных видов спорта, выявление социальных и индивидуально-психологических факторов, влияющих на восприятие необходимости вакцинации.

### 3. Методы исследования

Задачей было изучить отношение к вакцинации молодых взрослых лиц как в популяции в целом, так и среди лиц, профессионально занимающихся спортом, поскольку отношение к здоровью и исходный уровень физических ресурсов имеет большое значение для формирования отношения к вакцинации среди населения.

Была разработана специализированная анкета, позволяющая получить социально-демографические, анамнестические, клинические данные, психологические характеристики респондентов. Анкета была размещена на открытом интернет-ресурсе, доступ к которому производился по интернет-ссылке, распространенной авторами настоящего исследования среди целевой группы респондентов.

Для подбора и привлечения респондентов использовались как общедоступные интернет-ресурсы, социальные сети («ВКонтакте», WhatsApp, Viber, Facebook, Telegram), так и порталы медицинских, психологических профессиональных сообществ (Российского общества психиатров, Российской психотерапевтической



ассоциации). Спортсмены привлекались к исследованию через специалистов, работающих в командах.

Анкета содержит несколько блоков вопросов.

I блок: социодемографические параметры — возраст, пол, образование, социальный статус, численность населения в пункте проживания, вид деятельности, семейное и материальное положение, вид занятия спортом, стаж профессиональной спортивной деятельности, уровень спортивных достижений.

II блок: отношение к вакцинации против новой коронавирусной инфекции — факт перенесения новой коронавирусной инфекции самим респондентом и его ближайшим окружением, отношение к вакцинам в целом и к вакцинации против новой коронавирусной инфекции в частности, привился респондент либо планирует вакцинироваться, будет или не будет рекомендовать прививаться близким и друзьям, что в большей степени влияет на формирование отношения к вакцинации, наличие тревоги, связанное с риском заболеть и с риском возможных осложнений от прививки, наличие соматических и психических расстройств, которые могут повлиять на отношение к вакцинации.

III блок включал следующие опросники.

Опросник оценки отношения к вакцинации (The Vaccination Attitudes Examination (VAX) Scale, VAX) — опросник, определяющий представление респондента о прививках и вакцинации. Опросник имеет 4 шкалы: недоверие к пользе вакцины; недоверие по поводу непредвиденных последствий в будущем, связанное с вакциной; опасения по поводу коммерческой спекуляции; предпочтение естественного иммунитета.

1. Опросник общего состояния здоровья (General health questionnaire 12, GHQ-12), D.P. Goldberg (1972), оценивающий степень индивидуального психологического благополучия либо неблагополучия респондента. Опросник имеет одну шкалу.

2. Опросник отношения к здоровью (P.A. Березовская, 2005), имеющий четыре шкалы, отражающих 4 аспекта отношения респондента к своему здоровью: когнитивный; эмоциональный; поведенческий; ценностно-мотивационный.

Участие в исследовании было анонимным и добровольным. Перед началом заполнения анкеты респондент имел возможность ознакомиться с целями и условиями исследования, дать информированное согласие на участие путем установления отметки в соответствующем пункте. После заполнения анкеты респондент мог отправить свои данные, или отменить это действие. В этом случае ответы не поступали в базу данных. В случае если респондент не отвечал на какой-либо из вопросов, ответы не отправлялись в базу данных, поэтому анализировались ответы, имеющие 100 % заполнение. Исследование одобрено независимым этическим комитетом при Национальном медицинском исследовательском центре психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева (ЭК-И-31/21 от 25.02.2021).

Оценка результатов анкетирования проводилась через два месяца после начала массовой вакцинации населения в России.

Критерии включения:

- возраст от 18 до 40 лет;
- информированное согласие на участие в исследовании;
- способность читать по-русски и заполнить анкету исследования.

Критерии невключения:

- возраст менее 18 и более 40 лет;
- невозможность понимать текст и смысл содержания анкеты.

Критерий исключения:

- отказ пациента от участия в научном исследовании на любом этапе.

*Статистический анализ.*

Статистическая обработка проводилась с помощью программы SPSS-11. Применялся описательный (дескриптивный) анализ и двумерный (таблицы сопряженности) статистический анализ. Также использовалось сравнение средних. Достоверность различий по переменным, выраженных в процентных долях выборки, проводилась с помощью расчета критерия углового преобразования Фишера ( $\phi$ ). Использованная процедура опроса не допускала дублирование данных. Уровень значимости был установлен на уровне  $\alpha = 0,05$ .

#### 4. Материалы исследования

Всего было обследовано 2579 человек в возрасте от 18 до 40 лет. Из них 2233 из общей популяции — группа 1 (средний возраст —  $29,36 \pm 6,99$  года, мужчин — 469 (21,0 %), женщин — 1764 (79 %)), 346 — спортсмены высоких достижений — группа 2 (средний возраст —  $24,85 \pm 4,74$  года, мужчин — 145 (41,9 %), женщин — 201 (58,1 %)).

В выборку спортсменов высоких достижений (группа 2) вошли представители 67 видов спорта, из них следующие 10 имели большее количество респондентов: гандбол — 15,8 %; баскетбол — 6,0 %; хоккей на траве — 6,0 %; бобслей — 5,3 %; водное поло — 5,0 %; стрельба из лука — 4,7 %; конькобежный спорт — 3,6 %; регби — 2,9 %; плавание — 2,6 %; бадминтон — 2,4 %. Средний стаж занятий спортом —  $13,22 \pm 4,78$  года. В выборке были спортсмены, имеющие первый взрослый разряд, звания «Кандидат в мастера спорта», «Мастер спорта», «Мастер спорта международного класса», «Заслуженный мастер спорта» (табл. 1).

#### 5. Результаты исследования

На момент исследования в обеих выборках около половины респондентов перенесли новую коронавирусную инфекцию в разной степени тяжести (табл. 2).

Имеются достоверные отличия, свидетельствующие, что среди спортсменов больше лиц, перенесших заболевание бессимптомно или легко, чем в той же возрастной группе в общей популяции.

Таблица 1

## Распределение спортивных разрядов в выборке

Table 1

## Distribution of sport categories within the sample

Спортивные достижения	Количество	Процент, %
Первый взрослый разряд	12	3,5
Кандидат в мастера спорта	56	16,1
Мастер спорта	125	36,2
Мастер спорта международного класса	97	28,1
Заслуженный мастер спорта	56	16,1
Всего	346	100

Таблица 2

## Тяжесть перенесенной новой коронавирусной инфекции

Table 2

## Severities of COVID-19

	Не болел	Перенес бессимптомно	Болел легко	Болел средне	Болел тяжело	Всего
Группа 1	1328 (59,5 %)	167 (7,5 %)	452 (20,2 %)	264 (11,8 %)	22 (1,0 %)	2233
Группа 2	179 (51,7 %)	52 (15,0 %)	86 (24,9 %)	28 (8,1 %)	1 (0,3 %)	346
Угловой коэффициент Фишера	$\varphi = 2,717$ ( $p < 0,01$ )	$\varphi = 4,154$ ( $p < 0,01$ )	$\varphi = 1,956$ ( $p < 0,05$ )	$\varphi = 2,146$ ( $p < 0,05$ )	$\varphi = 1,558$	
Всего	1507 (58,4 %)	219 (8,5 %)	538 (20,8 %)	292 (11,4 %)	23 (0,9 %)	2579 (100 %)

Таблица 3

## Отношение к вакцинации против COVID-19 в исследуемых группах

Table 3

## Attitudes towards COVID-19 vaccination within the groups

Отношение к прививке против COVID-19	Группа 1 количество (процент, %)	Группа 2 количество (процент, %)	Угловой коэффициент Фишера
Считаю ее не нужной	226 (10,1 %)	90 (26,0 %)	$\varphi = 7,321$ ( $p < 0,01$ )
Считаю ее полезной	625 (28,0 %)	25 (7,2 %)	$\varphi = 2,787$ ( $p < 0,01$ )
Считаю ее опасной	318 (14,2 %)	59 (17,1 %)	$\varphi = 1,358$
Сомневаюсь в эффективности	772 (34,6 %)	90 (26,0 %)	$\varphi = 3,254$ ( $p < 0,01$ )
Отношусь безразлично	179 (8,0 %)	70 (20,2 %)	$\varphi = 6,196$ ( $p < 0,01$ )
Другое	113 (5,1 %)	12 (3,5 %)	$\varphi = 1,385$
Всего	2233 (100 %)	346 (100 %)	

Основной *целью исследования* являлось выяснение отношения к вакцинации против коронавирусной инфекции (табл. 3).

В группе спортсменов высоких достижений по сравнению с общей популяцией того же возраста достоверно

больше лиц считают вакцинацию не нужной или относятся к ней безразлично и меньше доля тех, кто считает ее полезной или сомневается в эффективности. Удельный вес тех, кто считает вакцинацию опасной, оказалась примерно равной в обеих группах.

### Будете ли Вы прививаться от коронавирусной инфекции?

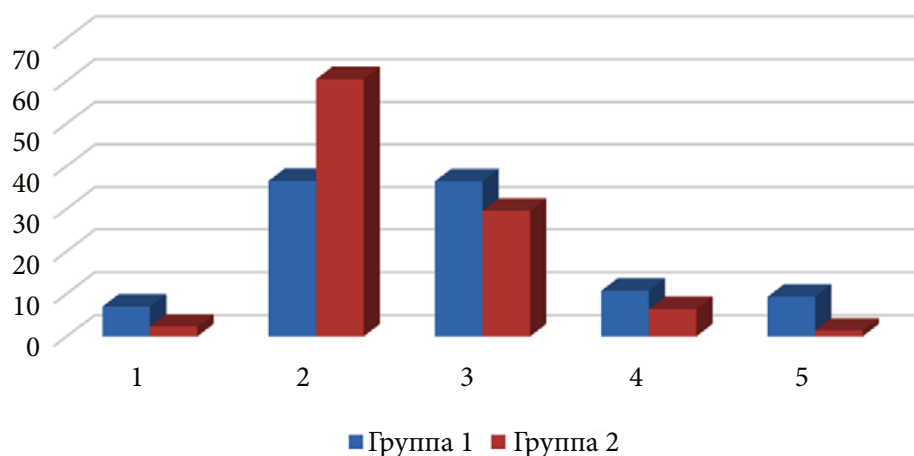


Рис. Гистограмма распределения видов поведения в отношении вакцинации в исследуемых группах  
Fig. Distribution of types of behavior towards vaccination within the groups

Примечание: 1 — имею медицинские противопоказания; 2 — не планирую прививаться; 3 — планирую посмотреть на более отдаленные результаты вакцинации; 4 — планирую привиться в ближайшее время; 5 — уже привился.

Note: 1 — I have medical contraindications; 2 — I do not plan to be vaccinated; 3 — I plan to look at more long-term results of vaccination; 4 — I plan to get vaccinated in the near future; 5 — already vaccinated.

Анализ ответов на вопрос анкеты относительно конкретных действий респондентов по отношению к собственной вакцинации выявил значительные отличия (см. рис. 1). Среди молодого взрослого населения (группа 1) треть опрошиваемых ответили, что не планируют прививаться — 816 (36,5 %), среди спортсменов высоких достижений (группа 2) не планируют прививаться две трети опрошенных — 209 (60,4 %) ( $p < 0,01$ ,  $\phi = 8,363$ ). Также среди спортсменов значительно меньше лиц уже прошли вакцинацию — 5 (1,4 %), в то время как в группе 1 — 207 (9,3 %) ( $p < 0,01$ ,  $\phi = 6,629$ ).

Важным для оценки отношения респондентов к вакцинации против новой коронавирусной инфекции является то, насколько опрошиваемые готовы рекомендовать друзьям и близким прививку и каким образом это связано с их отношением к вакцинации. Достоверно большая часть спортсменов высоких достижений не будет рекомендовать прививку — 193 (55,8 %), и значительно меньшее количество лиц будет рекомендовать — 20 (5,8 %) по сравнению с общей популяцией того же возраста — 1030 (46,1 %) и 464 (20,8 %) соответственно ( $p < 0,01$ ,  $\phi = 3,358$ ;  $p < 0,01$ ,  $\phi = 7,979$ ).

Низкая приверженность вакцинации может быть связана со страхом предполагаемых осложнений. Среди спортсменов высоких достижений значимо больше лиц, которые сильно или очень сильно опасаются осложнений от прививки — 143 (41,3 %) по сравнению с первой группой опрошиваемых — 745 (33,4 %) ( $p < 0,01$ ,  $\phi = 2,839$ ).

В третий блок анкеты были включены Опросник оценки отношения к вакцинации (The Vaccination Attitudes Examination (VAX) Scale, VAX), включающий

шкалы, демонстрирующие представления респондентов о вакцинации (показатели Q3\_S\_1–Q 3\_S\_4); Опросник общего состояния здоровья (General health questionnaire 12, GHQ-12), D.P. Goldberg (1972), оценивающий степень индивидуального психологического благополучия либо неблагополучия респондента (показатель Q4\_S); Опросник отношения к здоровью (Р.А. Березовская, 2005), отражающий отношение респондента к своему здоровью (показатели Q5\_S1–Q5\_S4).

Групповые статистики для третьего блока вопросов анкеты представлены в таблице 4.

Была проверена гипотеза о значимости различий значений шкал используемых вопросников между группой общей популяции (группа 1) и группой спортсменов высоких достижений (группа 2). Для сравнения был использован  $t$ -тест для независимых выборок (таблица 5). Как правило, гипотеза о равенстве (гомогенности) дисперсий не принимается, если тест Левена дает значение  $p < 0,05$  (гетерогенность дисперсий).

Результаты анализа данных таблиц 4 и 5 по опроснику об отношении к вакцинации, включающего 4 шкалы: «Недоверие к пользе вакцины», «Недоверие по поводу непредвиденных последствий в будущем, связанное с вакциной», «Опасения по поводу коммерческой спекуляции», «Предпочтение естественного иммунитета», показывают, что представители спорта высоких достижений высказывают значимо большее недоверие по поводу непредвиденных последствий в будущем, связанное с вакциной ( $12,94 \pm 0,176$  для группы 2 против  $12,65 \pm 0,069$  для группы 1). Опасения респондентов в большей степени связаны с беспокойством относительно возможных негативных осложнений от вакцины, которые на момент

Таблица 4

## Групповые статистики

Table 4

## Group statistics

Код показателя	Наименование показателя	Группа	N	Среднее	Стандартное отклонение
Шкалы опросника оценки отношения к вакцинации (VAX):					
Q3_S_1	недоверие к пользе вакцины	1	2232	9,79	3,731
		2	346	7,82	3,333
Q3_S_2	недоверие по поводу непредвиденных последствий в будущем, связанное с вакциной	1	2232	<b>12,65</b>	3,261
		2	346	<b>12,94</b>	3,278
Q3_S_3	опасения по поводу коммерческой спекуляции	1	2232	9,12	4,068
		2	346	10,87	3,241
Q3_S_4	предпочтение естественного иммунитета	1	2232	10,03	3,606
		2	346	11,52	2,847
Шкала опросника общего состояния здоровья (GHQ-12):					
Q4_S	степень индивидуального психологического благополучия либо неблагополучия	1	2233	12,09	5,956
		2	346	8,29	4,948
Шкалы опросника отношения к здоровью (Р. А. Березовской) (чем выше значение, тем выше уровень адекватности отношения к здоровью по нижеприведенным аспектам):					
Q5_S1	когнитивный аспект	1	2233	<b>73,86</b>	11,725
		2	346	<b>76,89</b>	11,062
Q5_S2	эмоциональный аспект	1	2233	67,01	10,923
		2	346	68,07	9,066
Q5_S3	поведенческий аспект	1	2233	55,47	14,519
		2	346	59,90	10,469
Q5_S4	ценностно-мотивационный аспект	1	2233	<b>70,09</b>	9,505
		2	346	<b>67,01</b>	8,515

проведения обследования были неочевидны или неизвестны. Спортсмены высоких достижений имели более стойкие убеждения, что вакцина недостаточно изучена и может негативно повлиять на здоровье. Вероятно, эти опасения связаны с особой значимостью здоровья и физического состояния для профессиональных спортсменов, поскольку ухудшение самочувствия может существенно повлиять на спортивные результаты. Если обычные, привычные угрозы здоровью они могут минимизировать, то в случае недостаточной информации о качестве вакцины и ее возможных побочных эффектах опасаются негативных последствий больше, чем представители общей популяции того же возраста. Среди респондентов обеих групп не поддерживаются идеи о коммерческой спекуляции на вакцинации, о том, что вакцины больше выгодны фармацевтическим компаниям, чем населению, а сама программа вакцинации является профанацией.

Шкала опросника общего состояния здоровья (GHQ-12) не выявила различий во степени индивидуального психологического благополучия либо неблагополучия между группами.

Результаты, полученные с помощью опросника Р. А. Березовской (2005), отражающего различные аспекты отношения респондента к своему здоровью, имеют

достоверное различие между изучаемыми группами по шкалам, демонстрирующим когнитивный аспект ( $76,89 \pm 0,595$  для группы 2 против  $73,86 \pm 0,248$  для группы 1) и ценностно-мотивационный аспект ( $67,01 \pm 0,458$  для группы 2 против  $70,09 \pm 0,201$  для группы 1).

Опросник позволяет на когнитивном уровне оценить степень осведомленности или компетентности человека в области здоровья, понимание значения основных факторов риска и антириска, роли здоровья в жизнедеятельности человека и в обеспечении долголетия. Представители спорта высоких достижений показывают значимо более высокий уровень адекватности отношения к здоровью с точки зрения понимания факторов, оказывающих на него влияние, и их представления в большей степени соответствуют традиционным научным данным. Формирование их представлений значительно чаще основывается на более значимых и адекватных источниках информации о здоровье и роли здорового образа жизни.

На ценностно-мотивационном уровне оценивается значимость здоровья в индивидуальной иерархии ценностей, степень сформированности мотивации на сохранение и укрепление здоровья. У представителей спорта высоких достижений показатели по данной шкале достоверно более низкие. Можно предположить,

Результаты сравнения выборок

Results of group comparisons

Код по-казателя	Дисперсии равны/не равны	Тест Левена на равенство дисперсий		Тест Стьюдента на равенство средних						
		F	Значимость	t	df	Значимость (двусторонняя)	Разность средних	Стандартная ошибка разницы	95 % доверительный интервал разницы	
									Нижняя граница	Верхняя граница
Q3_S_1	равны	8,366	0,004	9,260	2576	0,000	1,969	0,213	1,552	2,386
	не равны			10,056	489,229	0,000	1,969	0,196	1,584	2,354
Q3_S_2	равны	0,026	<b>0,873</b>	-1,531	2576	0,126	-0,289	0,189	-0,659	0,081
	не равны			-1,526	457,305	0,128	-0,289	0,189	-0,661	0,083
Q3_S_3	равны	26,135	0,000	-7,624	2576	0,000	-1,748	0,229	-2,197	-1,298
	не равны			-8,993	529,260	0,000	-1,748	0,194	-2,129	-1,366
Q3_S_4	равны	35,423	0,000	-7,337	2576	0,000	-1,490	0,203	-1,888	-1,091
	не равны			-8,709	532,835	0,000	-1,490	0,171	-1,826	-1,154
Q4_S	равны	12,901	0,000	11,272	2577	0,000	3,798	0,337	3,137	4,458
	не равны			12,901	513,301	0,000	3,798	0,294	3,219	4,376
Q5_S1	равны	0,085	<b>0,770</b>	-4,512	2577	0,000	-3,0338	0,672	-4,352	-1,715
	не равны			-4,708	473,368	0,000	-3,0338	0,644	-4,299	-1,767
Q5_S2	равны	17,850	0,000	-1,713	2577	0,087	-1,0581	0,618	-2,2695	0,1532
	не равны			-1,962	513,637	0,050	-1,0581	0,539	-2,1178	0,0016
Q5_S3	равны	44,911	0,000	-5,460	2577	0,000	-4,430	0,811	-6,0215	-2,839
	не равны			-6,909	573,411	0,000	-4,430	0,641	-5,6898	-3,170
Q5_S4	равны	5,067	<b>0,024</b>	5,697	2577	0,000	3,0867	0,542	2,0242	4,149
	не равны			6,173	488,273	0,000	3,0867	0,499	2,1043	4,069

что у лиц этой группы большей ценностью являются спортивные достижения, а здоровье скорее воспринимается как необходимый инструмент достижения цели. В связи с этим забота о здоровье и отношение к нему может носить амбивалентный характер: в одних ситуациях, которые связаны в большей степени с ближайшими спортивными задачами, активно избегаются факторы, которые воспринимаются как угрожающие, а в других ситуациях, ориентированных преимущественно на длительную перспективу, отношение к здоровью может носить попустительский характер.

### 6. Заключение

Молодые взрослые относятся к определяющей категории в населении для достижения массового иммунитета. Выявленная в нашем исследовании недостаточная готовность активного взрослого населения к иммунизации во многом согласуется с данными международных исследований и определяется социально-демографическими и индивидуально психологическими факторами, выявленными в качестве предикторов другими учеными. К примеру, большой международный проект с использованием анализа машинного обучения в качестве основных предикторов назвал экономический уровень

страны проживания, доверие фармакоиндустрии, ошибочные представления о естественном иммунитете, индивидуальные оценки пользы/риска вакцинации, и личные отношение к новой вакцине [23].

В мире большого спорта вопрос о вакцинации, соотношении риска и пользы много лет продолжает быть дискуссионным. Еще до появления новой коронавирусной инфекции, несмотря на установленную повышенную чувствительность спортсменов к респираторной инфекции, не удалось достичь оптимальных цифр массовой иммунизации. В отношении новых вакцин отсутствие данных на момент проведения исследования относительно длительности и степени выраженности побочных эффектов, их влияние на физическую активность, что занимает центральное место в иерархии системы отношений спортсменов высоких достижений очевидно определяют их вакцинные сомнения. Также на сегодня нет специально разработанного для спортсменов согласованного с режимом тренировок и соревнований протокола вакцинации. Вполне возможно, интраназальные формы вакцины повысят приверженность вакцинации среди спортсменов [24]. Целесообразна разработка по аналогии с существующими международными отечественных рекомендаций по вакцинации от новой коронавирусной инфекции

для спортсменов высоких достижений, где будут подробно изложены преимущества вакцинации для спортсменов, возможные побочные эффекты, их частота и влияние на тренировочный процесс [25].

#### Вклад авторов:

**Васильева Анна Владимировна** — написание текста статьи, статистическая обработка данных.

**Караваева Татьяна Артуровна** — написание текста статьи, статистическая обработка данных.

**Радионон Дмитрий Сергеевич** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Яковлев Александр Викторович** — написание текста статьи, статистическая обработка данных.

**Баршак Сергей Игоревич** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Назаров Кирилл Сергеевич** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Андрей Владимирович Жолинский** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Поляев Борис Александрович** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Митин Игорь Николаевич** — написание текста статьи, статистическая обработка данных.

Полученные результаты исследования могут быть использованы для разработки целевых программ по повышению приверженности вакцинации против COVID 19.

#### Authors' contribution:

**Anna V. Vasileva** — writing the article text, statistical data processing.

**Tatiana A. Karavaeva** — writing the article text, statistical data processing.

**Dmitriy S. Radionov** — writing the article text, material collecting and processing.

**Alexander V. Yakovlev** — writing the article text, material collecting and processing.

**Sergey I. Barshak** — writing the article text, material collecting and processing.

**Kirill S. Nazarov** — writing the article text, material collecting and processing.

**Andrey V. Zholinskiy** — editing, approval of the article final version.

**Boris A. Polyayev** — editing, approval of the article final version.

**Igor N. Mitin** — writing the article text, statistical data processing.

#### Список литературы

1. **Parm Ü., Aluoja A., Tomingas T., Tamm A.L.** Impact of the COVID-19 Pandemic on Estonian Elite Athletes: Survey on Mental Health Characteristics, Training Conditions, Competition Possibilities, and Perception of Supportiveness. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021;18(8):4317. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084317>
2. **Toresdahl B.G., Asif I.M.** Coronavirus disease 2019 (COVID-19): considerations for the competitive athlete. *Sports health.* 2020;12(3):221–224. <https://doi.org/10.1177/1941738120918876>
3. **Logunov D.Y., Dolzhikova I.V., Zubkova O.V., Tukhvatulin A.I., Shcheblyakov D.V., Dzharullaeva A.S., et al.** Safety and immunogenicity of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine in two formulations: two open, non-randomised phase 1/2 studies from Russia. *The Lancet.* 2020;396(10255):887–897. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31866-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31866-3)
4. **Logunov D.Y., Dolzhikova I.V., Shcheblyakov D.V., Tukhvatulin A.I., Zubkova O.V., Dzharullaeva A.S., et al.** Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine: an interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia. *Lancet.* 2021;397(10275):671–681. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8)
5. **Hornsey M.J.** Reasons why people may refuse COVID -19 vaccination (and what can be done about it). *World Psychiatry.* 2022;21(2):217–218. <https://doi.org/10.1002/wps.20990>
6. **Dror A.A., Eisenbach N., Taiber S., Morozov N.G., Mizrachi M., Zigron A., et al.** Vaccine hesitancy: the next challenge in the fight against COVID-19. *Eur. J. Epidemiol.* 2020;35(8):775–779. <https://doi.org/10.1007/s10654-020-00671-y>
7. **Shen S.C., Dubey V.** Addressing vaccine hesitancy: Clinical guidance for primary care physicians working with parents. *Can. Fam. Physician.* 2019;65(3):175–181.
8. **Paul E., Steptoe A., Fancourt D.** Attitudes towards vaccines and intention to vaccinate against COVID-19: Implications

#### References

1. **Parm Ü., Aluoja A., Tomingas T., Tamm A.L.** Impact of the COVID-19 Pandemic on Estonian Elite Athletes: Survey on Mental Health Characteristics, Training Conditions, Competition Possibilities, and Perception of Supportiveness. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021;18(8):4317. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084317>
2. **Toresdahl B.G., Asif I.M.** Coronavirus disease 2019 (COVID-19): considerations for the competitive athlete. *Sports health.* 2020;12(3):221–224. <https://doi.org/10.1177/1941738120918876>
3. **Logunov D.Y., Dolzhikova I.V., Zubkova O.V., Tukhvatulin A.I., Shcheblyakov D.V., Dzharullaeva A.S., et al.** Safety and immunogenicity of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine in two formulations: two open, non-randomised phase 1/2 studies from Russia. *The Lancet.* 2020;396(10255):887–897. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31866-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31866-3)
4. **Logunov D.Y., Dolzhikova I.V., Shcheblyakov D.V., Tukhvatulin A.I., Zubkova O.V., Dzharullaeva A.S., et al.** Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine: an interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia. *Lancet.* 2021;397(10275):671–681. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00234-8)
5. **Hornsey M.J.** Reasons why people may refuse COVID -19 vaccination (and what can be done about it). *World Psychiatry.* 2022;21(2):217–218. <https://doi.org/10.1002/wps.20990>
6. **Dror A.A., Eisenbach N., Taiber S., Morozov N.G., Mizrachi M., Zigron A., et al.** Vaccine hesitancy: the next challenge in the fight against COVID-19. *Eur. J. Epidemiol.* 2020;35(8):775–779. <https://doi.org/10.1007/s10654-020-00671-y>
7. **Shen S.C., Dubey V.** Addressing vaccine hesitancy: Clinical guidance for primary care physicians working with parents. *Can. Fam. Physician.* 2019;65(3):175–181.
8. **Paul E., Steptoe A., Fancourt D.** Attitudes towards vaccines and intention to vaccinate against COVID-19: Implications

for public health communications. *Lancet Reg. Health — Eur.* 2021;1:100012. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2020.100012>

9. **Сорокин М.Ю., Лутова Н.Б., Мазо Г.Э., Незнанов Н.Г., Касьянов Е.Д., Рукавишников Г.В., Макаревич О.В., Хобейш М.А.** Структура тревожных переживаний и стресс как факторы готовности к вакцинации против коронавирусной инфекции. *Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева.* 2021;55(2):52–61. <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2021-55-2-52-61>

10. **Makhoul M., Ayoub H.H., Chemaitelly H., Seedat S., Mumtaz G.R., Al-Omari S., et al.** Epidemiological Impact of SARS-CoV-2 Vaccination: Mathematical Modeling Analyses. *Vaccines.* 2020;8(4):668. <https://doi.org/10.3390/vaccines8040668>

11. **Anderson R.M., Vegvari C., Truscott J., Collyer B.S.** Challenges in creating herd immunity to SARS-CoV-2 infection by mass vaccination. *Lancet.* 2020;396(10263):1614–1616. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32318-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32318-7)

12. **Farooq F., Rathore F.A.** COVID-19 Vaccination and the Challenge of Infodemic and Disinformation. *J. Korean Med. Sci.* 2021;36(10):e78. <https://doi.org/10.3346/jkms.2021.36.e78>

13. **Васильева А.В., Караваяева Т.А., Радионов Д.С., Яковлев А.В.** Исследование взаимосвязи социально-демографических характеристик и индивидуального опыта пандемии COVID-19 с отношением к вакцинации для определения мишеней психосоциальных интервенций. *Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева.* 2021;55(2):27–36. <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2021-55-2-27-36>

14. **Васильева А.** Первая конференция по инфодемиологии ВОЗ: мультидисциплинарное сотрудничество в противодействии дезинформации в период пандемии COVID-19. *Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева.* 2020;(3):93–95. <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2020-3-93-95>

15. **Тхостов А.Ш., Рассказова Е.И.** Психологическое содержание тревоги и профилактики в ситуации инфодемии: защита от коронавируса или «порочный круг» тревоги? *Консультативная психология и психотерапия.* 2020;28(2):70–89. <https://doi.org/10.17759/cpp.2020280204>

16. **Šuriņa S., Martinsonē K., Perepjolkina V., Kolesnikova J., Vainik U., Ruža A., et al.** Factors Related to COVID-19 Preventive Behaviors: A Structural Equation Model. *Front. Psychol.* 2021;12:676521. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.676521>

17. **Rovetta A., Bhagavathula A.S.** COVID-19-Related Web Search Behaviors and Infodemic Attitudes in Italy: Infodemiological Study. *JMIR Public Health Surveill.* 2020;6(2):e19374. <https://doi.org/10.2196/19374>

18. World Health Organization. Call for applicants for comprehensive training for promotion of vaccine demand to maintain and restore routine immunization and promote COVID-19 vaccination [internet]. Available at: <https://www.who.int/news-room/articles-detail/call-for-applicants-for-comprehensive-training-for-promotion-of-vaccine-demand-to-maintain-and-restore-routine-immunization-and-promote-COVID-19-vaccination>

19. **Calleja N., AbdAllah A., Abad N., Ahmed N., Albaracin D., Altieri E., et al.** A Public Health Research Agenda for Managing Infodemics: Methods and Results of the First WHO Infodemiology Conference. *JMIR Infodemiology.* 2021;1(1):e30979. <https://doi.org/10.2196/30979>

20. **Tangcharoensathien V., Calleja N., Nguyen T., Purnat T., D’Agostino M., Garcia-Saiso S., et al.** Framework for Managing the COVID-19 Infodemic: Methods and Results of an Online, Crowdsourced WHO Technical Consultation. *J. Med. Internet Res.* 2020;22(6):e19659. <https://doi.org/10.2196/19659>

for public health communications. *Lancet Reg. Health — Eur.* 2021;1:100012. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2020.100012>

9. **Sorokin M.Y., Lutova N.B., Mazo G.E., Neznanov N.G., Kasyanov E.D., Rukavishnikov G.V., et al.** Structure of anxiety and stress as factors of COVID-19 vaccine acceptance. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology.* 2021;55(2):52–61 (in Russ). <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2021-55-2-52-61>

10. **Makhoul M., Ayoub H.H., Chemaitelly H., Seedat S., Mumtaz G.R., Al-Omari S., et al.** Epidemiological Impact of SARS-CoV-2 Vaccination: Mathematical Modeling Analyses. *Vaccines.* 2020;8(4):668. <https://doi.org/10.3390/vaccines8040668>

11. **Anderson R.M., Vegvari C., Truscott J., Collyer B.S.** Challenges in creating herd immunity to SARS-CoV-2 infection by mass vaccination. *Lancet.* 2020;396(10263):1614–1616. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32318-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32318-7)

12. **Farooq F., Rathore F.A.** COVID-19 Vaccination and the Challenge of Infodemic and Disinformation. *J. Korean Med. Sci.* 2021;36(10):e78. <https://doi.org/10.3346/jkms.2021.36.e78>

13. **Vasileva A.V., Karavaeva T.A., Radionov D.S., Yakovlev A.V.** The social-demographic characteristics and pandemic COVID-19 individual experience and their impact on vaccination attitude study aimed to determine the psychosocial interventions targets. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology.* 2021;55(2):27–36 (in Russ). <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2021-55-2-27-36>

14. **Vasileva A.V.** The first WHO conference on infodemiology: multidisciplinary collaboration to counter disinformation during the COVID-19 pandemic. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology.* 2020;(3):93–95 (in Russ). <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2020-3-93-95>

15. **Tkhostov A.Sh., Rasskazova E.I.** Psychological Contents of Anxiety and the Prevention in an Infodemic Situation: Protection against Coronavirus or the “Vicious Circle” of Anxiety? *Counseling Psychology and Psychotherapy.* 2020;28(2):70–89 (in Russ). <https://doi.org/10.17759/cpp.2020280204>

16. **Šuriņa S., Martinsonē K., Perepjolkina V., Kolesnikova J., Vainik U., Ruža A., et al.** Factors Related to COVID-19 Preventive Behaviors: A Structural Equation Model. *Front. Psychol.* 2021;12:676521. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.676521>

17. **Rovetta A., Bhagavathula A.S.** COVID-19-Related Web Search Behaviors and Infodemic Attitudes in Italy: Infodemiological Study. *JMIR Public Health Surveill.* 2020;6(2):e19374. <https://doi.org/10.2196/19374>

18. World Health Organization. Call for applicants for comprehensive training for promotion of vaccine demand to maintain and restore routine immunization and promote COVID-19 vaccination [internet]. Available at: <https://www.who.int/news-room/articles-detail/call-for-applicants-for-comprehensive-training-for-promotion-of-vaccine-demand-to-maintain-and-restore-routine-immunization-and-promote-COVID-19-vaccination>

19. **Calleja N., AbdAllah A., Abad N., Ahmed N., Albaracin D., Altieri E., et al.** A Public Health Research Agenda for Managing Infodemics: Methods and Results of the First WHO Infodemiology Conference. *JMIR Infodemiology.* 2021;1(1):e30979. <https://doi.org/10.2196/30979>

20. **Tangcharoensathien V., Calleja N., Nguyen T., Purnat T., D’Agostino M., Garcia-Saiso S., et al.** Framework for Managing the COVID-19 Infodemic: Methods and Results of an Online, Crowdsourced WHO Technical Consultation. *J. Med. Internet Res.* 2020;22(6):e19659. <https://doi.org/10.2196/19659>

21. Всемирная организация здравоохранения. Социальная стигматизация и COVID-19. Руководство по предупреждению и преодолению стигматизации [интернет]; 2020. Available at: [https://www.unicef.by/uploads/models/2020/03/covid19\\_stigma\\_guide\\_rus.pdf](https://www.unicef.by/uploads/models/2020/03/covid19_stigma_guide_rus.pdf)

22. World Health Organization. The Guide to Tailoring Immunization Programmes (TIP) [internet]. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329448/9789289054492-eng.pdf>

23. **Riad A., Huang Y., Abdulqader H., Morgado M., Domnori S., Koščik M., et al.** Universal Predictors of Dental Students' Attitudes towards COVID-19 Vaccination: Machine Learning-Based Approach. *Vaccines*. 2021;9(10):1158. <https://doi.org/10.3390/vaccines9101158>

24. **Nomura S., Eguchi A., Yoneoka D., Kawashima T., Tanoue Y., Murakami M., et al.** Reasons for being unsure or unwilling regarding intention to take COVID-19 vaccine among Japanese people: A large cross-sectional national survey. *Lancet Reg. Health West. Pac.* 2021;14:100223. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2021.100223>

25. **Narducci D.M., Diamond A.B., Bernhardt D.T., Roberts W.O.** COVID Vaccination in Athletes & Updated Interim Guidance on the Preparticipation Physical Examination during the SARS-CoV-2 Pandemic. *Curr. Sports Med. Rep.* 2021;20(11):608–613. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000912>

21. World Health Organization. Social stigmatization and COVID-19 [internet]; 2020. Available at: [https://www.unicef.by/uploads/models/2020/03/covid19\\_stigma\\_guide\\_rus.pdf](https://www.unicef.by/uploads/models/2020/03/covid19_stigma_guide_rus.pdf) (in Russ).

22. World Health Organization. The Guide to Tailoring Immunization Programmes (TIP) [internet]. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329448/9789289054492-eng.pdf>

23. **Riad A., Huang Y., Abdulqader H., Morgado M., Domnori S., Koščik M., et al.** Universal Predictors of Dental Students' Attitudes towards COVID-19 Vaccination: Machine Learning-Based Approach. *Vaccines*. 2021;9(10):1158. <https://doi.org/10.3390/vaccines9101158>

24. **Nomura S., Eguchi A., Yoneoka D., Kawashima T., Tanoue Y., Murakami M., et al.** Reasons for being unsure or unwilling regarding intention to take COVID-19 vaccine among Japanese people: A large cross-sectional national survey. *Lancet Reg. Health West. Pac.* 2021;14:100223. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2021.100223>

25. **Narducci D.M., Diamond A.B., Bernhardt D.T., Roberts W.O.** COVID Vaccination in Athletes & Updated Interim Guidance on the Preparticipation Physical Examination during the SARS-CoV-2 Pandemic. *Curr. Sports Med. Rep.* 2021;20(11):608–613. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000912>

#### Информация об авторах:

**Васильева Анна Владимировна**, д.м.н., главный научный сотрудник отделения лечения пограничных психических расстройств и психотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доцент кафедры психотерапии и сексологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5116-836X> ([annavdoc@yahoo.com](mailto:annavdoc@yahoo.com))

**Караваяева Татьяна Артуровна**, д.м.н., главный научный сотрудник, руководитель отделения лечения пограничных психических расстройств и психотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Минздрава России; профессор кафедры медицинской психологии и психофизиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; профессор кафедры общей и прикладной психологии с курсами медико-биологических дисциплин и педагогики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; ведущий научный сотрудник научного отдела инновационных методов терапевтической онкологии и реабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8798-3702> ([tania\\_kar@mail.ru](mailto:tania_kar@mail.ru))

**Радионов Дмитрий Сергеевич**, младший научный сотрудник отделения лечения пограничных психических расстройств и психотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9020-3271> ([psyradionov@gmail.com](mailto:psyradionov@gmail.com))

**Яковлев Александр Викторович**, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ; доцент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3011-8005> ([sven-7@mail.ru](mailto:sven-7@mail.ru))

**Баршак Сергей Игоревич\***, медицинский психолог отдела медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, г. Москва, ул. Б. Дорогомиловская, 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3609-7396> ([sergeybarshak@gmail.com](mailto:sergeybarshak@gmail.com))

**Назаров Кирилл Сергеевич**, психолог отдела медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, г. Москва, ул. Б. Дорогомиловская, 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1147-6437> ([themourningcomes@gmail.com](mailto:themourningcomes@gmail.com))

**Андрей Владимирович Жолинский**, к.м.н., директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства». ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761> ([fnkscsm@sportfmba.ru](mailto:fnkscsm@sportfmba.ru))

**Поляев Борис Александрович**, д.м.н., заведующий кафедрой реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; главный научный сотрудник ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5773-3588> ([polyaev.boris@gmail.com](mailto:polyaev.boris@gmail.com))

**Митин Игорь Николаевич**, к.м.н., ведущий научный сотрудник организационно-исследовательского отдела, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», 121059, г. Москва, ул. Б. Дорогомиловская, 5. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2168-921X> ([pino4t@list.ru](mailto:pino4t@list.ru))



**Information about the authors:**

**Anna V. Vasileva**, M.D., D.Sc. (Medicine), Associate professor, Chief research associate, Department for Non-psychotic mental disorders treatment and psychotherapy, V.M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology of the Russian Federation Ministry of Health, professor, Department for psychotherapy, clinical psychology and sexology I.I. Mechnikov North-Western Medical State University of The Russian Federation Ministry of Health, St. Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5116-836X> (annavdoc@yahoo.com)

**Tatiana A. Karavaeva**, M.D., D.Sc. (Medicine), Chief research associate, Head of Department for Non-psychotic mental disorders treatment and psychotherapy, V.M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology of the Russian Federation Ministry of Health; Professor, Department of Medical Psychology and Psychophysiology Saint-Petersburg State University; professor of the general and applied psychology department with the medical-biological and pedagogic courses Saint-Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry Healthcare of Russian Federation; Leading Researcher, Department of Innovative Methods of Therapeutic Oncology and Rehabilitation, National Medical Research Center of Oncology Named after N.N. Petrov of The Russian Federation Ministry of Health, St. Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8798-3702> (tania\_kar@mail.ru)

**Dmitriy S. Radionov**, Junior research associate of Department for Non-psychotic mental disorders treatment and psychotherapy, V.M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology of the Ministry Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9020-3271> (psyradionov@gmail.com)

**Alexander V. Yakovlev**, Ph.D. (Tech.), Associate professor, Senior Researcher, Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defence of the Russian Federation; Associate professor, Department of Problem-Oriented Computing Complexes, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3011-8005> (sven-7@mail.ru)

**Sergey I. Barshak\***, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia, Moscow, medical psychologist of the Department of medical and psychological support of National team athletes of Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3609-7396> (sergeybarshak@gmail.com)

**Kirill S. Nazarov**, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia, Moscow, psychologist of the Department of medical and psychological support of National team athletes of Russian Federation. ORCID: 0000-0003-1147-6437 (Themourningcomes@gmail.com)

**Andrey V. Zholinskiy**, PhD, director of Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia. ORCID: 0000-0002-0267-9761 (fnkcsmsportfmba.ru)

**Boris A. Polyayev**, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy, Sports Medicine and Recreation Therapy of Pirogov Russian National Research Medical University; chief researcher at Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5773-3588> (polyaev.boris@gmail.com)

**Igor N. Mitin**, PhD, Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia, Moscow, Leading Researcher at the Department of research organization. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2168-921X> (pino4t@list.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.10>

УДК: 159.922

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



## Мишени психологической коррекции в реабилитации высококвалифицированных спортсменов

С.Е. Назарян\*, Н.З. Орлова, В.И. Пустовойт

ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

Невозможность участия в соревнованиях вследствие травмирования — это временная потеря трудоспособности спортсмена, что является причиной актуализации стресса, невроза. В статье обобщен десятилетний опыт работы психолога в реабилитации спортсменов. Впервые сформулированы факторы направленного психологического сопровождения в спортивной реабилитации, сформирована цель психологического сопровождения реабилитации спортсмена — психологическая готовность для продолжения спортивной карьеры. Выделены и определены «мишени» психокоррекционной работы на этапе восстановления спортсмена после травмы.

**Ключевые слова:** реабилитационно-восстановительное лечение, функциональная и психологическая готовность спортсмена, спортивная травма и стресс, психологическая адаптация, «мишени» психокоррекционной работы

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Назарян С.Е., Орлова Н.З., Пустовойт В.И. Мишени психологической коррекции в реабилитации высококвалифицированных спортсменов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):72–79. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.10>

**Поступила в редакцию:** 12.10.2022

**Принята к публикации:** 15.04.2023

**Online first:** 19.04.2023

**Опубликована:** 16.06.2023

\* Автор, ответственный за переписку

## Psychological targets in elite athletes' rehabilitation

Svetlana E. Nazaryan\*, Nadezhda Z. Orlova, Vasilii I. Pustovoi

Russian State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA of Russia, Moscow

### ABSTRACT

Inability to participate in competitions due to injury is a temporary disability of an athlete, which can be the reason for the exacerbation of stress and neurosis. The article summarizes the ten-year experience of a psychologist in the rehabilitation of athletes. For the first time the factors of the directed psychological support in sports rehabilitation are formulated, the purpose of psychological support of rehabilitation of the athlete — psychological readiness for continuation of sports career is formed. The “targets” of corrective work for the sports medicine psychologist at the stage of rehabilitation of the athlete after trauma are singled out and defined.

**Keywords:** rehabilitation and rehabilitation treatment, functional and psychological readiness of an athlete for professional activity current state, motivation to achieve results, stress, trauma, psychological adaptation, targets of psycho-corrective work

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

**For citation:** Nazaryan S.E., Orlova N.Z., Pustovoi B.I. Psychological targets in elite athletes' rehabilitation. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):72–79. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.10>

**Received:** 12 October 2022

**Accepted:** 15 April 2023

**Online first:** 19 April 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

## 1. Введение

Травмирование спортсмена на тренировке или соревновании приводит к временной потере трудоспособности. Физические последствия спортивной травмы чаще обратимы, однако психологические последствия временной утраты профессиональной деятельности спортсмена могут не только нарушать управляемое течение спортивной реабилитации, но и формировать психологические лимитирующие факторы. Например, страх повторного травмирования, изменение динамического стереотипа биомеханики движения, крайний вариант — завершение спортивной карьеры. Основной диагноз в рамках спортивной реабилитации — это травмы опорно-двигательного аппарата, а именно реабилитационно-восстановительное лечение травм соединительной ткани и внутрисуставных структур. Цель спортивной реабилитации — возвращение в активную спортивную деятельность. Персонализированный комплекс лечебной гимнастики, роботизированная система управляемых движений, физиотерапевтические процедуры и пересмотр явных или скрытых психологических ограничивающих установок — это комплекс реабилитационно-восстановительных мероприятий, направленных на полное восстановление временно утраченных специфических двигательных навыков спортсмена вследствие травмирования спортсмена. Основа спортивной реабилитации — восстановление функциональной готовности спортсмена к профессиональной деятельности, учитывая физическую форму и психологическое состояние спортсмена в сжатые сроки.

Стоит отметить, что спортивная реабилитация, являясь отдельным направлением медицинской реабилитации, собственных нормативных документов (программ и стандартов реабилитации) на сегодня не имеет [1–3].

Реабилитационно-восстановительное лечение в рамках спортивной реабилитации, как и в медицинской реабилитации, осуществляется поэтапно.

Ранний послеоперационный период восстановления осуществляется в стационаре сразу после операции. Основная цель — интенсификация процесса регенерации и восстановление нарушенных в результате травмы функций. Ранний период реабилитационно-восстановительного лечения спортсменов может быть отмечен психастенией, вплоть до депрессивных тенденций, что является временным психологическим ответом на временную потерю трудоспособности у спортсменов высокой квалификации.

Период позднего реабилитационно-восстановительного лечения осуществляется двумя, реже тремя курсами продолжительностью 15 рабочих дней. Цели этого периода — восстановление специфических двигательных навыков спортсмена, физическая и психологическая его адаптация к постепенно повышающейся физической нагрузке. В период позднего реабилитационно-восстановительного лечения спортсмен готов к содержательному психологическому сотрудничеству. Поэтапное

восстановление спортсмена заключается не только в положительной динамике восстановления по завершении каждого курса реабилитации, но и в отсроченном продолжительном периоде [4].

Между реабилитационными курсами рекомендован месяц функционального отдыха. В этот период спортсмен продолжает самостоятельное восстановление по сформированным для него рекомендациям: дозированная физическая нагрузка, психологическая самокоррекция [5].

Исходя из нашего практического опыта, 25% спортсменов в период реабилитации после травмы нуждаются в активном психологическом участии. Взаимосвязь степени тяжести травмы и необходимость психологического сопровождения отсутствует. Доля участия психологического сопровождения в реабилитационно-восстановительном лечении зависит от субъективных переживаний спортсмена, перспектив восстановления его спортивной формы. Применение релаксационных методик для снятия неуточенного, «невзвешенного» психоэмоционального напряжения маскирует актуальное состояние, но не развивает психологическую адаптированность в преодолении психотравмирующей или стрессовой ситуации [3].

По результатам исследований психологических факторов профессиональной готовности спортсменов в период активной профессиональной деятельности существенную роль у спортсменов высокого уровня спортивного мастерства играет осторожность после перенесенной травмы. Особое место занимают следовые эффекты — при попадании в аналогичные обстоятельства может компенсироваться последующей осторожностью [2, 6].

Обобщив наш многолетний опыт реабилитационно-восстановительного лечения, мы определили ведущие психологические факторы — мишени психологической коррекции в реабилитационном периоде у спортсменов. В этой статье мы не конкретизируем методы психологического воздействия, а настаиваем, что направленная работа по предложенным нами психологическим факторам позволяет осуществить психоэмоциональное восстановление спортсмена вследствие травмирования [7].

На наш взгляд, качество и эффективность психологической помощи в спортивной реабилитации оценивается не только актуальным психоэмоциональным состоянием при выписке, но и результатами профессиональной деятельности по возвращении в активную спортивную карьеру. В ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России организован call-центр сбора кагамнеза. В течение года в дистанционном формате осуществляется патронирование спортсменов, прошедших у нас восстановительное лечение, с целью пролонгированной оценки эффективности реабилитации.

Правовое регулирование отношений по оказанию психологической помощи осуществляется, в частности, Конституцией Российской Федерации, Гражданским

кодексом Российской Федерации, Федеральным законом от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» и др. Регламентация деятельности по оказанию психологической помощи также осуществляется актами, принятыми профессиональным сообществом психологов (психотерапевтов) в рамках саморегулирования их деятельности. В частности, одним из таких актов является Этический кодекс психолога, принятый V съездом Российского психологического общества 14 февраля 2012 г. Качество психологической помощи проверяется путем определения того, насколько она способствует эффективному решению проблем, лежащих в основе жизненных трудностей и касающихся преодоления психотравмирующей или стрессовой ситуации [8].

## 2. Материалы и методы

За период 2012–2022 гг. в Центре спортивной медицины и реабилитации осуществлено реабилитационных мероприятий 1870 высококвалифицированным спортсменам. Из них 65% мужчин, 35% женщин. Средний возраст  $24,3 \pm 4,2$  года; уровень спортивного мастерства не ниже мастера спорта; продолжительность спортивной карьеры  $7,8 \pm 3,6$  года. Основной процент диагнозов — это следствие перенесенных травм опорно-двигательного аппарата, травмы соединительной ткани и внутрисуставных структур, переломы и т. п.

При поступлении на реабилитацию первичная консультация психолога проводится всем спортсменам, которые обратились в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Диагностический блок включает в себя интервью (психологический анамнез), психофизиологические методы оценки актуального психоэмоционального состояния.

Таблица

**Частота встречаемости словесных и смысловых конструкций при сборе анамнестических данных у спортсменов в период реабилитационно-восстановительного лечения**

Table

**Occurrence frequency of verbal and semantic structures in athletes during rehabilitation period**

Смысловой фактор	% встречаемости в сборе анамнестических данных у спортсменов
Цель	40
Мотивация	35
Конкуренция	30
Страх	10
Хронический болевой синдром	10
Личная жизнь	7
Самооценка	5
Предстартовое волнение	3

Задачи психологического сопровождения реабилитационно-восстановительного лечения:

1. Психоэмоциональная адаптация в период временной нетрудоспособности спортсмена.
  - 1.1 Актуализация причин невротизации.
  - 1.2 Актуализация внутренних ресурсов.
  - 1.3 Формирование линии будущего.
2. Формирование самостоятельных навыков регуляции эмоционального состояния.

### Психофизиологические методы оценки актуального психоэмоционального состояния

Оценка психофизиологических и психомоторных ресурсов на аппаратно-программных комплексах «БОС-Реактор» и Viena Test System [5, 9–11]. Уровень психофизиологических ресурсов оценивается методами анализа variability сердечного ритма и электроэнцефалографии [12–15]. Уровень психомоторных ресурсов оценивается диагностикой особенностей скоординированного движения объектом в заданной траектории; особенностью восприятия времени и оценки движущегося объекта.

### Темы интервью:

- жалобы на область травмирования в прошлом (боль, ограничение движений, микротравмы и т. п.);
- «особые» события, предшествующие травме;
- осведомленность о подобных травмах и результатах восстановления;
- комментарии близких людей, членов команды, тренерского штаба;
- психоэмоциональные трудности в профессиональной деятельности;
- психоэмоциональные трудности в данный период;
- значимое пропущенное соревнование;
- цель по окончании текущего этапа реабилитации;
- ближайшее соревнование.

Результаты семантического анализа данных направленного интервьюирования спортсменов в период реабилитационно-восстановительного лечения обозначили частоту встречаемости словесных и смысловых конструкций. В таблице показано распределение частоты встречаемости чувствительных тем психологических переживаний спортсмена в реабилитационный период.

После обобщения данных ответов, полученных при интервьюировании спортсменов в период реабилитационно-восстановительного лечения, наиболее актуальными темами оказались цели актуальных этапов лечения, мотивация в профессиональной деятельности, влияние конкурентной среды и страх будущего. Другие темы имели меньший удельный вес при семантическом анализе речевых высказываний спортсменов во время интервью.

Особенно стоит отметить равноценность страха и хронического болевого синдрома. Страх повторного травмирования чаще всего актуализируется на поздних

этапах восстановительного лечения, когда нарастают физические нагрузки. Этот страх формирует временное ограничение стереотипа биомеханики спортивного движения [16]. По окончании реабилитационно-восстановительного лечения и возвращении в профессиональную среду продолжительность страха повторной травмы у спортсменов длится до полугода, если дольше — необходима психологическая коррекция, которая осуществляется психологом команды при наличии такового. Либо компенсируется сознательным изменением биомеханики спортивного движения.

Основная причина хронического болевого синдрома — недостаточное внимание к восстановительным мероприятиям в спорте высших достижений. Отсутствие культуры предупреждения рисков травматизации. Жалобы на хронический болевой синдром у спортсменов чаще обозначаются в области шейного и поясничного отделов.

Таким образом, реабилитационный психологический фактор — это психотерапевтический компонент в восстановительный период, значимый для последующего профессионального долголетия спортсмена [17].

#### 1. Фактор актуального целеполагания «Цель».

Каждый этап реабилитационно-восстановительного лечения реализует адекватную цель — последовательное увеличение амплитуды движений, последовательное восстановление утраченной силы, готовность к специфическим спортивным нагрузкам. Перед началом реабилитационно-восстановительного лечения формируется конкретная цель каждого этапа реабилитации, подкрепляя цифровым эквивалентом диагностических данных до начала каждого этапа реабилитации и по его окончанию.

#### 2. Фактор эмоциональных ограничений «Страх».

Обусловлен состоянием неопределенности полного восстановления и опасений повторного травмирования. Этот фактор формирует ограничивающую установку, что приводит к обесцениванию будущих результатов своей деятельности. В ответ на возрастающую физическую нагрузку в период реабилитационно-восстановительного лечения может проявиться страх, что выражается опасением при выполнении движения в рекомендуемой амплитуде; в локальном болевом синдроме; тревоге о возможной несостоятельности в профессиональном спорте по завершении реабилитационно-восстановительного лечения и т. д.

#### 3. Фактор «Конкуренция».

Готовность быть выше, сильнее, смелее — основа спорта высших достижений. Спорт — это высокая конкуренция, где необходимо быть лучше соперников. Неудачи в личном или профессиональном взаимодействии, неспособность извлечь опыт из поражения приводят к разочарованию. При временной профессиональной несостоятельности спортсмен сравнивает свою ситуацию с негативными примерами травматизации у других спортсменов. Привычный профессиональный

механизм спортсмена — стремление к победе над конкурентами временно разрушается; в период реабилитационно-восстановительного лечения спортсмена формируется механизм победы над собой.

#### 4. Фактор «Мотивация».

Развитие будущих спортивных достижений: Зачем нужно восстановиться после травмы? Зачем нужна победа? Зачем нужен профессиональный спорт? При отсутствии ответов на эти вопросы эффект достигнутый результат восстановления будет непродолжительным.

### 3. Обсуждение результатов

Рассмотрим характерные примеры психологического сопровождения реабилитационно-восстановительного лечения спортсмена.

**Пример 1.** Спортсмен Х. А., 36 лет, федерация конного спорта, МС.

Жалобы при поступлении на ограничение движения, отек в правом голеностопном суставе, боль при осевой нагрузке (ВАШ 7).

**Клинический анамнез:** со слов спортсмена, получил травму правого голеностопного сустава. По данным КТ правого голеностопного сустава: «Линейный перелом латеральной лодыжки без смещения. Линейный перелом дистальной трети диафиза малоберцовой кости со смещением. Внутрисуставной перелом заднего отдела дистального эпиметафиза большеберцовой кости со смещением. Подвывих стопы кзади. Признаки остеохондрального повреждения суставной поверхности блока таранной кости». Проведено оперативное лечение: «Открытая репозиция через малоинвазивный доступ пилона правой большеберцовой кости, с фиксацией спицами. Закрытая репозиция переломов малоберцовой кости. Фиксация стержневым аппаратом внешней фиксации». Послеоперационный период без особенностей. Направлен в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России для прохождения курсов реабилитационного лечения позднего послеоперационного периода. Проведено два курса, продолжительность каждого 15 рабочих дней. Рекомендации на промежуточный период между реабилитационными этапами выполнены в полном объеме.

**Из психологического анамнеза:** при поступлении уровень психофизиологических ресурсов снижен, состояние психастении. В структуре личности высокая чувствительность в ситуациях проигрыша, признаки личностной тревожности, острая необходимость социальной поддержки. В структуре психосоматического профиля функциональное напряжение пищеварительной и нервной систем, что на поведенческом уровне выражается неудовлетворенностью собой.

По совокупности анамнестических данных, а именно: особенности травмы, возраст спортсмена, негативные психоэмоциональные реакции в ответ на неудачи без конструктивного анализа, задачами психологического сопровождения в восстановительный

период являются переосмысление привычных эмоциональных реакций в условиях неудач, развитие коммуникативных навыков в субъективно сложных жизненных ситуациях, поиск индивидуальных способов саморегуляции.

По результатам диагностического интервью и психофизиологической диагностики выявлено: целевые установки каждого этапа реабилитации были адекватно сформулированы; мотивационный ресурс оформлен. В связи с возникновением болевого синдрома в ответ на увеличение физических нагрузок и разовых отказов от нагрузок у реабилитолога сформировался запрос на психокоррекцию данного спортсмена. Психологическое сопровождение данного спортсмена соответствует фактору «Страх».

**При выписке:** за время пребывания в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России отмечается положительная динамика: полностью регрессировал отек; частично регрессировал болевой синдром; увеличилась амплитуда тыльного сгибания в правом голеностопном суставе. Уровень психофизиологических ресурсов увеличился, признаки психастении отсутствуют. С учетом индивидуальных особенностей подобраны способы саморегуляции.

**Катамнестические данные:** рецидивов болевого синдрома в течение года не возникало. Результатами профессиональной деятельности удовлетворен. Признаки дистресса отсутствуют.

**Пример 2.** Спортсменка Н. П. 24 года, МС, федерация бобслей.

Жалобы при поступлении на умеренную боль в правом коленном суставе после интенсивной физической нагрузки.

**Клинический анамнез:** со слов спортсменки, травма правого коленного сустава во время прыжка при приземлении. Лечилась консервативно с положительным эффектом. Были повторные эпизоды отека и болевого синдрома в правом коленном суставе. МРТ правого коленного сустава: «МРТ признаки артроза коленного сустава 1-й ст. (по классификации Kellgren, Lawrence) с формированием субкортикальной кисты межмышечкового возвышения большеберцовой кости; локального артрофиброза в виде скопления фиброзной ткани по переднему контуру передней крестообразной связки; муцинозной дегенерации передней крестообразной связки; дегенеративных изменений медиального мениска на фоне послеоперационных изменений мениска». В отделении спортивной травматологии и спортивной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России было проведено оперативное лечение: «Лечебно-диагностическая артроскопия правого коленного сустава, пластика передней крестообразной связки аутотрансплантатом из сухожилия длинной малоберцовой мышцы». Послеоперационный период без особенностей. Направлена в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России для прохождения

курсов реабилитационного лечения позднего послеоперационного периода. Проведено два курса, продолжительность каждого 15 рабочих дней. Рекомендации на промежуточный период между реабилитационными этапами выполнены в полном объеме.

**Из психологического анамнеза:** в структуре личности преобладают такие качества, как высокая требовательность к себе, потребность отстаивания собственной позиции.

По совокупности анамнестических данных, а именно: особенности травмы, коммуникативные особенности внутри команды и с тренерским штабом, наличие ситуации профессиональной неопределенности (допуск российских спортсменов к Олимпийским играм), задачами психологического сопровождения в восстановительный период являются актуализация причин длительной невротизации, формирование психологических ресурсов для преодоления актуального психоэмоционального состояния, особенности коммуникации в профессиональной среде, определение личной мотивации к профессиональной деятельности.

По результатам диагностического интервью и психофизиологической диагностики выявлено: целевые установки каждого этапа реабилитации адекватно сформулированы; негативных психоэмоциональных реакций в ответ на последовательное увеличение физической нагрузки не проявлялось. Психологическое сопровождение спортсменки соответствует факторам «Конкуренция» и «Мотивация».

**При выписке:** за время пребывания в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России отмечается положительная динамика: регрессировал болевой синдром во время и после интенсивной физической нагрузки, спортсменка отмечает улучшение стабильности правого коленного сустава во время интенсивной физической нагрузки. Психоэмоциональное состояние стабилизировалось.

**Катамнестические данные:** рецидивов болевого синдрома в течение 6 месяцев не возникало. Результатами профессиональной деятельности удовлетворена. Признаки дистресса отсутствуют.

**Пример 3.** Спортсменка М. Е. 21 год, МС, федерация бобслей.

Жалобы на ограничение движения и дискомфорт в момент разгибания в правом коленном суставе.

**Клинический анамнез:** со слов спортсменки, травма правого коленного сустава произошла во время сборов. По данным МРТ-исследования правого коленного сустава: «МРТ признаки косого разрыва переднего рога с переходом на тело латерального мениска, вероятно, давнего происхождения; начального латерального артроза коленного сустава». Консультация травматолога: «Разрыв наружного мениска, частичный разрыв передней крестообразной связки правого коленного сустава». В отделении спортивной травматологии и спортивной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА

России проведено оперативное лечение: «Лечебно-диагностическая артроскопия правого коленного сустава, парциальная резекция наружного мениска, шов тела наружного мениска». Послеоперационный период без особенностей. Направлена в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России для прохождения курсов реабилитационного лечения позднего послеоперационного периода. Проведено два курса, продолжительность каждого 15 рабочих дней. Рекомендации на промежуточный период между реабилитационными этапами выполнены в полном объеме.

Из психологического анамнеза: при поступлении уровень психофизиологических ресурсов снижен. Эмоциональный фон лабильный. В структуре личности преобладают черты гипертимности.

По совокупности анамнестических данных: смена вида спорта по причине конфликта с тренерским штабом, коммуникативные сложности с членами команды, особенности взаимоотношений с родителями. Отмечает, что в стрессовых ситуациях принимает алкоголь. Отчужденность в противопоставлении себя и других. Задачами психологического сопровождения в восстановительный период являются актуализация причин длительной невротизации, формирование психологических ресурсов для преодоления актуального психоэмоционального состояния, определение ближайших целей в профессиональном самовыражении.

По результатам диагностического интервью и психофизиологической диагностики выявлено: целевые установки реабилитации не сформулированы; мотивационный ресурс не оформлен.

Психологическое сопровождение данного спортсмена соответствует фактору «Цель», «Мотивация», «Конкуренция».

При выписке: за время пребывания в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России положительная динамика не отмечается.

Катамнестические данные: получив неожиданное предложение о работе в сфере услуг, спортсменка приняла решение покинуть профессиональный спорт. Но спустя месяц после выписки представители тренерского штаба

#### **Вклад авторов:**

**Назарян Светлана Евгеньевна** — написание текста статьи.

**Орлова Надежда Зинуровна** — сбор и обработка материала.

**Пустовойт Василий Игоревич** — утверждение финальной версии статьи.

#### **Список литературы**

1. Аухадеев Э.И., Бадтиева В.А., Бодрова Р.А., et al. Спортивная Медицина. 3-е изд. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2023.
2. Самойлов А.С., Разинкин С.М., Хан А.В., Назарян С.Е., Шевякова Н.И. Мультидисциплинарный подход в реабилитации спортсменов высших достижений. Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016;93(2-2):147.

предложили участвовать в сборах для последующего возвращения в команду. Психологическое сопровождение по сей день осуществляется в дистанционном режиме.

#### **4. Заключение**

В структуре спортивной реабилитации психологическое сопровождение — это часть восстановительных мероприятий. Впервые обозначены цель и задачи психологического сопровождения в структуре реабилитационно-восстановительного лечения спортсменов после травм ОДА. Обозначены реабилитационные психологические факторы. Качество и эффективность психологического сопровождения в спортивной реабилитации оценивается не только психоэмоциональным состоянием при выписке, но и результатами профессиональной деятельности при возвращении в профессиональный спорт.

Разработанная модель психологического сопровождения реабилитационного процесса не имеет ограничений в применении и может быть использована в спорте на любом этапе профессиональной деятельности.

#### **5. Выводы**

1. Профессиональная эффективность спортсмена после травмы — это своевременное лечение, комплексная медико-психологическая реабилитация и личная заинтересованность спортсмена в процессе восстановления.

2. Процесс реабилитации направлен на улучшение как физического, так и психологического состояния. Психологическое сопровождение в период реабилитации спортсменов — это содержательное психологическое воздействие на лимитирующие психологические факторы.

3. Психологические факторы в период реабилитации позволили обозначить модель, схему психологического сопровождения спортсмена для его профессионального долголетия.

4. Индивидуальный подход психологического воздействия обеспечивает результат эффективности медико-психологической реабилитации спортсменов.

#### **Authors' contributions:**

**Svetlana E. Nazaryan** — article preparation.

**Nadezhda Z. Orlova** — collection and processing of material.

**Vasilii I. Pustovoit** — approval of the article final version.

#### **References**

1. Aukhadееv E.I., Badtieva V.A., Bodrova R.A., et al. Sports Medicine. 3rd Ed. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2023 (In Russ.).
2. Samoilov A.S., Razinkin S.M., Khan A.V., Nazarian S.E., Shevyakova N.I. Multidisciplinary approach in rehabilitation of high-performance athletes. Voprosy kurortologii Fisioterapii i Therapeuticheskoy fizicheskoy kultura = Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy. 2016;93(2-2):147 (In Russ.).

3. Черепанов Е.А., Назарян С.Е. Боли в нижней части спины в спорте высших достижений. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013;(8):42–48.
4. Назарян С.Е., Самойлов А.С., Федин А.Б., Орлова Н.З., Никольская А.В., Пустовойт В.И. Применение методов когнитивной психотерапии при психологическом сопровождении спортсменов в реабилитационный период. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2019;(1):58–61.
5. Самойлов А.С., Никонов Р.В., Пустовойт В.И. Стресс в экстремальной профессиональной деятельности. Москва: ФГБУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; 2022.
6. Назарян С.Е., Орлова Н.З., Брагин М.А. Вклад социально-психологических факторов в функциональную готовность спортсмена. Медицинская наука и образование Урала. 2017;18(2):107–110.
7. Ardern C.L., Taylor N.F., Feller J.A., Webster K.E. A systematic review of the psychological factors associated with returning to sport following injury. Br. J. Sports Med. 2013;47(17):1120–126. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091203>
8. Козлова Н.В., Филиппова С.Ю. Договор об оказании психологической и психотерапевтической помощи: правовые аспекты. Национальный психологический журнал. 2013;(1):83–88.
9. Пустовойт В.И., Самойлов А.С., Назарян С.Е., Евсеев Р.А. Электроэнцефалографические особенности спектральных характеристик психоэмоционального состояния спортсменов, экстремальных видов спорта. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2020;155(1):58–65.
10. Пустовойт В.И., Назарян С.Е., Адоева Е.Я., Ключников М.С., Кириченко Н.А., Самойлов А.С. Пилотное исследование по оценке эффективности психокорректирующих методов с использованием ЭЭГ-тренинга и очков виртуальной реальности у спортсменов, участвующих в экстремальных видах спорта. Спортивная медицина: наука и практика. 2021;11(2):67–75. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.8>
11. Пустовойт В.И. Скрининг диагностика психоэмоционального состояния спортсменов, экстремальных видов спорта, методом электроэнцефалографии. Современные вопросы биомедицины [интернет]. 2022;6(1). Режим доступа: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2022-1/pustovojt2022>. [https://doi.org/10.51871/2588-0500\\_2022\\_06\\_01\\_30](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_01_30)
12. Пустовойт В.И., Ключников М.С., Назарян С.Е., Ероян И.А., Самойлов А.С. Вариабельность сердечного ритма, как основной метод оценки функционального состояния организма спортсменов, принимающих участие в экстремальных видах спорта. Современные вопросы биомедицины [интернет]. 2021;5(2). Режим доступа: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2021-2/pustovojt2021r>. [https://doi.org/10.51871/2588-0500\\_2021\\_05\\_02\\_4](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_02_4)
13. Самойлов А.С., Никонов Р.В., Пустовойт В.И., Ключников М.С. Применение методики анализа вариабельности сердечного ритма для определения индивидуальной устойчивости к токсическому действию кислорода. Спортивная медицина: наука и практика. 2020;10(3):73–80. <https://doi.org/10.47529/22232524.2020.3.73>
14. Пустовойт В.И., Самойлов А.С., Ключников М.С. Скрининг-диагностика функционального состояния спортсменов-дайверов с преобладанием автономного типа регуляции. Медицина экстремальных ситуаций. 2019;21(2):320–329.
15. Пустовойт В.И., Ключников М.С., Никонов Р.В., Виноградов А.Н., Петрова М.С. Характеристика основных
3. Cherepanov E.A., Nazarian C.E. Low Back Pain in Elite Athletes. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina = Exercise therapy and Sports Medicine. 2013;(8):42–48 (In Russ.).
4. Nazarian S.E., Samoilov A.S., Fedin A.B., Orlova N.Z., Nikolskaya A.V., Pustovoit V.I. Application of methods of cognitive psychotherapy for psychological support of athletes in the rehabilitation period. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina = Exercise therapy and Sports Medicine. 2019;(1):58–61 (In Russ.).
5. Samoilov A.S., Nikonov R.V., Pustovoit V.I. Stress in Extreme Professional Activity. Moscow: Burnazyan Federal State Budgetary Institution of the Russian Federal Medical and Biological Agency; 2022 (In Russ.).
6. Nazarian S.E., Orlova N.Z., Bragin M.A. The contribution of socio-psychological factors in the functional readiness of the athlete. Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala [Medical Science and Education of the Urals]. 2017;18(2):107–110 (In Russ.).
7. Ardern C.L., Taylor N.F., Feller J.A., Webster K.E. A systematic review of the psychological factors associated with return to sport following injury. Br. J. Sports Med. 2013;47(17):1120–1126. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091203>
8. Kozlova N.V., Filippova S.V. Agreement for mental health services: legal aspects. Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal = National Psychological Journal. 2013;(1):83–88 (In Russ.).
9. Pustovoit V.I., Samoilov A.S., Nazaryan S.E., Evseev R.A. Electroencephalographic features of spectral characteristics of the psychoemotional state of extreme sports athletes. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina = Exercise therapy and Sports Medicine. 2020;155(1):58–65 (In Russ.).
10. Pustovoyt V.I., Nazaryan S.E., Adoeva E.Y., Klyuchnikov M.S., Kirichenko N.A., Samoilov A.S. Pilot study on the evaluation of the effectiveness of psychocorrection methods that include EEG-training and VR headset in athletes involved in extreme kinds of sports. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports medicine: research and practice. 2021;11(2):67–75 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.8>
11. Pustovojt V.I. Screening of the psychoemotional state of extreme sports athletes with electroencephalography. Sovremennye voprosy biomeditsiny = Modern Issues of Biomedicine [internet]. 2022;6(1). Available at: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2022-1/pustovojt2022> (In Russ.). [https://doi.org/10.51871/2588-0500\\_2022\\_06\\_01\\_30](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_01_30)
12. Pustovojt V.I., Klyuchnikov M.S., Nazaryan S.E., Eroyan I.A., Samoilov A.S. Heart rate variability as the main method of assessing the functional state of athletes participating in extreme sports. Sovremennye voprosy biomeditsiny = Modern Issues of Biomedicine [internet]. 2021;5(2). Available at: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2021-2/pustovojt2021r> (In Russ.). [https://doi.org/10.51871/2588-0500\\_2021\\_05\\_02\\_4](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_02_4)
13. Samoilov A.S., Nikonov R.V., Pustovoit V.I., Klyuchnikov M.S. Using heart rate variability to determine individual resistance to the hyperbaric oxygen toxicity. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika = Sports medicine: research and practice. 2020;10(3):73–80 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/22232524.2020.3.73>
14. Pustovoit V.I., Samoilov A.S., Klyuchnikov M.S. Screening diagnostics of the functional state of sportsmen-divers with a predominance of autonomic type of regulation. Meditsina ekstremal'nykh situatsii = Extreme Medicine. 2019;21(2):320–329 (In Russ.).
15. Pustovoit V.I., Klyuchnikov M.S., Nikonov R.V., Vиноградов A.N., Petrova M.S. Characteristics of the main indicators



показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических и экстремальных видов спорта. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2021;(1):26–30. <https://doi.org/10.26269/ns60-0r26>

16. **Ardern C.L., Österberg A., Tagesson S., Gauffin H., Webster K.E., Kvist J.** The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br. J. Sports Med.* 2014;48(22):1613–1619. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093842>

17. **Gignac M.A., Cao X., Ramanathan S., White L.M., Hurtig M., Kunz M., Marks P.H.** Perceived personal importance of exercise and fears of re-injury: a longitudinal study of psychological factors related to activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *BMC Sports Sci. Med. Rehabil.* 2015;7:4. <https://doi.org/10.1186/2052-1847-7-4>

18. **Пустовойт В.И., Ключников М.С., Самойлов А.С.** Способ математического прогнозирования уровня психоэмоционального состояния спортсменов, принимающих участие в экстремальных видах спорта. Патент RU 202141352A. Опубл.16.09.2022.

of heart rate variability in cyclical and extreme sports athletes. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskii vestnik = Kremlin Medicine Journal.* 2021;(1):26–30 (In Russ.). <https://doi.org/10.26269/ns60-0r26>

16. **Ardern C.L., Österberg A., Tagesson S., Gauffin H., Webster K.E., Kvist J.** The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br. J. Sports Med.* 2014;48(22):1613–1619. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093842>

17. **Gignac M.A., Cao X., Ramanathan S., White L.M., Hurtig M., Kunz M., Marks P.H.** Perceived personal importance of exercise and fears of re-injury: a longitudinal study of psychological factors related to activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *BMC Sports Sci. Med. Rehabil.* 2015;7:4. <https://doi.org/10.1186/2052-1847-7-4>

18. **Pustovoi V.I., Klyuchnikov M.S., Samoilov A.S.** Method of mathematical prediction of the level of psychoemotional state of athletes taking part in extreme sports. Patent RU 202141352A. Publ. date 16 September 2022 (In Russ.).

#### Информация об авторах:

**Назарян Светлана Евгеньевна**, заведующая отделением спортивной психологии ЦСМиР ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6199-872X> ([sveta-nazaryan@yandex.ru](mailto:sveta-nazaryan@yandex.ru))

**Орлова Надежда Зинуровна**, спортивный психолог ЦСМиР ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23.

**Пустовойт Василий Игоревич\***, д.м.н., заведующий лабораторией больших данных и прецизионной спортивной медицины ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3396-5813> ([vipust@yandex.ru](mailto:vipust@yandex.ru))

#### Information about the authors:

**Svetlana E. Nazaryan**, Head of the Department of Sports Psychology of Russian State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, 23 Marshal Novikov str., Moscow, 123098, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6199-872X> ([sveta-nazaryan@yandex.ru](mailto:sveta-nazaryan@yandex.ru))

**Nadezhda Z. Orlova**, sports psychologist of Russian State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, 23 Marshal Novikov str., Moscow, 123098, Russia.

**Vasily I. Pustovoi\***, M.D., D.Sc. (Medicine), Head of Laboratory of Big Data and Precision Sports Medicine of Russian State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, 23 Marshal Novikov str., Moscow, 123098, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3396-5813> ([vipust@yandex.ru](mailto:vipust@yandex.ru))

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.8>

УДК: 553.061.15

Тип статьи Оригинальное исследование / Original Article



## Влияние уровня общего тестостерона у хоккеистов-юниоров на гематологические, биохимические показатели и уровень физической работоспособности

Н.В. Аксенова<sup>1</sup>, Т.А. Мангушев<sup>2</sup>, П.Л. Окорочков<sup>1,3</sup>, \*, Е.В. Бабаева<sup>1</sup>, И.В. Зябкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

<sup>3</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

Занятия хоккеем с шайбой сочетают интенсивные физические нагрузки на высокой скорости с элементами силовой борьбы. Тестостерон является основным анаболическим гормоном, повышение которого в подростковом периоде связано с ускорением роста, увеличением количества мышечной массы, физической силы, а также повышением общей и аэробной работоспособности. Таким образом, интересным представляется изучение влияния различных уровней тестостерона на метаболические параметры и физическую работоспособность хоккеистов-юниоров.

**Цель исследования:** сравнить гематологические и биохимические показатели, а также толерантность к физической нагрузке у хоккеистов-юниоров в зависимости от уровня общего тестостерона крови.

**Материалы и методы:** в исследование включено 100 юношей в возрасте 15–17 лет (средний возраст  $15,3 \pm 1,1$  года) — членов сборной команды РФ по хоккею с шайбой. В исследуемую группу вошло 25 хоккеистов-юниоров с повышенным уровнем общего тестостерона крови ( $> 27,5$  нмоль/л). Группу контроля составили 75 юных спортсменов с уровнем общего тестостерона крови в пределах референсных значений. Всем включенным в исследование спортсменам проведен тест PWC 170 для оценки физической работоспособности. Оценка гематологических параметров включала определение уровня гемоглобина (HGB) и гематокрита, количества эритроцитов, среднего объема эритроцитов (MCV), среднего содержания гемоглобина в эритроците (MCH) и средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC). Для оценки функционального состояния мышечной и костной тканей проведена оценка уровней  $\beta$ -crosslaps, миоглобина и активности креатинфосфокиназы.

**Результаты:** сравнительная оценка общеклинического анализа крови у хоккеистов-юниоров не выявила значимых различий в зависимости от уровня общего тестостерона крови. Толерантность к физической нагрузке в исследуемых группах также не различалась. У хоккеистов-юниоров с повышенным уровнем тестостерона выявлены более низкие показатели  $\beta$ -crosslaps по сравнению с контрольной группой. Значения других биомаркеров функциональной активности мышечной ткани не зависели от уровня общего тестостерона крови.

**Заключение:** повышение уровня общего тестостерона сыворотки крови в диапазоне от 27,5 до 40 нмоль/л, выявляемое у хоккеистов-юниоров в возрасте 15–17 лет, не связано с изменением гематологических и биохимических показателей. Высокие уровни общего тестостерона не влияют на улучшение показателей физической работоспособности. Необходимо продолжение исследований по оценке динамики уровня общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров для уточнения долгосрочных влияний андрогенов на метаболические и функциональные показатели несовершеннолетних спортсменов. Повышение уровня тестостерона в крови спортсменов — вопрос, который подлежит широкому обсуждению в сообществе спортивных врачей и эндокринологов.

**Ключевые слова:** подростки, общий тестостерон, спортивная медицина, хоккей с шайбой

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Аксенова Н.В., Мангушев Т.А., Окорочков П.Л., Бабаева Е.В., Зябкин И.В. Влияние уровня общего тестостерона у хоккеистов-юниоров на гематологические, биохимические показатели и уровень физической работоспособности. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):80–87. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.8>

Поступила в редакцию: 25.05.2022

Принята к публикации: 19.04.2023

Online first: 15.06.2023

Опубликована: 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

## Effect of testosterone in young ice-hockey players on hematological, biochemical parameters and the level of physical performance

Natalia V. Aksenova<sup>1</sup>, Tagir A. Mangushev<sup>2</sup>, Pavel L. Okorokov<sup>1,3,\*</sup>, Elena V. Babaeva<sup>1</sup>, Ilya V. Zyabkin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents FMBA of Russia, Moscow,

<sup>2</sup> Federal Scientific and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation FMBA of Russia, Moscow

<sup>3</sup> Scientific and Medical Research Center of Endocrinology of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

### ABSTRACT

Ice-hockey combines intense physical activity at high speed with elements of power struggle. Testosterone is the main anabolic hormone, an increase in which during adolescence is associated with faster growth, increased muscle mass, physical strength, and increased overall and aerobic performance. Thus, it is interesting to study the effect of different testosterone levels on metabolic parameters and physical performance of young ice-hockey players.

**Objective:** to compare hematological and biochemical parameters, as well as exercise performance in young ice-hockey players, depending on the testosterone level.

**Materials and methods:** the study included 100 young ice-hockey players aged 15–17 years (average age 15.3 ± 1.1 years). The study group included 25 young ice-hockey players with an increased level of total blood testosterone (> 27.5 nmol/l). The control group included 75 young athletes with normal testosterone levels. All athletes included in the study underwent the PWC 170 test to assess physical performance. Assessment of hematological parameters included hemoglobin (HGB), hematocrit, red blood cell, mean corpuscular volume (MCV), mean concentration hemoglobin (MCH), and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC).  $\beta$ -crosslaps, myoglobin and creatine phosphokinase (CPK) activity were measured to assess the functional state of muscle and bone tissue.

**Results:** A comparative assessment of the CBC in young ice-hockey players did not reveal significant differences depending on the level of serum testosterone level. Tolerance to physical activity in the study groups also did not differ. Young ice-hockey players with increased testosterone levels showed lower  $\beta$ -crosslaps values compared to the control group. The values of other biomarkers of the functional activity of muscle tissue did not depend on the level of testosterone levels.

**Conclusion:** Increased serum testosterone level in the range from 27.5 to 40 nmol/l, detected in young ice-hockey players aged 15–17 years, is not associated with a change in hematological and biochemical parameters. High total testosterone levels do not improve physical performance. It is necessary to continue studies to assess the dynamics of the serum testosterone in young ice-hockey players to clarify the long-term effects of androgens on the metabolic and functional indicators of young athletes. Increasing serum testosterone levels in athletes is subject to wide discussion in the community of sports physicians and endocrinologists.

**Keywords:** adolescents, testosterone level, sports medicine, ice-hockey

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

**For citation:** Aksenova N.V., Mangushev T.A., Okorokov P.L., Babaeva E.V., Zyabkin I.V. Effect of testosterone in young ice-hockey players on hematological, biochemical parameters and the level of physical performance. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):80–87. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.8>

**Received:** 26 May 2022

**Accepted:** 19 April 2023

**Online first:** 15 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

### 1. Введение

Занятия хоккеем с шайбой сопряжены с интенсивной физической нагрузкой и активным метаболизмом в скелетной мускулатуре. Ключевое влияние на обменные процессы оказывает гормональный статус несовершеннолетних спортсменов. В спортивной медицине особое внимание уделяется оценке уровня тестостерона — основного андрогена у лиц мужского пола, обладающего выраженным анаболическим действием, которое во многом определяет физическую производительность и работоспособность [1, 2]. Интенсивные физические нагрузки при занятиях хоккеем повышают кислородную потребность организма, что напрямую отражается на состоянии кислородно-транспортной функции крови и выражается в повышении уровней гемоглобина и гематокрита [3].

Дефицит тестостерона у взрослых связан со снижением количества мышечной массы и уменьшением мышечной силы, в то время как повышение тестостерона в подростковом периоде приводит к росту скелетной мускулатуры, повышению физической работоспособности и толерантности к физическим нагрузкам. Кроме того, тестостерон оказывает стимулирующее влияние на эритропоэз, повышая «кислородную емкость» крови, в том числе в подростковом возрасте [4].

Согласно нашей гипотезе, повышение концентрации общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров может способствовать повышению толерантности к физическим нагрузкам, изменениям гематологических показателей крови и маркеров функциональной активности мышечной ткани.

**Цель исследования:** сравнить гематологические, биохимические показатели, а также уровень физической работоспособности у хоккеистов-юниоров в зависимости от уровня общего тестостерона крови.

## 2. Материалы и методы

Проведено наблюдательное, одноцентровое, одномоментное, выборочное, неконтролируемое исследование. Проанализированы данные 100 амбулаторных карт юных хоккеистов — членов сборной команды РФ по хоккею с шайбой, прошедших углубленное медицинское обследование (УМО) на базе ФГБУ «ФНКЦ детей и подростков ФМБА России» в 2019–2020 гг.

Все лабораторные обследования проводились в соответствии со стандартными требованиями к проведению УМО у спортсменов в соответствии с действующим приказом Минздрава РФ № 134-Н. Антропометрические измерения включали в себя: измерение роста, веса, расчет индекса массы тела (ИМТ). ИМТ оценивался по нормативам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для конкретного возраста и пола, и был представлен в виде числа стандартных отклонений от среднего (SDS) [5]. Всем хоккеистам-юниорам проводилась оценка полового развития по классификации Tanner. Исследование общеклинического анализа крови выполнено на гематологическом анализаторе Sysmex XN-350 (Япония) и включало определение количества эритроцитов, оценку уровня гемоглобина (HGB) и гематокрита, среднего объема эритроцитов (MCV), среднего содержания гемоглобина в эритроците (MCH) и средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC). Биохимическое исследование крови выполнено на автоматическом анализаторе Indiko Plus (Thermo Fisher Scientific, США) и включало определение активности креатинфосфокиназы (КФК). Также проведено исследование маркеров костной и мышечной ткани:  $\beta$ -crosslaps (С-терминального телопептида) и миоглобина методом электрохемилюминесценции на анализаторе Cobas e 411 (Roche Diagnostics, Германия). Исследование уровня общего тестостерона сыворотки крови выполнено методом иммуноферментного анализа на автоматическом анализаторе Lazurit (США). Уровень физической работоспособности спортсменов оценивался при проведении велоэргометрии по стандартному протоколу PWC 170 (Physical Working Capacity) и выражался в Вт/кг. При оценке результатов теста PWC 170 значения от 2 до 3 Вт/кг расценивались как показатель удовлетворительной физической работоспособности; > 3 Вт/кг — сниженной, а < 2 Вт/кг — повышенной физической работоспособности [6].

### Критерии соответствия

**Критерии включения в основную группу:** хоккеисты-юниоры в возрасте 15–17 лет с уровнем общего тестостерона сыворотки  $\geq 27,5$  нмоль/л.

**Критерии включения в контрольную группу:** хоккеисты-юниоры с уровнем общего тестостерона сыворотки < 27,5 нмоль/л.

**Критерии исключения:** возраст до 15 лет, стадия полового развития < 4 по Tanner).

### Статистический анализ

**Принципы расчета размера выборки:** размер выборки предварительно не рассчитывался.

**Методы статистического анализа данных:** Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistica (StatSoftInc, USA, version 10.0). Так как большинство изучаемых показателей не имело приближенно нормальное распределение, все данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха. Для оценки достоверности различий между изучаемыми подгруппами использовался критерий Манна — Уитни и дисперсионный анализ Краскела — Уоллиса. Корреляционный анализ проводился с использованием критерия Спирмена. Критический уровень значимости различий принимали  $\leq 0,05$ .

## 3. Результаты

Всего в исследование включено 100 хоккеистов-юниоров в возрасте от 15 до 17 лет (средний возраст 16 лет [15;16]). В подгруппу с повышенным тестостероном вошло 25 юных спортсменов со средним спортивным стажем в хоккее 11 лет [10;11]. Подгруппу сравнения составили 75 юных хоккеистов со средним спортивным стажем 11 лет [10;11] и уровнем тестостерона, не превышающим референсные показатели. Исследуемая и контрольная подгруппы были сопоставимы по возрасту, росту, весу, ИМТ и SDS ИМТ (см. табл. 1). По спортивному стажу в хоккее исследуемые группы значимо не различались ( $p = 0,86$ ).

В зависимости от игровой позиции, занимаемой в команде, хоккеисты с повышенным уровнем тестостерона распределились следующим образом: защитники — 37%, нападающие — 55%, вратари — 8%. В контрольной группе защитники составили 52%, нападающие — 42%, вратари — 8%.

### Уровень общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров

Средний уровень общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров составил 20,6 нмоль/л. Выявлена высокая индивидуальная вариабельность данного показателя с колебаниями от 9,8 до 40 нмоль/л. Средний уровень общего тестостерона в исследуемой группе составил 29,8 [28,2;40,0] нмоль/л; в контрольной группе — 18,8 [16;23,7] нмоль/л ( $p = 0,0001$ ).

### Гематологические показатели у хоккеистов-юниоров

Оценка данных общеклинического анализа крови выявила высоконормальные показатели «красной» крови

Таблица 1

**Антропометрические показатели хоккеистов-юниоров**

Table 1

**Anthropometric parameters of young ice-hockey players**

	Нормальный тестостерон / Normal testosterone	Повышенный тестостерон / High testosterone	<i>p</i>
Количество спортсменов / Number of athletes	75	25	
Возраст, лет / Age, years	16,0 [15;16]	16,0 [15;16]	0,86
Рост, см / Height, cm	182 [179;186]	182 [179;191]	0,84
Вес, кг / Weight, kg	75 [72;82]	80 [74;90]	0,76
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> / BMI, kg/m <sup>2</sup>	22,5 [21,7;24,0]	23,8 [22,3;25,0]	0,22
SDS ИМТ / SDS BMI	0,99 [0,75;1,15]	1,3 [0,95;1,55]	0,11

Таблица 2

**Гематологические показатели хоккеистов-юниоров**

Table 2

**Hematological parameters of young ice-hockey players**

Значение и референсный интервал / Value and reference interval	Нормальный тестостерон / Normal testosterone	Повышенный тестостерон / High testosterone	<i>p</i>
Эритроциты, × 10 <sup>12</sup> / л / Red blood cells, (3,8–5,8)	5,12 [4,88;5,38]	5,14 [4,76;5,5]	0,61
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l (110–170)	156 [150;164]	158 [150;164]	0,46
Гематокрит, % / Hematocrit, % (35–49)	46,5 [43,9;48,7]	47,3 [45,6;48,9]	0,23
MCV, мкл <sup>3</sup> / μl <sup>3</sup> (70–100)	91 [89;93]	92 [91;94]	0,56
MCH, пг / pg (26–38)	30,7 [29,8;31,5]	31,0 [30,1;31,9]	0,5
MCHC, г/л / g/l (300–380)	338 [331;343]	330 [326;339]	0,18

у хоккеистов юниоров. Так, среднее количество эритроцитов составило  $5,13 \times 10^{12}/л$ , однако у 2 спортсменов (2%) отмечено повышение данного показателя до  $5,9 \times 10^{12}/л$  и  $5,85 \times 10^{12}/л$  соответственно. Средний уровень гемоглобина у юных хоккеистов составил 156 г/л с индивидуальными колебаниями от 140 до 181 г/л. Снижения уровня гемоглобина ни у одного спортсмена выявлено не было.

При сравнительном анализе показателей гемограммы в исследуемых группах не выявлено статистически значимых различий в количестве эритроцитов ( $p = 0,61$ ), уровне гемоглобина ( $p = 0,46$ ) и других показателях «красной крови» (см. табл. 2). Все спортсмены с повышенным уровнем гемоглобина и эритроцитов относились к группе с нормальным уровнем общего тестостерона крови.

При этом корреляционный анализ выявил слабую положительную взаимосвязь общего тестостерона крови и уровнем гемоглобина ( $r = 0,2$ ;  $p < 0,05$ ) и MCV ( $r = 0,21$ ;  $p < 0,05$ ), но не количеством эритроцитов у юных хоккеистов.

**Исследование уровня физической работоспособности у хоккеистов-юниоров**

Оценка уровня физической работоспособности при проведении теста PWC 170 не выявила существенных

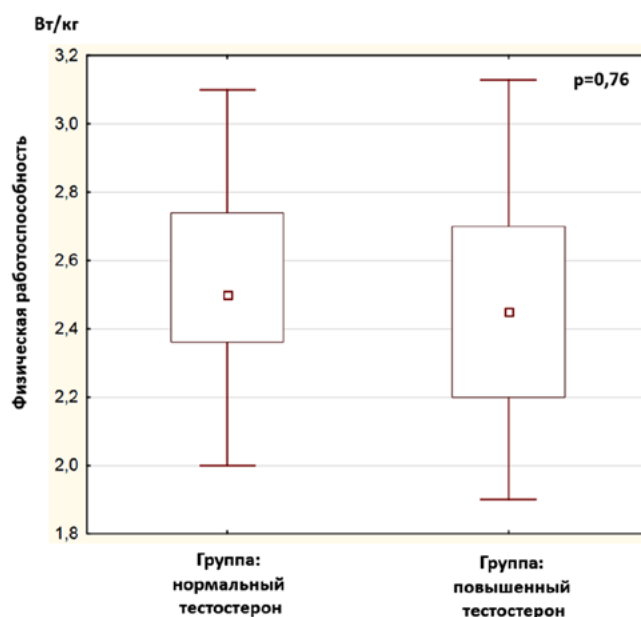


Рис. Уровень физической работоспособности у хоккеистов юниоров в зависимости от общего тестостерона (по результатам теста PWC 170)

Fig. The level of physical performance of young ice-hockey players, depending on the total testosterone level (according to the PWC 170 test results)

различий в группах хоккеистов ( $p = 0,76$ ) в зависимости от уровня общего тестостерона крови (см. рис.).

Корреляционный анализ также не выявил взаимосвязи между общим тестостероном крови и уровнем физической работоспособности у юных спортсменов.

#### Дополнительные результаты исследования

*Биохимические показатели, характеризующие функциональную активность мышечной ткани*

У юных хоккеистов независимо от уровня общего тестостерона крови выявлено умеренное повышение  $\beta$ -crosslaps и активности КФК, в то время как уровень миоглобина укладывался в референсный интервал. Сравнительная оценка биохимических маркеров функциональной активности мышечной ткани в исследуемых группах не выявила значимых различий определяемых показателей (см. табл. 3).

Корреляционный анализ продемонстрировал обратную взаимосвязь общего тестостерона крови с  $\beta$ -crosslaps ( $r = -0,29$ ;  $p < 0,05$ ), но не с КФК и миоглобином.

#### 4. Обсуждение полученных результатов

Тестостерон играет ключевую роль в процессах роста и развития мальчиков в период пубертата. Широко известно анаболическое действие данного гормона на костную и мышечную ткань. Тестостерон участвует в развитии скелетной мускулатуры и миокарда, увеличивая синтез белковых структур миосимпласта и гладких миоцитов [6, 7], тем самым способствуя гипертрофии и гиперплазии мышечных волокон, повышению их сократительной активности и мышечной силы [2, 7, 8]. Также известно стимулирующее влияние тестостерона на эритропоэз в подростковом возрасте, однако точные механизмы до настоящего времени не установлены [4]. E. Vachman и соавт. демонстрируют стимулирующее влияние тестостерона на эритропоэз, которое лишь частично обусловлено повышением синтеза эритропоэтина [9]. Другие исследователи сообщают о положительной взаимосвязи уровня эритропоэтина с концентрацией ферритина сыворотки, что может свидетельствовать о роли эритропоэтина в повышении биодоступности железа

для организма [10]. Все эти изменения способствуют повышению емкости кислородно-транспортной системы крови, от которой во многом зависит уровень спортивного мастерства, физическая работоспособность и развитие скоростно-силовых качеств юных хоккеистов [11].

Основываясь на данных литературы, мы предположили, что более высокие уровни общего тестостерона сыворотки крови у хоккеистов-юниоров могут быть ассоциированы с увеличением уровня гемоглобина, гематокрита и количества эритроцитов, а также повышением толерантности к физической нагрузке. Однако результаты нашей работы продемонстрировали отсутствие взаимосвязи общего тестостерона с параметрами общеклинического анализа крови и данными теста PWC 170. Для большинства хоккеистов юниоров характерны высоконормальные уровни гемоглобина, эритроцитов и гематокрита, что согласуется с данными других исследователей [3]. Возможным объяснением отсутствия взаимосвязи тестостерона с показателями гемограммы у хоккеистов-юниоров может быть непродолжительное по времени повышение концентрации общего тестостерона в данной возрастной группе. В связи с этим необходимо динамическое наблюдение спортсменов с высоким уровнем тестостерона для уточнения длительности повышения уровней андрогенов в данной возрастной группе хоккеистов.

Исследования функционального статуса спортсменов не позволяют выявить фактический уровень физического состояния и признаков перетренированности, в связи с чем используются специализированные пробы PWC для оценки ориентировочного уровня физической работоспособности. При проведении теста PWC 170 в нашем исследовании наиболее высокие показатели отмечаются у нападающих, по сравнению с защитниками и вратарями. Спортивный стаж занятий хоккеем достоверно не влиял на показатели толерантности к физическим нагрузками по данным теста PWC 170.

В проведенном нами исследовании выявлена высокая индивидуальная вариабельность общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров с колебаниями от 9,8 до 40 нмоль/л. В большинстве лабораторий верхней границей нормы общего тестостерона,

Таблица 3

#### Биохимические показатели хоккеистов-юниоров

Table 3

#### Biochemical parameters of young ice-hockey players

Значение и референсный интервал / Value and reference interval	Нормальный тестостерон / Normal testosterone	Повышенный тестостерон / High testosterone	<i>p</i>
КФК, Ед/л / CPK, Un/l (38–176)	254,5 [181,7;447]	261,4 [197,6;372,6]	0,9
$\beta$ -Cross laps, нг/мл / ng/ml (< 0,584)	1,5 [1,09;1,98]	1,1 [0,84;1,5]	0,007
Миоглобин, нг/мл / Myoglobin, ng/ml (< 100)	14,5 [6,8;21,8]	14,4 [9,5;21,3]	0,86

Примечание: КФК — активность креатинфосфокиназы;  $\beta$ -crosslaps — C-терминальный телопептид.

Note: CPK — creatine phosphokinase activity;  $\beta$ -crosslaps — C-terminal telopeptide.

измеренного методом иммуноферментного анализа, для половозрелых мужчин является диапазон значений от 27,5 до 33 нмоль/л. Говоря о нормативных значениях общего тестостерона у подростков, не стоит забывать, что именно в возрастной группе от 16 до 18 лет характерны максимально высокие значения данного гормона. По данным клиники Mayo, верхняя граница нормы для юношей в возрасте от 16 до 18 лет составляет 41,6 нмоль/л [12, 13]. Ни один из обследованных нами хоккеистов-юниоров не имел такого уровня общего тестостерона.

Развитие гипогонадизма приводит к изменениям композиционного состава тела, выражающимся в уменьшении количества тощей массы, в том числе за счет скелетной мускулатуры. Избыток же тестостерона может оказывать дополнительное анаболическое действие, приводя к увеличению количества скелетной мускулатуры и модулируя ее функциональную активность. Оценка активности КФК и уровня  $\beta$ -crosslaps выявила умеренное повышение данных показателей у хоккеистов-юниоров по сравнению с нормативными значениями. Подобные изменения у юных хоккеистов продемонстрированы ранее и другими авторами и объясняются механическим повреждением мышечной ткани и преобладанием креатинфосфатных механизмов энергообеспечения при высокоинтенсивных физических нагрузках [14]. В нашем исследовании уровни КФК и миоглобина не зависели от концентрации общего тестостерона крови. Однако выявленная обратная корреляционная взаимосвязь  $\beta$ -crosslaps с уровнем общего тестостерона может свидетельствовать о влиянии половых стероидов

#### **Вклад авторов:**

**Аксенова Наталья Валентиновна** — разработка протокола исследования, сбор материала, обработка и интерпретация результатов, подготовка рукописи.

**Мангушев Тагир Абдуллоевич** — редактирование рукописи, критическая интерпретация результатов.

**Окорок Павел Леонидович** — редактирование рукописи, критическая интерпретация результатов.

**Бабаева Елена Викторовна** — критическая интерпретация результатов.

**Зябкин Илья Владимирович** — утверждение финальной версии рукописи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

#### **Список литературы**

1. Crewther B.T., Cook C., Cardinale M., Weatherby R.P., Lowe T. Two Emerging Concepts for Elite Athletes. *Sports Med.* 2011;41(2):103–123. <https://doi.org/10.2165/11539170-000000000-00000>.
2. Aizawa K., Iemitsu M., Maeda S., Mesaki N., Ushida T., Akimoto T. Endurance exercise training enhances local sex steroid-

на процессы резорбции костной ткани у хоккеистов-юниоров, что требует более тщательного изучения.

К недостатку настоящего исследования следует отнести метод определения общего тестостерона. «Золотым стандартом» оценки половых стероидов у спортсменов является тандемная масс-спектрометрия, в то время как в нашем исследовании общий тестостерон измерялся методом иммуноферментного анализа. Также остается неясным, является ли повышение уровня общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров долгосрочным или у подростков возможна спонтанная краткосрочная импульсная секреция половых стероидов, в том числе на фоне интенсивных физических нагрузок.

#### **5. Заключение**

Повышение уровня общего тестостерона крови в диапазоне от 27,5 до 40 нмоль/л, выявляемое у хоккеистов-юниоров в возрасте 15–17 лет при проведении углубленного медицинского обследования, не связано с изменениями гематологических показателей, повышением уровня физической работоспособности и функциональной активности мышечной ткани. Следует с осторожностью подходить к интерпретации значений общего тестостерона у несовершеннолетних спортсменов в связи с особенностями секреции половых гормонов в подростковом возрасте. Необходимо продолжение исследований по оценке динамики концентрации общего тестостерона крови у хоккеистов-юниоров для уточнения долгосрочных влияний андрогенов на гематологические, биохимические и функциональные показатели.

#### **Authors' contributions:**

**Natalia V. Aksenova** — study protocol development, collection of material, processing and interpretation of the results, manuscript preparation.

**Tagir A. Mangushev** — editing, critical interpretation of the results.

**Pavel L. Okorokov** — editing, critical interpretation of the results.

**Elena V. Babaeva** — critical interpretation of the results.

**Ilya V. Zybkin** — final article version approval.

All authors approved the article final version before publication, agreed to be responsible for all aspects of the manuscript, implying the proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the manuscript."

#### **References**

1. Crewther B.T., Cook C., Cardinale M., Weatherby R.P., Lowe T. Two Emerging Concepts for Elite Athletes. *Sports Med.* 2011;41(2):103–123. <https://doi.org/10.2165/11539170-000000000-00000>.
2. Aizawa K., Iemitsu M., Maeda S., Mesaki N., Ushida T., Akimoto T. Endurance exercise training enhances local sex steroid-

genesis in skeletal muscle. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2011;43(11):2072–2080. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31821e9d74>

3. **Симонова Н.А., Петрушкина Н.П., Жуковская Е.В.** Исследование показателей периферической крови спортсменов пубертатного возраста. *Научно-спортивный вестник Урала и Сибири.* 2017;(4):15–20.

4. **Mancera-Soto E., Ramos-Caballero D.M., Magalhaes J., Chaves Gomez S., Schmidt W.F.J., Cristancho-Mejía E.** Quantification of testosterone-dependent erythropoiesis during male puberty. *Exp. Physiol.* 2021;106(7):1470–1481. <https://doi.org/10.1113/EP089433>

5. Рекомендации по диагностике, лечению и профилактике ожирения у детей и подростков. Москва: Практика; 2015.

6. **Комолятова В.Н.** Особенности электрогенераторной функции сердца в детско-юношеском спорте высших достижений [автореферат диссертации]. Москва; 2015.

7. **Axell A.M., MacLean H.E., Plant D.R., Harcourt L.J., Davis J.A., Jimenez M., et al.** Continuous testosterone administration prevents skeletal muscle atrophy and enhances resistance to fatigue in orchidectomized male mice. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2006;291(3):E506–516. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00058.2006>

8. **Üstünel İ., Akkoyunlu G., Demir R.** The Effect of Testosterone on Gastrocnemius Muscle Fibres in Growing and Adult Male and Female Rats: A Histochemical, Morphometric and Ultrastructural Study. *Anat. Histol. Embryol.* 2003;32(2):70–79. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0264.2003.00441.x>

9. **Bachman E., Trivison T.G., Basaria S., Davda M.N., Guo W., Li M., et al.** Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2014;69(6):725–735. <https://doi.org/10.1093/gerona/glt154>

10. **Yanamandra U., Senee H., Yanamadra S., Das S.K., Bhattachar S.A., Das R., et al.** Erythropoietin and ferritin response in native highlanders aged 4–19 years from the Leh-Ladakh region of India. *Br. J. Haematol.* 2019;184(2):263–268. <https://doi.org/10.1111/bjh.15553>

11. **Landgraff H.W., Hallén J.** Longitudinal Training-related Hematological Changes in Boys and Girls from Ages 12 to 15 yr. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2020;52(9):1940–1947. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002338>

12. **Hackney A.C.** Hypogonadism in Exercising Males: Dysfunction or Adaptive-Regulatory Adjustment? *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2020;11:11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00011>

13. Mayo Clinic Web Site. Testosterone. Available at: <https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/Clinical+and+Interpretive/83686> (accessed 07 October 2019).

14. **Раджабкдиев Р.М., Семенов М.М., Выборная К.В., Лавриненко С.В., Солнцева Т.Н.** Анализ некоторых биохимических параметров хоккеистов юниоров. В: Актуальные проблемы и перспективы развития хоккея с шайбой и формирование компетенций тренеров в условиях реализации НППХ «Красная машина»: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Уфа, 22–23 сентября 2020 года. Уфа: ЦНИЗиР БашИФК; 2020, с. 117–119.

genesis in skeletal muscle. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2011;43(11):2072–2080. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31821e9d74>

3. **Simonova N.A., Petrushkina N.P., Zhukovskaya E.V.** Investigation of Indicators of Peripheral Blood of Sportments of Puberty Age. *Nauchno-sportivnyi vestnik Urala i Sibiri = Ural and Siberia Bulletin of Sports Science.* 2017;(4):15–20 (in Russ.).

4. **Mancera-Soto E., Ramos-Caballero D.M., Magalhaes J., Chaves Gomez S., Schmidt W.F.J., Cristancho-Mejía E.** Quantification of testosterone-dependent erythropoiesis during male puberty. *Exp. Physiol.* 2021;106(7):1470–1481. <https://doi.org/10.1113/EP089433>

5. Recommendations for the diagnosis, treatment and prevention of obesity in children and adolescents. Moscow: Praktika Publ.; 2015 (In Russ.).

6. **Komolyatova V.N.** Features of the electrical generating function of the heart in children's and youth sports of the highest achievements [dissertation abstract]. Moscow; 2015 (In Russ.).

7. **Axell A.M., MacLean H.E., Plant D.R., Harcourt L.J., Davis J.A., Jimenez M., et al.** Continuous testosterone administration prevents skeletal muscle atrophy and enhances resistance to fatigue in orchidectomized male mice. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2006;291(3):E506–516. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00058.2006>

8. **Üstünel İ., Akkoyunlu G., Demir R.** The Effect of Testosterone on Gastrocnemius Muscle Fibres in Growing and Adult Male and Female Rats: A Histochemical, Morphometric and Ultrastructural Study. *Anat. Histol. Embryol.* 2003;32(2):70–79. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0264.2003.00441.x>

9. **Bachman E., Trivison T.G., Basaria S., Davda M.N., Guo W., Li M., et al.** Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2014;69(6):725–735. <https://doi.org/10.1093/gerona/glt154>

10. **Yanamandra U., Senee H., Yanamadra S., Das S.K., Bhattachar S.A., Das R., et al.** Erythropoietin and ferritin response in native highlanders aged 4–19 years from the Leh-Ladakh region of India. *Br. J. Haematol.* 2019;184(2):263–268. <https://doi.org/10.1111/bjh.15553>

11. **Landgraff H.W., Hallén J.** Longitudinal Training-related Hematological Changes in Boys and Girls from Ages 12 to 15 yr. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2020;52(9):1940–1947. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002338>

12. **Hackney A.C.** Hypogonadism in Exercising Males: Dysfunction or Adaptive-Regulatory Adjustment? *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2020;11:11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00011>

13. Mayo Clinic Web Site. Testosterone. Available at: <https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/Clinical+and+Interpretive/83686> (accessed 07 October 2019).

14. **Radzhabkadiyev R.M., Semenov M.M., Vybornaya K.V., Lavrinenko S.V., Solntseva T.N.** Analysis of some biochemical parameters of junior hockey players. In: Actual problems and prospects for the development of ice hockey and the formation of competencies of coaches in the context of the implementation of the NPPH "Red Machine": materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Ufa, September 22–23, 2020, p. 117–119 (In Russ.).



**Информация об авторах:**

**Аксенова Наталья Валентиновна**, руководитель ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства», Россия, 115409, Москва, ул. Москворечье, 20. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1525-177X>

**Мангушев Тагир Абдуллович**, врач спортивной медицины ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомиловская улица, 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1970-7754>

**Окорок Павел Леонидович\***, к.м.н., врач — детский эндокринолог ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства», Россия, 115409, Москва, ул. Москворечье, 20; старший научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Россия, 117036, Москва, ул. Дм. Ульянова, 11. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9834-727X> ([pokorokov@gmail.com](mailto:pokorokov@gmail.com))

**Бабаева Елена Викторовна**, спортивный врач ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства», Россия, 115409, Москва, ул. Москворечье, 20. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3865-1880>

**Зябкин Илья Владимирович**, к.м.н., директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства», Россия, 115409, Москва, ул. Москворечье, 20. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-5872>

**Information about the authors:**

**Natalia V. Aksenova**, Head of the Center of Pediatric Sports Medicine of the Federal Scientific and Clinical Center for children and adolescents of FMBA of Russia, 20 Moskvorechye str., Moscow, 115409, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1525-177X>

**Tagir A. Mangushev**, sports medicine doctor of the Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059 Russia ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1970-7754>

**Pavel L. Okorokov\***, M.D., Ph.D., pediatric endocrinologist of the consultative and diagnostic center of the Federal Scientific and Clinical Center for children and adolescents of FMBA of Russia, 20 Moskvorechye str., Moscow, 115409, Russia; Senior Researcher of the Endocrinology Research Center, 11 Dmitry Ulyanov str., Moscow, 117036, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9834-727X> (+7 (903) 110-09-44; [pokorokov@gmail.com](mailto:pokorokov@gmail.com))

**Elena V. Babaeva**, sports medicine doctor of the Federal Scientific and Clinical Center for children and adolescents FMBA of Russia, 20 Moskvorechye str., Moscow, 115409, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-5872>

**Ilya V. Zyabkin**, M.D., Ph.D., director of the Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents FMBA of Russia, 20 Moskvorechye str., Moscow, 115409, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-5872>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.6>

УДК: 616.12

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



## Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний и ремоделирование сердца у ветеранов самбо

Н.М. Леонова<sup>1,\*</sup>, Ю.М. Иванова<sup>1</sup>, В.А. Бадтиева<sup>1,3</sup>, А.С. Шарькин<sup>3</sup>, М.Т. Эфендиева<sup>2</sup>,  
Р.И. Кабулова<sup>2</sup>, А.Б. Рзаева<sup>2</sup>, У.Л. Исмаилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

<sup>2</sup> Национальный институт спортивной медицины и реабилитации, Баку, Азербайджан

<sup>3</sup> ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение:** польза физических упражнений для сердечно-сосудистой системы представляется несомненной. Однако влияние преимущественно силовых упражнений на протяжении всей жизни изучено недостаточно. Настоящая работа служит для детализации знаний в отношении структуры и функции сердца у спортсменов — ветеранов самбо, проживающих в Российской Федерации (РФ) и Азербайджанской Республике (АР), а также частоты факторов риска для их сердечно-сосудистой системы.

**Методы:** обследованы 55 мужчин-спортсменов в возрасте  $45,4 \pm 8,3$  г.: 24 ветерана самбо из РФ (группа «РФ»), 10 — ветеранов самбо из АР (группа «АР») и 21 чел., представляющих контрольную группу («КГ») (шахматы, боулинг), РФ. Проведены анкетирование, анализ факторов идеального состояния здоровья, запись электрокардиограммы в 12 отведениях, эхокардиография, нагрузочный тест с газоанализом.

**Результаты:** максимальная мощность нагрузки и пиковое потребление кислорода были выше в группах «РФ» и «АР» по сравнению с «КГ». Основными отклонениями от нормы были гипертрофия межжелудочковой перегородки ( $n = 11, 32,3\%$ ) и стенки левого желудочка ( $n = 3, 8,8\%$ ). Концентрическое ремоделирование левого желудочка преобладало в группе «АР» (5 vs. 1,  $p < 0,05$ ), больший объем левого желудочка — в группе «РФ» ( $65,1$  vs.  $52,0$  мл/м<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ). Более низкая физическая работоспособность и наличие дислипидемии достоверно сочетались с параметрами, отражающими концентрическое ремоделирование левого желудочка (группа «АР»). Различные факторы идеального состояния здоровья отсутствовали у 10–80 % обследованных. Всего высокий риск сердечно-сосудистых заболеваний, по данным анкетирования, выявлен у 7 (20,6 %) ветеранов.

**Заключение:** длительные занятия борьбой позволяют сохранить ветеранам высокие аэробные возможности. Концентрическое ремоделирование миокарда левого желудочка сочетается с более высокими показателями дислипидемии в группе «АР», что может быть связано с низкой физической активностью и особенностями питания после окончания занятий спортом.

**Ключевые слова:** ветераны самбо, факторы идеального состояния здоровья, концентрическое ремоделирование миокарда левого желудочка

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Леонова Н.М., Иванова Ю.М., Бадтиева В.А., Шарькин А.С., Эфендиева М.Т., Кабулова Р.И., Рзаева А.Б., Исмаилова У.Л. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний и ремоделирование сердца у ветеранов самбо. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):88–96. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.6>

Поступила в редакцию: 24.10.2022

Принята к публикации: 10.01.2023

Online first: 12.05.2023

Опубликована: 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

## Risk factors for cardiovascular diseases and heart remodeling in sambo veterans

Natalya M. Leonova<sup>1,\*</sup>, Iuliia M. Ivanova<sup>1</sup>, Viktoria A. Badtieva<sup>1,3</sup>, Alexander S. Sharykin<sup>3</sup>,  
Matanet T. Efendieva<sup>2</sup>, Ragima I. Kabulova<sup>2</sup>, Ulker L. Ismailova<sup>2</sup>, Ainur B. Rzaeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Rehabilitation and Sports Medicine, Moscow, Russia

<sup>2</sup> National Institute of Sport Medicine and Rehabilitation, Baku, Azerbaijan

<sup>3</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

### ANNOTATION

**Introduction.** The benefits of exercise for the cardiovascular system are apparent. However, the influence of predominantly strength exercises throughout life has not been sufficiently studied. This work details the studies around the structure and function of the heart in sambo veteran athletes residing in the Russian Federation (RF) and the Azerbaijan Republic (AR) as well as the frequency of risk factors for their cardiovascular system.

**Methods.** We examined 55 male athletes aged  $45.4 \pm 8.3$  yrs: 24 sambo veterans from RF (group "RF"), 10 sambo veterans from AR (group "AR") and 21 persons representing control group ("CG") (chess, bowling), RF. Questionnaires, analysis of ideal health factors, recording of electrocardiogram in 12 leads, echocardiography, stress test with oxygen analysis were carried out.

**Results.** Maximum exercise power and peak oxygen consumption were higher in the "RF" and "AR" groups compared to the "CG" group. The main abnormalities were hypertrophy of interventricular septum ( $n = 11, 32.3\%$ ) and left ventricular wall ( $n = 3, 8.8\%$ ). Concentric left ventricular remodeling was predominant in the "AR" group (5 vs. 1,  $p < 0.05$ ) and greater left ventricular volume in the "RF" group (65.1 vs. 52.0 ml/m<sup>2</sup>,  $p < 0.05$ ). Lower physical performance and the presence of dyslipidemia were significantly associated with parameters reflecting concentric left ventricular remodeling ("AR" group). Various ideal health factors were absent in 10–80 % of the examinees. A total of 7 (20.6 %) veterans were found to have a high risk of cardiovascular diseases according to the questionnaire.

**Conclusion.** Prolonged wrestling exercises allow veterans to maintain high aerobic capacity. Concentric remodeling of myocardium of the left ventricle is combined with higher indices of dyslipidemia in the group "AR" which may be connected to low physical activity and eating habits after sport practice.

**Keywords:** sambo veterans, ideal health factors, concentric left ventricular myocardial remodeling

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

**For citation:** Leonova N.M., Ivanova Iu.M., Badtieva V.A., Sharykin A.S., Efendieva M.T., Kabulova R.I., Ismailova U.B., Rzaeva A.L. Risk factors for cardiovascular diseases and heart remodeling in sambo veterans. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):88–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.6>

**Received:** 24 October 2022

**Accepted:** 10 January 2023

**Online first:** 12 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

### 1. Введение

Физические упражнения широко рекомендуются для улучшения здоровья, снижения риска преждевременной смертности и сердечно-сосудистых заболеваний в популяции. В связи с этим особый интерес представляет итоговое состояние здоровья спортсменов, которые выполняли высокоинтенсивные нагрузки на протяжении длительного времени, но закончили спортивную карьеру. Основное внимание обычно уделяют лицам, тренирующим выносливость, а влияние силовых видов спорта исследовано менее подробно. Однако последняя группа достаточно многочисленна, составляет 17,6–23,1 % среди спортсменов [1, 2] и также требует оценки последствий спортивных занятий для здоровья, в т. ч. с учетом различий в национальных спортивных школах. В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение состояния сердечно-сосудистой системы и факторов риска для нее у ветеранов самбо высокой квалификации из Российской Федерации (РФ) и Азербайджанской Республики (АР).

### 2. Материал и методы исследования

Обследованы 55 мужчин-спортсменов в возрасте  $45,4 \pm 8,3$  г.: 24 ветерана самбо из РФ (группа «РФ», 21 мастер спорта, 3 — кмс), 10 ветеранов самбо из АР (группа «АР», все — мастера спорта) и 21 человек, представляющий контрольную группу («КГ»), ведущую преимущественно сидячий образ жизни (шахматы, боулинг), однако регулярно подвергающийся медицинскому осмотру в связи с участием в национальных соревнованиях РФ. Данные группы выбраны в связи с продолжающимся наблюдением за ними в Клинике спортивной медицины (филиал № 1) МНПЦМРВСМ, г. Москва, РФ, и Национальном институте спортивной медицины и реабилитации, г. Баку, АР, после завершения спортивной карьеры.

Спортсмены — ветераны самбо обеих стран заполняли анкету определения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), включающую 12 вопросов: возраст, весоростовые данные, информацию о внезапной сердечной смерти и ССЗ у родственников до 50 лет,

имеющиеся генетические заболевания в семье, наличие симптомов кардиоваскулярной патологии у спортсменов, присутствие факта курения и употребления алкоголя, особенности и разнообразие питания и физической активности. Ответы оценивались от 1 до 5 баллов, по сумме баллов за ответы определялся предполагаемый риск развития сердечно-сосудистых заболеваний: чем больше сумма баллов, тем выше риск [3].

Помимо общеклинического обследования анализировали основные факторы идеального сердечно-сосудистого здоровья по критериям Американской сердечной ассоциации (АНА) [4]: физическую активность, курение, рацион питания, индекс массы тела, общий холестерин и уровень глюкозы в крови натощак, артериальное давление.

Инструментальные методы исследования включали запись 12-канальной электрокардиограммы (ЭКГ), эхокардиографическое обследование в покое и велоэргометрию с газоанализом (использовали ступенчато возрастающую мощность нагрузки «до отказа») и определением пикового потребления кислорода (МПК) прямым методом.

Статистический анализ полученных данных проводился на персональном компьютере с использованием пакетов прикладных программ MS Excel и IBM SPSS 23. Все полученные различия рассматривались на уровне значимости не ниже  $p \leq 0,05$ .

### 3. Результаты

Вся когорта спортсменов не имела ранее задокументированных сердечно-сосудистых заболеваний; детренинг составлял не менее 5 лет. Спортсмены разных групп значительно различались по своим весоростовым величинам, в связи с чем при сравнительном анализе эхокардиографические и функциональные показатели индексировались по площади поверхности тела (ППТ). Частота пульса характеризовалась значительным замедлением в группе «РФ» и «АР» по сравнению с «КГ» (см. табл. 1). По артериальному давлению различий не было.

**Эхокардиографические характеристики сердца.** Размеры сердца в «КГ» в 99,8 % случаев находились в пределах референсных значений, фактически указывая на выборку из популяции, ведущей сидячий образ жизни (см. табл. 1). Лишь в трех наблюдениях имелось увеличение толщины задней стенки левого желудочка (ТЗС ЛЖ) (в т.ч. с концентрической гипертрофией в одном случае), которое было связано с маскированной артериальной гипертензией, установленной при последующей диагностике. Ни у кого не выявлено клапанной патологии, дилатации аорты или дисфункции левого желудочка (ЛЖ).

Усредненные показатели размеров сердца для групп «РФ» и «АР» существенно не отличались от популяционных. Однако в каждой из групп имелись спортсмены с определенными отклонениями. Так, увеличение

толщины МЖП было примерно у каждого третьего спортсмена, а ТЗС ЛЖ — у трех человек в группе «АР». В последней группе в пяти случаях наблюдали также концентрическое ремоделирование левого желудочка (относительная толщина стенки  $> 0,42$  при нормальной массе), относительные шансы для которого были в 23 раза выше по сравнению с группой «РФ» ( $OR = 23$ , ДИ 2,183; 243,18). Это сочеталось с достоверным уменьшением линейных размеров и объемов полостей ЛЖ и левого предсердия (ЛП) ( $p = 0,0001$ ). Так как тенденция к повышенному артериальному давлению (АД) выявлена только в одном из этих случаев, изменения ЛЖ у остальных лиц можно считать следствием занятий спортом с высоким силовым компонентом.

В группе «РФ», напротив, преобладали дилатация ЛЖ и ЛП ( $p = 0,0001$ ) как по линейным, так и объемным показателям (см. табл. 1), сочетающимся с достоверно более высоким ударным выбросом в покое. Данные изменения могли определяться значительной представленностью в тренировках компонента выносливости.

### 4. Факторы риска

Факторы, соответствующие идеальному состоянию здоровья, представлены в таблице 2.

Можно отметить, что во всех группах, включая контрольную, данные факторы в значительном проценте случаев отличались от идеальных. Однако частота курения и повышенного АД была существенно ниже, чем в обычной популяции (34,2 % и 49,1 % соответственно [5],  $p < 0,05$ ).

**Анкета определения риска сердечно-сосудистых заболеваний.** По данным анкеты ветераны самбо обеих стран были разделены на две подгруппы. В первую вошли 27 (79,4 %) человек, имеющих сумму баллов 5–15 (низкий риск сердечно-сосудистых заболеваний), во вторую — 7 (20,6 %) чел. с суммой баллов 16–35 (высокий риск). В таблице 3 представлены значимо различающиеся ( $p < 0,05$ ) показатели указанных подгрупп. Более низкая физическая работоспособность и высокий индекс атерогенности сочетались с параметрами, отражающими концентрическое ремоделирование ЛЖ.

**Нагрузочный тест.** Достигнутая ЧСС при выполнении нагрузки была высокой (более 89 % от максимально возможной расчетной величины) и сопоставимой в разных группах (см. табл. 4).

Ни у кого не были зарегистрированы неблагоприятные изменения ЭКГ. При этом ветераны самбо демонстрировали значительно лучшие функциональные способности, чем контрольная группа. Группа «РФ» дополнительно отличалась от группы «АР» более высоким уровнем  $VO_2 AT$ , свидетельствующем о выполнении нагрузки преимущественно в аэробном режиме, что обеспечивалось относительно большими объемами сердца и ударного выброса ( $p = 0,0001$ , см. табл. 1). Выявленные различия свидетельствуют о благотворном влиянии спортивных нагрузок, сопровождающихся умеренным увеличением полостей

Таблица 1

Общие характеристики и эхокардиографические показатели исследуемых групп (Me ± SD)

Table 1

General characteristics and echocardiographic parameters of the study groups (Me ± SD)

Показатели / Parameters	«РФ» / «RF»	«АР» / «AR»	«КГ» / «CG»
Общие данные / General information			
Возраст, лет / Age of years	44,2 ± 8,1	50,1 ± 7,8	45,0 ± 8,2
Рост, см / Growth, cm	175,21 ± 5,90 <sup>s</sup>	166,40 ± 4,22*	178,2 ± 5,8
ППТ, м <sup>2</sup> / BSA, m <sup>2</sup>	2,00 ± 0,1* <sup>s</sup>	1,86 ± 0,1*	2,08 ± 0,1
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> (P3 < 25) / Body Mass Index (BMI)	27,3 ± 3,3	27,3 ± 3,0	27,2 ± 2,9
Содержание жирового компонента тела (%) (P3 = 19–27 %) / Body fat component	20,8 ± 6,7	22,3 ± 6,1	21,2 ± 5,9
Детренинг более 5 лет / Detraining more than 5 years	да yes	да yes	-
ЧСС покоя, уд/мин. / Resting heart rate, bpm	59,4 ± 8,6*	60,1 ± 10,4*	74,0 ± 10,7
САД покоя, мм рт. ст. (P3 < 130) / SBP Systolic blood pressure rate mm Hg	127,9 ± 13,4	120,5 ± 9,0	122,5 ± 9,9
Эхокардиографические данные / Echocardiographic data			
Масса миокарда, г / Myocardium mass, LV mass, g	180,7 ± 28,9	159,5 ± 28,5*	192,8 ± 57,7
ИММ, г/м <sup>2</sup> (P3 < 115) / LV mass/BSA, g/m <sup>2</sup>	90,4 ± 12,7	85,6 ± 14,1	92,2 ± 26,3
КДР, мм (P3 < 60) / LV diastolic diameter (mm)	52,0 ± 4,02 <sup>s</sup>	46,0 ± 2,6*	51,5 ± 3,8
КДР ЛЖ/ППТ, мм/м <sup>2</sup> (P3 < 32) / LV diastolic diameter/BS/BSA	26,1 ± 1,9*	24,8 ± 1,5	24,6 ± 1,8
ТЗС, мм (P3 < 11) / Posterior wall thickness, mm	8,8 ± 0,7* <sup>s</sup>	10,0 ± 1,3	9,5 ± 1,2
ТЗС/ППТ, мм/м <sup>2</sup> / Posterior wall thickness/BSA, mm/m <sup>2</sup>	4,4 ± 0,6 <sup>s</sup>	5,4 ± 1,2 ns	4,5 ± 1,3
ТЗС ≥ 11 мм, n (%) / Posterior wall thickness ≥ 11mm, n (%)	0 <sup>s</sup>	3 (30 %)	3 (14,3 %)
ТМЖП, мм (P3 < 11) / Septal thickness, mm	10,1 ± 1,1	10,1 ± 1,4	10,2 ± 1,8
ТМЖП/ППТ, мм/м <sup>2</sup> / Septal thickness/BSA, mm/m <sup>2</sup>	5,05 ± 0,8	5,4 ± 0,9	4,9 ± 1,1
ТМЖП ≥ 11 мм, n (%) / Septal thickness ≥ 11 mm, n (%)	8 (33,3 %)	3 (30 %)	8 (38 %)
ЛП, мм (P3 < 40) / LA, mm	39,0 ± 3,7 <sup>s</sup>	32,6 ± 3,9*	37,1 ± 4,4
ЛП/ППТ, мм/м <sup>2</sup> (23) / LA/BSA, mm/m <sup>2</sup>	19,6 ± 2,0* <sup>s</sup>	17,6 ± 2,3	17,7 ± 2,1
КДО, мл (P3 < 150) / LV EDV, mL LV end-diastolic volume	130,2 ± 22,7 <sup>s</sup>	96,8 ± 11,9*	131,1 ± 22,1
КДО ЛЖ/ППТ, мл/м <sup>2</sup> (P3 < 75) / LV EDV/BSA, mL/m <sup>2</sup>	65,1 ± 10,2 <sup>s</sup>	52,0 ± 5,7*	62,7 ± 9,4
УОЛЖ, мл / LV Impact volume, mL	80,0 ± 17 <sup>s</sup>	66 ± 10	78 ± 11
ФВЛЖ, % (P3 > 55) / LV EF, % ejection fraction	61,6 ± 7 <sup>s</sup>	68,2 ± 3,5	63 ± 6,4

Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continuation

Показатели / Parameters	«РФ» / «RF»	«АР» / «AR»	«КГ» / «CG»
ОТС (P3 < 0,42) / relative wall thickness (RWT)	0,34 ± 0,04 <sup>s</sup>	0,44 ± 0,06*	0,37 ± 0,05
Концентрическое ремоделирование ЛЖ, n (%) / LVconcentric remodeling, n (%)	1 (4,2 %) <sup>s</sup>	5 (50 %)*	1 (4,8 %)

Примечание: ППТ — площадь поверхности тела; ИМТ — индекс массы тела; САД — систолическое артериальное давление; КДР — конечно-диастолический размер; ТЗС — толщина задней стенки левого желудочка; ТМЖП — толщина межжелудочковой перегородки; ЛП — левое предсердие; КДО — конечно-диастолический объем; УО — ударный объем; ФВ — фракция выброса; ОТС — относительная толщина стенки левого желудочка; \* — достоверная разница с «КГ»; <sup>s</sup> — достоверная разница с группой «АР». P3 — референсные значения (RV — reference values).

Note: BSA — body surface area; BMI — body mass index; SBP — systolic blood pressure; LA — left atrium; LV — left ventricular; EDV — end-diastolic volume; \* — significant difference with “CG”; <sup>s</sup> — significant difference with the “AR” group. RV — reference values.

Таблица 2

## Частота и величина (Me ± SD) факторов риска в исследуемых группах

Table 2

## Frequency and magnitude of risk factors in the study groups (Me ± SD)

Показатели / Parameters	«РФ» / «RF»	«АР» / «AR»	«КГ» / «CG»
Избыточная масса тела (ИМТ > 25 кг/м <sup>2</sup> ), n (%) / BMI > 25 kg/m <sup>2</sup> /	18 (75,0 %)	8 (80 %)	14 (66,7 %)
Курение, n (%) / Smoking	2 (8,3 %)	2 (20 %)	4 (19 %)
САД > 130 мм рт. ст., n (%) / SBP	3 (12,5 %)	1 (10 %)	2 (9,5 %)
Глюкоза > 5,9 ммоль/л (> 100 мг/дл), n (%) / Blood glucose > 100 mg/dL	0	1 (10 %)	2 (9,5 %)
Общий холестерин > 5,2 ммоль/л (> 200 мг/дл), n (%) / Untreated total cholesterol > 200 mg/dL	16 (75 %)	7 (70 %)	21 (100 %) <sup>s</sup>
Низкая физическая активность (менее 30 мин/день), n (%) / Physical activity less than 30 minutes a day	12 (50 %)	10 (100 %)	14 (66,7 %)
Неправильное питание (менее 4 компонентов), n (%) / Improper nutrition (less than 4 components)	7 (29,2 %)	3 (30 %)	9 (42,9 %)
Индекс атерогенности / Atherogenicity index	3,1 ± 1,2 <sup>s</sup>	4,6 ± 1,8*	3,4 ± 1,3

Примечание: \* — достоверная разница с «КГ»; <sup>s</sup> — достоверная разница с группой «АР».

Note: \* — significant difference with “CG”; <sup>s</sup> — significant difference with the “AR” group.

сердца без концентрического ремоделирования, с поддержанием высоких аэробных возможностей организма, а также нормальных показателей атерогенности.

### 5. Обсуждение

Существующие публикации свидетельствуют о более длительной продолжительности жизни среди ветеранов-борцов высокой квалификации [6]. Однако детали их здоровья практически не изучены и роль длительных занятий профессиональным спортом в этом аспекте остается неизвестной. В нашем исследовании оценены спортсмены, проживающие в разных географических зонах, с разной представленностью тренировок на выносливость и силу.

Было выявлено, что спортсмены из России имели достоверно большие значения роста, веса и ППТ, чем из Азербайджанской Республики, что, вероятно, отражает генетическое наследие разных народностей. Умеренное превышение нормального ИМТ в обеих группах соответствует специфике рассматриваемого спорта.

Результаты обследования демонстрируют типовые изменения размеров сердца, его функции и общего состояния здоровья у профессиональных спортсменов-самбистов. Характерным является развитие брадикардии по сравнению с «КГ», что отражает адаптацию сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам, проявляющуюся в более экономичном ее

Таблица 3

Показатели, достоверно различающиеся ( $p < 0,05$ ) между ветеранами самбо с низким (5–15 баллов, подгруппа 1) и высоким (16–38 баллов, подгруппа 2) риском сердечно-сосудистых заболеваний

Table 3

Indicators significantly different ( $p < 0.05$ ) between SAMBO veterans with low (5–15 points, subgroup 1) and high (16–38 points, subgroup 2) risk of cardiovascular diseases

Показатели / Parameters	Подгруппа 1 (n = 27) / Subgroup 1	Подгруппа 2 (n = 7) / Subgroup 2
Возраст, лет / Age of years	45,0 ± 7,5	49,6 ± 10,9
ППТ, м <sup>2</sup> / BSA, m <sup>2</sup>	1,96 ± 0,1	1,93 ± 0,2
Индекс атерогенности / Atherogenicity index	3,14 ± 1,42	4,93 ± 1,43
W max, Вт/кг / W/kg maximum power	2,73 ± 0,45	2,28 ± 0,41
ТЗСЛЖ, мм / LVPWd the thickness of the left ventricular posterior wall, мм	8,8 ± 0,8	10,1 ± 1,3
ОТС / Relative wall thickness	0,35 ± 0,05	0,45 ± 0,07

Примечание: W max — максимальная мощность вт/кг; ТЗС ЛЖ — толщина задней стенки левого желудочка; ОТС — относительная толщина стенки левого желудочка.

Note: LVPWd — thickness of the posterior wall of the left ventricle

Таблица 4

Результаты нагрузочного теста (Me ± SD)

Table 4

Load test results (Me ± SD)

Показатели / Parameters	«РФ» / «RF»	«АР» / «AR»	«КГ» / «CG»
Wmax/кг, Вт/кг / W/kg maximum power	2,7 ± 0,4*	2,5 ± 0,6 ns	2,2 ± 0,5
VO <sub>2</sub> max, мл/мин/кг / VO <sub>2</sub> max, ml/min/kg	32,3 ± 5,2*	31,8 ± 5,4*	24,7 ± 4,1
VO <sub>2</sub> AT, мл/мин/кг / VO <sub>2</sub> AT, ml/min/kg	26,7 ± 5,5* <sup>§</sup> (82,7 % от VO <sub>2</sub> max)	17,8 ± 5,1 ns (56,0 % от VO <sub>2</sub> max)	21,4 ± 5,0 (86,6 % от VO <sub>2</sub> max)
ЧСС max, уд/мин / Resting heart max, bpm	158,3 ± 12,6	152,5 ± 13,0	157,2 ± 12,5
% ЧСС от max расчетной / % Heart rate from max calculated	89,8 %	89,4 %	89,7 %

Примечание: Wmax/кг — максимальная мощность нагрузки; VO<sub>2</sub> max — пиковое потребление кислорода; AT (англ. anaerobic threshold) — анаэробный порог; \* — достоверная разница с КГ; § — достоверная разница с группой АР.

Note: Wmax/kg — maximum load power; VO<sub>2</sub> max — peak oxygen consumption; AT — anaerobic threshold; \* — significant difference from CG; § — significant difference with the AR group.

функционировании. Согласно анкете, 79,4 % ветеранов самбо имеет благоприятный прогноз по развитию сердечно-сосудистых заболеваний и высокие функциональные способности. По сравнению с обычной популяцией [5] среди них почти в два раза ниже количество курящих лиц и в 4 раза — лиц с повышенным АД. Ни в одном случае не зарегистрированы неблагоприятные изменения ЭКГ при нагрузочном тесте. Что касается

последствий рассматриваемого спорта для сердца, то конфигурация последнего несколько различалась в разных странах. В группе «РФ» она больше напоминала изменения, наблюдаемые у спортсменов, тренирующих выносливость, чем изменения, наблюдаемые у силовых спортсменов. Данные лица имели наибольшие объемы сердца и сердечный выброс, тем не менее не выходящие за популяционные референсные значения

[7–9]. Для спортсменов из АР было свойственно частое концентрическое ремоделирование сердца, которое требует тщательного дополнительного изучения. Известно, что изменение конфигурации сердца может определяться многими факторами — генетическими, гормональными, молекулярными, а также реакциями артериального давления во время физической нагрузки [9]. Нам не удалось выявить причины найденных изменений: возникли они вследствие особенностей азербайджанской спортивной школы с акцентом тренировок на силу или вследствие развития патологических состояний. Можно, однако, отметить, что среди указанных лиц были достоверно повышены некоторые факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (см. табл. 2, 4). Это вызывает определенную настороженность, так как концентрическое ремоделирование ЛЖ может сочетаться с более широким распространением коронарных бляшек, частыми инсультами или коронарными проблемами по сравнению с традиционной конфигурацией сердца ( $OR = 1,42$ , 95 % ДИ = 1,09–1,84) [10, 11].

Абсолютные кардиореспираторные способности у всех спортсменов-ветеранов были выше по сравнению с контрольной группой соответствующего возраста. Наибольшие показатели  $VO_2$  max наблюдались в группе «РФ» ( $p < 0,05$ ). Это может явиться положительным фактом в долговременном аспекте, т. к. было показано, что именно аэробная способность является прогностическим маркером более низкой смертности и лучшего здоровья сердечно-сосудистой системы [12]. Однако трудно отдать предпочтение какому-либо из национальных вариантов тренировок без длительных наблюдений за здоровьем и выживаемостью обследованных. На момент настоящего исследования нарушения липидного обмена, избыточная масса тела, повышенное АД встретились в обеих группах ветеранов, нарушение углеводного обмена — у ветеранов из АР. Ситуация усугубляется

#### Вклад авторов:

**Леонова Наталья Максимовна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Иванова Юлия Михайловна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Бадтиева Виктория Асланбековна** — написание текста статьи, редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Шарыкин Александр Сергеевич** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Матанет Талатовна Эфендиева** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Кабулова Рагима** — сбор и обработка материала.

**Исмаилова Улькер** — сбор и обработка материала.

**Рзаева Айнура** — сбор и обработка материала.

их недостаточным вниманием к правильному образу жизни — низкая физическая активность выявлена у 50–100 % спортсменов, а неправильное питание — у 30 %. Так как было показано, что увеличение количества хороших показателей здоровья значительно снижает заболеваемость инфарктом миокарда, инсультом, острым ишемическим синдромом, а также препятствует ранней смерти [13], воздействие на данные факторы у возрастных спортсменов является перспективным направлением оздоровления.

#### 6. Заключение

1. Ветераны самбо высокой квалификации имеют более эффективное функционирование кардиореспираторной системы по сравнению с контрольной группой и имеют более высокие значения МПК в тесте с физической нагрузкой.

2. Величина индекса атерогенности и показатели дислипидемии зависят от территории проживания спортсменов-ветеранов и изменены в большей степени у спортсменов из АР, что, возможно, связано с особенностями питания спортсменов и национальной кухни.

3. Концентрическое ремоделирование миокарда левого желудочка у ветеранов самбо сочетается с более высокими показателями индекса атерогенности и низкой мощностью в нагрузочном тесте.

**Ограничения исследования.** Результаты исследования получены на относительно небольшом количестве участников, что связано с выпадением большинства ветеранов из-под наблюдения в специализированных учреждениях после завершения карьеры и невозможностью проведения полноценных обследований, особенно нагрузочных тестов. Для полноты картины необходимы дальнейшие проспективные исследования с анализом конечных точек — заболеваемости и/или смертности от ССЗ.

#### Authors' contributions:

**Natalya M. Leonova** — article text writing, collection and processing of material.

**Iuliia M. Ivanova** — article text writing, collection and processing of material.

**Viktoria A. Badtieva** — article text writing, editing, approval of the article final version.

**Alexander S. Sharykin** — article text writing, collection and processing of material.

**Matanet T. Efendieva** — editing, approval of the article final version

**Ragima Kabulova** — collection and processing of material.

**Ulker Ismailova** — collection and processing of material.

**Ainur Rzaeva** — collection and processing of material.



## Список литературы

1. Caselli S., Vaquer Segui A., Quattrini F., Di Gacinto B., Milan A., Assorgi R., et al. Upper normal values of blood pressure response to exercise in Olympic athletes. *Am. Heart J.* 2016;177:120–128. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2016.04.020>
2. Adea J.B., Leonor R.M.L., Lu C.H., Lin L.-C., Wu M., Lee K.-T., et al. Sport disciplines and cardiac remodeling in elite university athletes competing in 2017 Taipei Summer Universiade. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(45):e23144. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023144>
3. Коховец А.С., Чепелев С.Н. Изучение связи между показателями субоптимального статуса здоровья и риском развития сердечно-сосудистых заболеваний у студентов-медиков [интернет]. В: С. П. Рубникович С.П. (ред.). *Фундаментальная наука в современной медицине 2021: материалы сател. дистанцион. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, Минск, апрель 2021 г.* Минск; 2021, с. 444–448. Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/31622>
4. Lloyd-Jones D.M., Hong Y., Labarthe D., Mozaffarian D., Appel L.J., Van Horn L., et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586–613. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192703>
5. Бойцов С.А., Драпкина О.М., Шляхто Е.В., Конради А.О., Баланова Ю.А., Жернакова Ю.В. и др. Исследование ЭССЕ-РФ (Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и их факторов риска в регионах Российской Федерации). Десять лет спустя. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021;20(5):3007. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3007>
6. Keller K. Life Expectancy of Olympic Wrestling Champions in Comparison to the General Population. *Jyo Community Health*. 2019;44(1):61–67. <https://doi.org/10.1007/s10900-018-0553-6>
7. Laskowski R., Wysocki K., Multan A., Haga S. Changes in cardiac structure and function among elite judo athletes resulting from long-term judo practice. *J. Sports Med. Phys. Fitness*. 2008;48(3):366–370.
8. Luijckx T., Cramer M.J., Prakken N.H.J., Buckens C.F., Mosterd A., Rienks R., et al. Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: an MRI study. *Br. J. Sports Med.* 2012;46(16):1119–1124. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090520>
9. Pavlik G., Major Z., Csajági E., Jeserich M., Kneffel Z. The athlete's heart. Part II: influencing factors on the athlete's heart: types of sports and age (review). *Acta Physiol. Hung.* 2013;100(1):1–27. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.100.2013.1.1>
10. Truong Q.A., Toepker M., Mahabadi A.A., Bamberg F., Rogers I.S., Blankstein R., et al. Relation of left ventricular mass and concentric remodeling to extent of coronary artery disease by computed tomography in patients without left ventricular hypertrophy: ROMICAT study. *J. Hypertens.* 2009;27(12):2472–2782. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328331054a>
11. Li T., Li G., Guo X., Li Z., Sun Y. Echocardiographic left ventricular geometry profiles for prediction of stroke, coronary heart disease and all-cause mortality in the Chinese community: a rural cohort population study. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2021;21(1):238. <https://doi.org/10.1186/s12872-021-02055-w>
12. Wilson M.G., Ellison G.M., Cable N.T. Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *Br. J. Sports Med.* 2016;50(2):93–99. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-306596rep>
13. Nguyen A.T.H., Saeed A., Bambs C.E., Swanson J., Emchebe N., Mansuri F., et al. Usefulness of the American Heart As-

## Bibliography

1. Caselli S., Vaquer Segui A., Quattrini F., Di Gacinto B., Milan A., Assorgi R., et al. Upper normal values of blood pressure response to exercise in Olympic athletes. *Am. Heart J.* 2016;177:120–128. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2016.04.020>
2. Adea J.B., Leonor R.M.L., Lu C.H., Lin L.-C., Wu M., Lee K.-T., et al. Sport disciplines and cardiac remodeling in elite university athletes competing in 2017 Taipei Summer Universiade. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(45):e23144. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023144>
3. Kokhovets A.S., Chepelev S.N. Studying the relationship between indicators of suboptimal health status and the risk of developing cardiovascular diseases in medical students [internet]. In: Rubnikovich S.P. (ed.). *Fundamental science in modern medicine 2021: satellite materials. remote. scientific-practical. conf. students and young scientists, Minsk, April 2021.* Minsk; 2021, p. 444–448. (In Russ.). Available at: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/31622>
4. Lloyd-Jones D.M., Hong Y., Labarthe D., Mozaffarian D., Appel L.J., Van Horn L., et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586–613. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192703>
5. Boitsov S.A., Drapkina O.M., Shlyakhto E.V., Konradi A.O., Balanova Yu.A., Zhernakova Yu.V., et al. ESSE-RF Study (Epidemiology of Cardiovascular Diseases and Their Risk Factors in the Regions of the Russian Federation). Ten years later. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2021;20(5):3007 (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3007>
6. Keller K. Life Expectancy of Olympic Wrestling Champions in Comparison to the General Population. *Jyo Community Health*. 2019;44(1):61–67. <https://doi.org/10.1007/s10900-018-0553-6>
7. Laskowski R., Wysocki K., Multan A., Haga S. Changes in cardiac structure and function among elite judo athletes resulting from long-term judo practice. *J. Sports Med. Phys. Fitness*. 2008;48(3):366–370.
8. Luijckx T., Cramer M.J., Prakken N.H.J., Buckens C.F., Mosterd A., Rienks R., et al. Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: an MRI study. *Br. J. Sports Med.* 2012;46(16):1119–1124. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090520>
9. Pavlik G., Major Z., Csajági E., Jeserich M., Kneffel Z. The athlete's heart. Part II: influencing factors on the athlete's heart: types of sports and age (review). *Acta Physiol. Hung.* 2013;100(1):1–27. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.100.2013.1.1>
10. Truong Q.A., Toepker M., Mahabadi A.A., Bamberg F., Rogers I.S., Blankstein R., et al. Relation of left ventricular mass and concentric remodeling to extent of coronary artery disease by computed tomography in patients without left ventricular hypertrophy: ROMICAT study. *J. Hypertens.* 2009;27(12):2472–2782. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328331054a>
11. Li T., Li G., Guo X., Li Z., Sun Y. Echocardiographic left ventricular geometry profiles for prediction of stroke, coronary heart disease and all-cause mortality in the Chinese community: a rural cohort population study. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2021;21(1):238. <https://doi.org/10.1186/s12872-021-02055-w>
12. Wilson M.G., Ellison G.M., Cable N.T. Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *Br. J. Sports Med.* 2016;50(2):93–99. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-306596rep>
13. Nguyen A.T.H., Saeed A., Bambs C.E., Swanson J., Emchebe N., Mansuri F., et al. Usefulness of the American Heart As-

sociation's Ideal Cardiovascular Health Measure to Predict Long-term Major Adverse Cardiovascular Events (From the Heart SCORE Study). *Am. J. Cardiol.* 2021;138:20–25. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.10.019>

sociation's Ideal Cardiovascular Health Measure to Predict Long-term Major Adverse Cardiovascular Events (From the Heart SCORE Study). *Am. J. Cardiol.* 2021;138:20–25. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.10.019>

#### Информация об авторах:

**Леонова Наталья Максимовна**, к.м.н., врач-кардиолог Клиники спортивной медицины (филиал № 1) ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия, 105120, Москва, ул. Земляной Вал, 53

**Иванова Юлия Михайловна**, к.м.н., врач функциональной диагностики отделения функциональной диагностики и спортивной медицины Клиники спортивной медицины (филиал № 1) ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия, 105120, Москва, ул. Земляной Вал, 53. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4616-8322>

**Бадтиева Виктория Асланбековна**, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заведующая филиалом No 1 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», руководитель отдела спортивной медицины и клинической фармакологии, Россия, 105120, Москва, ул. Земляной Вал, 53; профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова», Россия, 119296, Москва, Ленинский пр., д. 62/1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X>

**Шарыкин Александр Сергеевич\***, д.м.н., профессор кафедры госпитальной педиатрии им. академика В.А. Таболина ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ России, Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-7316>

**Эфендиева Матанет Талытовна**, д.м.н., заместитель директора Национального института спортивной медицины и реабилитации, Азербайджан, Баку, ул. Олимпийская, 4а

**Кабулова Рагима**, к.м.н., доцент, заместитель директора по лечебным вопросам Национального института спортивной медицины и реабилитации, Азербайджан, Баку, ул. Олимпийская, 4а

**Исмаилова Улькер**, физиотерапевт-реабилитолог Национального института спортивной медицины и реабилитации, Азербайджан, Баку, ул. Олимпийская, 4а

**Рзаева Айнуур**, врач-кардиолог Национального института спортивной медицины и реабилитации, Азербайджан, Баку, ул. Олимпийская, 4а

#### Information about the authors:

**Natalya M. Leonova**, M.D., Ph.D. (Medicine), Cardiologist, Department of Functional Diagnostics and Sports Medicine, Branch No. 1 of Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53, Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia

**Iuliia M. Ivanova**, M.D., Ph.D. (Medicine), Doctor of Functional Diagnostics, Department of Functional Diagnostics and Sports Medicine, Branch No. 1 of Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53, Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4616-8322>

**Viktoriya A. Badtieva**, corresponding member of the RAS, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of Branch No. 1 of Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53, Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia; Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 62/1, Leninsky ave, Moscow, 119296, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X>

**Alexander S. Sharykin\***, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Hospital Pediatrics of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-7316>

**Matanet T. Efendieva**, M.D., D.Sc. (Medicine), Deputy Director of the National Institute of Sport Medicine and Rehabilitation, 4a, Olimpiyskaya str., Baku, Azerbaijan

**Ragima I. Kabulova**, M.D., Ph.D. (Medicine), deputy director of medical affairs of the National Institute of Sport Medicine and Rehabilitation, 4a, Olimpiyskaya str., Baku, Azerbaijan

**Ulker B. Ismailova**, physiotherapist of the National Institute of Sport Medicine and Rehabilitation, 4a, Olimpiyskaya str., Baku, Azerbaijan

**Ainur L. Rzaeva**, cardiologist of the National Institute of Sport Medicine and Rehabilitation, 4a, Olimpiyskaya str., Baku, Azerbaijan

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.4>

УДК: 612.843.721

Тип статьи: Обзор литературы / Review



## Влияние зрительных функций на индивидуальные результаты спортсменов и способы их улучшения

И.Б. Медведев, М.В. Гусаков, М.Ю. Борисова, Т.И. Бланкова, Н.И. Медведева, Н.Н. Дергачёва\*

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»  
Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

Независимо от вида спорта поддержание и улучшение показателей зрительных функций у спортсменов играет немаловажную роль в достижении личных рекордов.

В данной статье определены взаимосвязи между спортивными результатами и состоянием зрительных функций, а также проанализированы приборы и методы, благодаря которым возможно улучшить показатели функционирования зрительного анализатора.

**Ключевые слова:** орган зрения, зрительные функции, периферическое зрение, спортсмены

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Медведев И.Б., Гусаков М.В., Борисова М.Ю., Бланкова Т.И., Медведева Н.И., Дергачёва Н.Н. Влияние зрительных функций на индивидуальные результаты спортсменов и способы их улучшения. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(1):97–102. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.4>

**Поступила в редакцию:** 18.03.2023

**Принята к публикации:** 29.04.2023

**Online first:** 15.05.2023

**Опубликована:** 16.06.2023

\*Автор, ответственный за переписку

## The impact of visual functions on athletes' results and methods of their improvements

Igor B. Medvedev, Mikhail V. Gusakov, Mariya U. Borisova, Tatyana I. Blankova, Natalia I. Medvedeva,  
Nadezhda N. Dergacheva\*

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

### ABSTRACT

Regardless of the sport, maintaining and improvement of visual functions in athletes act an important role in achieving personal records.

In this article, the interrelationships between sports results and the state of visual functions were determined, as well as devices and methods were analyzed, thanks to which it is possible to improve functions of the visual analyzer.

**Keywords:** organ of vision, visual functions, peripheral vision, athletes

**Conflict of interests:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**For citation:** Medvedev I.B., Gusakov M.V., Borisova M.U., Blankova T.I., Medvedeva N.I., Dergacheva N.N. The impact of visual functions on athletes' results and methods of their improvements. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(1):97–102. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.1.4>

**Received:** 18 March 2023

**Accepted:** 29 April 2023

**Online first:** 15 May 2023

**Published:** 16 June 2023

\*Corresponding author

Сегодня в профессиональном спорте уделяется большое внимание не только физическому состоянию спортсменов, но и их питанию, режиму сна и отдыха, психологическому настрою. Однако для достижения максимальных результатов важно также уделять внимание тренировкам зрительного анализатора.

Помимо высокой остроты зрения, группой авторов были выделены следующие зрительные функции, особенно важные для спортсменов.

1. Периферическое зрение — область поля зрения, находящаяся вне точки фиксации. Информация о ней обрабатывается в фоторецепторах, расположенных за пределами параfovea или центральной области на 4–5° вокруг центральной ямки [1]. Благодаря периферическому зрению возможно улавливать изменения окружающей среды вне зоны ответственности центрального зрения для дальнейшего реагирования. Например, в футболе игрок при защите обычно смотрит на футболиста с мячом, а благодаря периферическому зрению может проследить положение других игроков для расчета дальнейших вариантов развития игры. Согласно исследованию Vater и соавт., можно выделить три основные стратегии по использованию периферического зрения в спорте:

- стратегия центральной точки (foveal spot), при которой спортсмен фокусирует свое пристальное внимание на объекте, информация о котором первично обрабатывается в фовеа с высокой скоростью. В данном случае периферическое зрение нужно для восприятия окружающих объектов и анализа их возможного влияния на дальнейшие события. Например, после подачи мяча в волейболе игроки фокусируют внимание на нем, чтобы оценить траекторию его дальнейшего движения, а с помощью периферического зрения проводится анализ положения других игроков, благодаря чему можно предугадать дальнейшие варианты передачи мяча;

- стратегия промежуточной точки (a gaze anchor). В данном случае взгляд фиксируется вне объектов, задействованных в игре, а их анализ производится исключительно благодаря периферическому зрению. Таким образом спортсмен не тратит время на саккады для переключения от одного объекта до другого, однако точность обработки информации периферической сетчаткой значительно уступает возможностям центральной зоны. Данная стратегия может быть применена игроками в настольный теннис: используя промежуточную точку, в которой мяч и ракетка оппонента входят в охват периферическим зрением, возможно в короткие сроки произвести оценку удара спортсмена и траектории направления мяча;

- недостаток предыдущего метода можно минимизировать, используя стратегию стержневой точки (a visual pivot). В данном случае спортсмен устанавливает свой взор максимально равноудаленно от объектов, точную оценку расположения которых нужно проводить. Благодаря равноудаленности точек, затрачивается

примерно одинаковое время на переключение точки ясного видения между объектами и произведение саккад. Данную стратегию активно используют разыгрывающие игроки в баскетболе, которым требуется оценивать положение других игроков на поле для проведения атаки.

2. Скорость реакции на зрительный раздражитель — время, которое затрачивается на восприятие зрительного образа и формирование адекватной ответной реакции. Снижение данного показателя с помощью специальных тренировок коррелировало с улучшением индивидуальных результатов спортсменов в нескольких исследованиях [3, 4].

3. Скорость аккомодации — время, необходимое для смены фокуса с дальнего объекта на ближний и наоборот.

4. Динамическая острота зрения — способность четко воспринимать цель в условиях меняющегося расстояния между субъектом и объектом. По результатам нескольких крупных исследований, тренировка скорости аккомодации и динамической остроты зрения оказывала положительное влияние на индивидуальные результаты игроков в хоккее и футбол [5, 6].

5. Контрастная чувствительность — способность выделять объект от фона, на котором он расположен. Данный показатель является особенно важным в стрелковом спорте [7].

6. Восприятие глубины — способность, позволяющая воспринимать расстояние между объектами в трехмерном пространстве [2].

Оценить важность отдельных зрительных функций в достижении высоких спортивных результатов, группой авторов была поставлена задача: изучить методы тренировки зрительного анализатора.

В данной работе представляем анализ научных статей, в которых были рассмотрены отдельные приборы и программное обеспечение (ПО), созданные для оценки состояния зрительных функций и улучшения отдельных показателей.

Для оценки зрительных функций у спортсменов применяются различные компьютеризированные системы. Исследования показывают, что методы, используемые с данной целью, не всегда могут быть объективными в связи с наличием эффекта обучения (training effect) [8, 9]. Данное явление представляет собой улучшение показателей испытуемого при повторном проведении того или иного теста. Авторы связывают его проявление с подключением двигательной реакции при реализации той или иной зрительной функции.

### 1. Vienna test system

Система тестирования Vienna (VTS) применяется с целью проведения психодиагностических измерений, а ее субтесты используются в том числе и при диагностических обследованиях спортсменов. Одним из них является тест периферического восприятия (Peripheral perception test), при котором участнику необходимо

одновременно выполнять задание, выводимое в центральной зоне экрана, и реагировать на загорающиеся лампочки на боковых дисплеях путем нажатия педали. Данный метод используется для оценки периферического зрения. Schumacher N. и соавт. проводили исследование с участием 21 спортсмена в возрасте от 20 до 30 лет, все испытуемые проходили данный тест дважды с интервалом в одну неделю с целью изучения его надежности и развития эффекта обучения. Выполнялась оценка времени реакции на периферический раздражитель (в секундах) и поля зрения (в градусах). Результаты продемонстрировали надежность при измерении времени периферической реакции на раздражитель справа (PRR) и слева (PRL), однако наблюдался значительный эффект обучения [9].

Помимо методов оценки важных для спортсменов зрительных функций учеными были разработаны и способы для их тренировки. Группой авторов были рассмотрены принципы функционирования некоторых приборов и программного обеспечения, используемого для улучшения отдельных показателей работы зрительного анализатора, а также произведена оценка доказательной базы данных методов в улучшении индивидуальных результатов в спорте.

## 2. Сенсорная станция Nike (Nike sensory station)

Представляет собой компьютеризированное устройство, снабженное двумя жидкокристаллическими мониторами с высоким разрешением. Данная станция является интегрированной системой и может применяться как для оценки зрительных функций, так и для их тренировки. Она содержит 9 заданий, выполнение которых отражает как зрительные функции, такие как статическая острота зрения, контрастная чувствительность, восприятие глубины, скорость аккомодации, динамическая острота зрения, так и навыки, основанные на координации зрительных и моторных функций, включающие в себя координацию рук и глаз (eye-hand coordination), тест Go/No-Go, и скорость реакции на зрительный раздражитель.

Nike sensory station исследовалась группой авторов в качестве метода оценки зрительных функций у 125 человек в возрасте от 18 до 30 лет, проходивших тестирование на данном устройстве дважды с интервалом в одну неделю. Результаты показали отсутствие существенных изменений при повторной оценке статической остроты зрения, контрастной чувствительности, восприятия глубины и времени реакции, что демонстрирует отсутствие эффекта обучения при оценивании данных функций. Однако было показано улучшение скорости аккомодации, координации рук и глаз и Go/No-Go, что продемонстрировало наличие данного эффекта [8].

Krasich и соавт. исследовали динамику данных зрительных функций у 27 испытуемых в возрасте от 18 до 28 лет, прошедших 10 тренировок на сенсорной станции Nike длительностью по 20–25 минут в течение

3 дней. В результате у исследуемой группы наблюдалось заметное улучшение таких показателей, как скорость аккомодации, диапазон восприятия, координация рук и глаз, тест Go/No-Go, и скорость реакции [10].

## 3. Программа “Vizual Edge”

Представляет собой программное обеспечение (ПО), которое можно установить на любой компьютер, планшет, смартфон. Благодаря данному приложению возможно оценить такие зрительные функции, как скорость конвергенции, скорость реакции на зрительный раздражитель, динамическую остроту зрения, контрастную чувствительность, восприятие глубины. После прохождения первой тренировки испытуемому рассчитывается средний балл, оценивающий общее состояние зрительных функций, а также баллы за задания, которые отражают состояние отдельных функций зрительного анализатора. Программа индивидуально составляет план тренировки для улучшения результатов, что отражается в виде динамики баллов испытуемого. Производитель рекомендует проводить 2–3 тренировки в неделю в течение минимум 6 недель для достижения видимого улучшения зрительных функций.

На сегодня данное программное обеспечение наиболее широко используется в бейсболе. В исследовании Spaniol и соавт. было выявлено, что бэттеры (отбивающие мяча в бейсболе) с высоким показателем отбиваний мяча в сезоне получали при первой тренировке на “Vizual Edge” баллы выше, чем бэттеры с более низкой результативностью. Авторами исследования была выдвинута следующая гипотеза: тренировка зрительных функций с помощью “Vizual Edge” может повысить индивидуальные результаты бэттеров [11].

Подтверждение данной гипотезы получили Szymanski и соавт. В данном исследовании 9 профессиональных бэттеров проходили тренировки с помощью “Vizual Edge” в течение 10 недель. Интенсивность тренировок на аппарате составляла 3 раза в неделю по 10–15 минут. У всех спортсменов по окончании 10 недель отмечался прирост среднего балла на “Vizual Edge”, а также вырос процент успешно проведенных отбиваний мяча, снизилось число страйкаутов в следующем сезоне [12].

## 4. Стробоскопические очки

Стробоскопические очки (Nike SPARQ Vapor Strobe, MJ Impulse) используют эффект стробоскопа, с определенной частотой блокируя поле зрения. Они применяются для тренировки зрительно-моторных функций: скорости реакции на раздражитель и возможностей периферического зрения, тем самым повышая способность реагировать на мельчайшие сигналы движения и лучше обрабатывать информацию в нормальных зрительных условиях.

Исследование Hülsdünker и соавт. было направлено на изучение влияния 4-недельной тренировки в стробоскопических очках на зрительно-моторную деятельность

и нейронно-зрительную функцию у 10 опытных игроков в бадминтон. Для тренировки использовались стробоскопические очки MJ Impulse (MJ Laboratory, Япония). В течение всего периода спортсмены выполняли специфичные для бадминтона зрительно-моторные задачи либо в стробоскопических очках (группа исследования), либо в нормальных зрительных условиях (группа контроля). До и после тренировочного периода проводили поведенческие тесты для оценки показателей защиты от ударов, а также нейрофизиологические исследования зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) начала движения для выявления зрительно-моторной активности спортсменов и скорости зрительного восприятия. Было отмечено улучшение зрительно-моторных показателей в обеих группах. Однако спортсмены, тренировавшиеся в стробоскопических условиях, показали более высокие результаты по сравнению с группой контроля ( $p = 0,007$ ) [13].

В другом исследовании проводилась оценка динамики зрительных когнитивных способностей после тренировки в стробоскопических очках Nike Vapor Strobe. Всего приняли участие 157 спортсменов, одна часть которых тренировалась в очках Strobe, а другая — в очках Control с прозрачными линзами. Во время тренировки выполнялись простые упражнения, такие как броски и ловля. Компьютерная оценка включала измерение центральной и периферической чувствительности к движению (тесты когерентности движения), временное пространственное внимание (полезное поле зрения (UFOV)) и устойчивое внимание (отслеживание нескольких объектов). Результаты показали, что применение в ходе тренировки стробоскопических очков привело к значительно большему увеличению показателя чувствительности к движению центрального поля зрения и показателя кратковременного внимания при повторном тестировании. Не наблюдалось улучшения периферической чувствительности к движению,

способности к периферическому кратковременному вниманию, а также улучшения устойчивости внимания во время отслеживания нескольких объектов. Это свидетельствует о том, что стробоскопическая тренировка может эффективно улучшить некоторые, но не все аспекты зрительного восприятия и внимания [14].

### 5. NeuroTrainer VR

NeuroTrainer VR — программа, использующая технологии виртуальной реальности и совмещающая тренировку периферического зрения, зрительно-моторной координации (скорость реакции, go/no-go) и когнитивных навыков (зрительная дискриминация, зрительный поиск, визуальная скуденность) [15]. Данная программа содержит задания, разработанные при исследовании когнитивно-перцептивных тренировок у детей и подростков с низкой остротой зрения и показавшие свою эффективность в виде стойкого улучшения периферического зрения [16].

Сегодня можно с уверенностью сказать, что в профессиональном спорте прослеживается отчетливая тенденция по внедрению современных технологий для достижения наилучших результатов. Среди различных механизмов, созданных для тренировки физических показателей, отдельное место занимают приборы и программное обеспечение, направленные на поддержание и улучшение зрительных функций.

В данной статье приведены результаты научных исследований, в которых отражена взаимосвязь между состоянием зрительных функций спортсменов и их индивидуальными результатами. Также были описаны принципы работы устройств и программного обеспечения для улучшения функционирования зрительного анализатора, оценена их доказательная база.

Данные литературного обзора могут быть использованы с целью создания отечественных аналогов оборудования для спортсменов.

#### Вклад авторов:

**Медведев Игорь Борисович** — написание текста статьи, редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Гусаков Михаил Владимирович** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Борисова Мария Юрьевна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Бланкова Татьяна Ивановна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

**Медведева Наталья Игоревна** — написание текста статьи, редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Дергачёва Надежда Николаевна** — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

#### Authors' contribution:

**Igor B. Medvedev** — article text writing, editing, approval of the article final version.

**Mariya U. Borisova** — article text writing, collection and processing of material.

**Tatyana I. Blankova** — article text writing, collection and processing of material.

**Natalya I. Medvedeva** — article text writing, editing, approval of the article final version.

**Nadezhda N. Dergacheva** — article text writing, collection and processing of material.

### Список литературы

1. **Larson A.M., Loschky L.C.** The contributions of central versus peripheral vision to scene gist recognition. *J. Vis.* 2009;9(10):6.1–16. <https://doi.org/10.1167/9.10.6>
2. **Vater C., Williams M.V., Hossner E.J.** What do we see out of the corner of our eye? The role of visual pivots and gaze anchors in sport. *Int. Rev. Sport and Exerc. Psychol.* 2020;13(1):81–103. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2019.1582082>
3. **Coetzee D., Waal E.** An Exploratory Investigation of the Effect of a Sports Vision Program on Grade 4 and 5 Female Netball Players' Visual Skills. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19(16):9864. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169864>
4. **Nascimento H., Alvarez-Peregrina C., Martinez-Perez C., Sánchez-Tena M.Á.** Vision in Futsal Players: Coordination and Reaction Time. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021;18(17):9069. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179069>
5. **Poltavski D., Biberdorf D., Praus Poltavski C.** Which Comes First in Sports Vision Training: The Software or the Hardware Update? Utility of Electrophysiological Measures in Monitoring Specialized Visual Training in Youth Athletes. *Front. Hum. Neurosci.* 2021;15:732303. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.732303>
6. **Knöllner A., Memmert D., von Lehe M., Jungilligens J., Scharfen H.E.** Specific relations of visual skills and executive functions in elite soccer players. *Front. Psychol.* 2022;13:960092. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.960092>
7. **Allen P.M., Ravensbergen R.H.J.C., Latham K., Rose A., Myint J., Mann D.L.** Contrast Sensitivity Is a Significant Predictor of Performance in Rifle Shooting for Athletes With Vision Impairment. *Front. Psychol.* 2018;9:950. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00950>
8. **Erickson G.B., Citek K., Cove M., Wilczek J., Linster C., Bjarnason B., Langemo N.** Reliability of a computer-based system for measuring visual performance skills. *Optometry.* 2011;82(9):528–542. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2011.01.012>
9. **Schumacher N., Schmidt M., Reer R., Braumann K.M.** Peripheral Vision Tests in Sports: Training Effects and Reliability of Peripheral Perception Test. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2019;16(24):5001. <https://doi.org/10.3390/ijerph16245001>
10. **Krasich K., Ramger B., Holton L., Wang L., Mitroff S.R., Gregory Appelbaum L.** Sensorimotor Learning in a Computerized Athletic Training Battery. *J. Mot. Behav.* 2016;48(5):401–412. <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1113918>
11. **Spaniol F., Quinonez A., Cochran S., Hicks B., Alves M., Warren B.** The relationship between visual skills and batting performance of professional baseball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2014;28(12):101.
12. **Szymanski D.J., Light T.J., Voss Z.J., Greenwood M.** Relationships between vision performance scores and offensive statistics of collegiate baseball hitters. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2015;47(5S):115–116. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000476724.34610.ce>
13. **Hülsdünker T., Rentz C., Ruhnow D., Käsbauer H., Strüder H.K., Mierau A.** The Effect of a 4-Week Stroboscopic Training on Visual Function and Sport-Specific Visuomotor Performance in Top Level Badminton Players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2019;14(3):343–350. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0302>
14. **Appelbaum L.G., Schroeder J.E., Cain M.S., Mitroff S.R.** Improved Visual Cognition through Stroboscopic Training. *Front. Psychol.* 2011;2:276. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00276>
15. **Appelbaum L.G., Erickson G.** Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *Int. Rev.*

### References

1. **Larson A.M., Loschky L.C.** The contributions of central versus peripheral vision to scene gist recognition. *J. Vis.* 2009;9(10):6.1–16. <https://doi.org/10.1167/9.10.6>
2. **Vater C., Williams M.V., Hossner E.J.** What do we see out of the corner of our eye? The role of visual pivots and gaze anchors in sport. *Int. Rev. Sport and Exerc. Psychol.* 2020;13(1):81–103. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2019.1582082>
3. **Coetzee D., Waal E.** An Exploratory Investigation of the Effect of a Sports Vision Program on Grade 4 and 5 Female Netball Players' Visual Skills. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19(16):9864. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169864>
4. **Nascimento H., Alvarez-Peregrina C., Martinez-Perez C., Sánchez-Tena M.Á.** Vision in Futsal Players: Coordination and Reaction Time. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021;18(17):9069. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179069>
5. **Poltavski D., Biberdorf D., Praus Poltavski C.** Which Comes First in Sports Vision Training: The Software or the Hardware Update? Utility of Electrophysiological Measures in Monitoring Specialized Visual Training in Youth Athletes. *Front. Hum. Neurosci.* 2021;15:732303. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.732303>
6. **Knöllner A., Memmert D., von Lehe M., Jungilligens J., Scharfen H.E.** Specific relations of visual skills and executive functions in elite soccer players. *Front. Psychol.* 2022;13:960092. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.960092>
7. **Allen P.M., Ravensbergen R.H.J.C., Latham K., Rose A., Myint J., Mann D.L.** Contrast Sensitivity Is a Significant Predictor of Performance in Rifle Shooting for Athletes With Vision Impairment. *Front. Psychol.* 2018;9:950. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00950>
8. **Erickson G.B., Citek K., Cove M., Wilczek J., Linster C., Bjarnason B., Langemo N.** Reliability of a computer-based system for measuring visual performance skills. *Optometry.* 2011;82(9):528–542. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2011.01.012>
9. **Schumacher N., Schmidt M., Reer R., Braumann K.M.** Peripheral Vision Tests in Sports: Training Effects and Reliability of Peripheral Perception Test. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2019;16(24):5001. <https://doi.org/10.3390/ijerph16245001>
10. **Krasich K., Ramger B., Holton L., Wang L., Mitroff S.R., Gregory Appelbaum L.** Sensorimotor Learning in a Computerized Athletic Training Battery. *J. Mot. Behav.* 2016;48(5):401–412. <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1113918>
11. **Spaniol F., Quinonez A., Cochran S., Hicks B., Alves M., Warren B.** The relationship between visual skills and batting performance of professional baseball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2014;28(12):101.
12. **Szymanski D.J., Light T.J., Voss Z.J., Greenwood M.** Relationships between vision performance scores and offensive statistics of collegiate baseball hitters. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2015;47(5S):115–116. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000476724.34610.ce>
13. **Hülsdünker T., Rentz C., Ruhnow D., Käsbauer H., Strüder H.K., Mierau A.** The Effect of a 4-Week Stroboscopic Training on Visual Function and Sport-Specific Visuomotor Performance in Top Level Badminton Players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2019;14(3):343–350. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0302>
14. **Appelbaum L.G., Schroeder J.E., Cain M.S., Mitroff S.R.** Improved Visual Cognition through Stroboscopic Training. *Front. Psychol.* 2011;2:276. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00276>
15. **Appelbaum L.G., Erickson G.** Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *Int. Rev.*

Sport Exerc. Psychol. 2018;11(1):160–189. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>

16. Nyquist J.B., Lappin J.S., Zhang R., Tadin D. Perceptual training yields rapid improvements in visually impaired youth. *Sci. Rep.* 2016;6:37431. <https://doi.org/10.1038/srep37431>

Sport Exerc. Psychol. 2018;11(1):160–189. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>

16. Nyquist J.B., Lappin J.S., Zhang R., Tadin D. Perceptual training yields rapid improvements in visually impaired youth. *Sci. Rep.* 2016;6:37431. <https://doi.org/10.1038/srep37431>

#### Информация об авторах:

**Медведев Игорь Борисович**, д.м.н., ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ФДПО. Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1. SPIN-код: 5779-2406; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8111-0919> (7280033@mail.ru)

**Гусаков Михаил Владимирович**, студент 6-го курса, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ФДПО. Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1. SPIN-код: 8949-9300; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4447-5919> (gmiklv@gmail.com)

**Борисова Мария Юрьевна**, студент 6-го курса, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ФДПО. Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7432-7047> (concalma.pianopiano@gmail.com)

**Бланкова Татьяна Ивановна**, ординатор кафедры офтальмологии ФДПО, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1778-9867> (blankova1998@gmail.com)

**Медведева Наталья Игоревна**, к.м.н., ассистент, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра реабилитации, спортивной медицины и физической культуры педиатрического факультета. Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1. SPIN-код: 1949-5793. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9190-4632> (smirnula@yandex.ru)

**Дергачёва Надежда Николаевна\***, ассистент, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ФДПО. Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1. SPIN- код: 4932-0400, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3441-9072> (deb20052005@yandex.ru)

#### Information about the authors:

**Igor B. Medvedev**, M.D., Ph.D. (Medicine), Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Department of Ophthalmology. 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. SPIN-code: 5779-2406, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8111-0919> (7280033@mail.ru)

**Mikhail V. Gusakov**, 6th year student, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Department of Ophthalmology. 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. SPIN-code: 8949-9300, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4447-5919> (gmiklv@gmail.com)

**Mariya U. Borisova**, 6th year student, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Department of Ophthalmology. 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7432-7047> (concalma.pianopiano@gmail.com)

**Tatyana I. Blankova**, resident, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Department of Ophthalmology. 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1778-9867> (blankova1998@gmail.com)

**Natalya I. Medvedeva**, Assistant, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Department of Sports Medicine and Physical Culture, Faculty of pediatrics. 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. SPIN-code: 1949-5793, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9190-4632> (smirnula@yandex.ru)

**Nadezhda N. Dergacheva\***, Assistant, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Department of Ophthalmology. 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. SPIN-code: 4932-0400, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3441-9072> (deb20052005@yandex.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



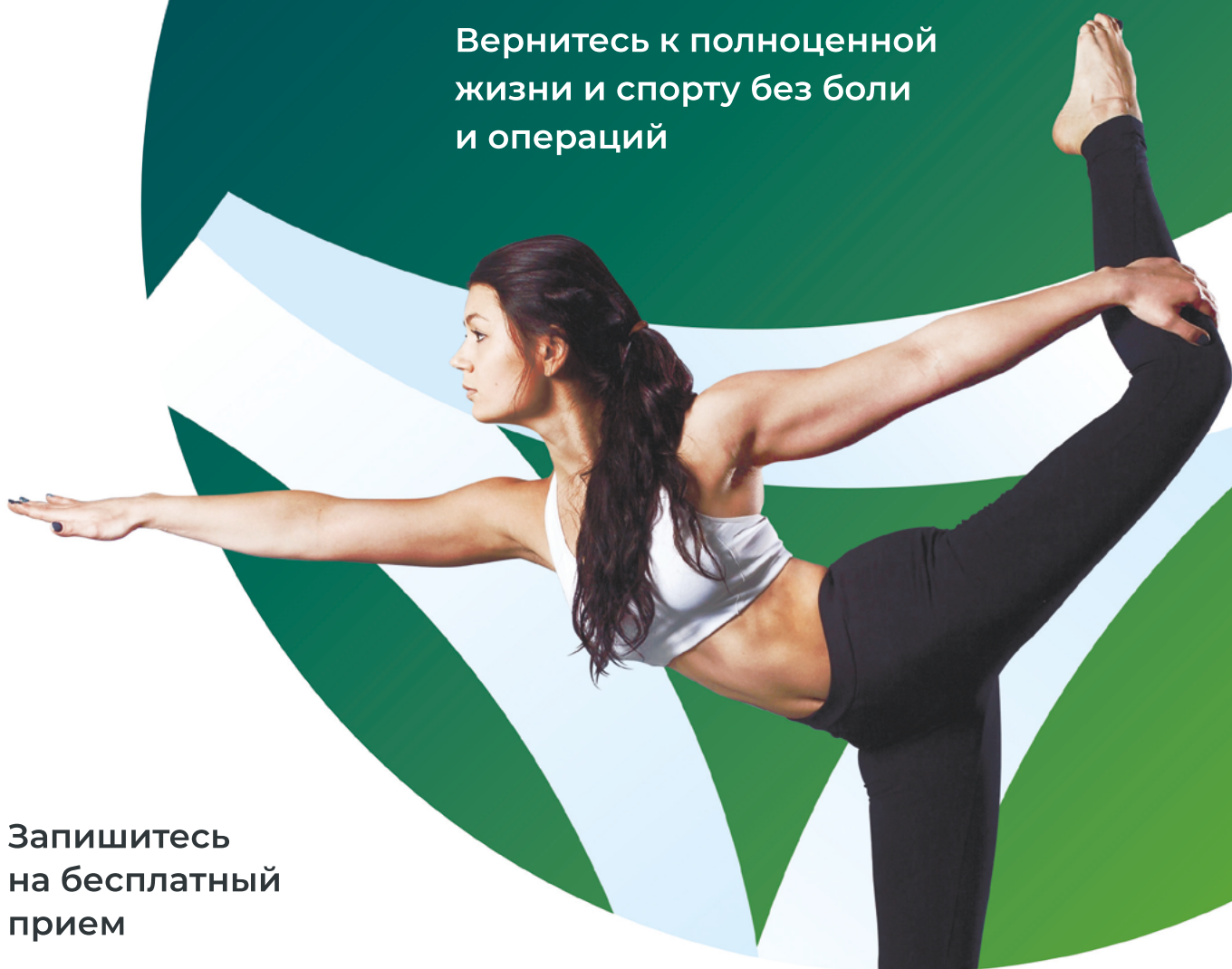


RēMEDICA

Современный  
центр спортивной  
реабилитации  
в Москве

# Комплексная медицинская помощь при травмах и заболеваниях опорно-двигательного аппарата

Вернитесь к полноценной  
жизни и спорту без боли  
и операций



Запишитесь  
на бесплатный  
прием

**+7 495 741-18-04**

Ежедневно с 9:00 – 21:00

Москва,  
ул. Архитектора Власова, 6

[re-medica.ru](http://re-medica.ru)



Получите  
индивидуальный  
план лечения

реклама



## 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

