



СЕЧЕНОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



КЛИНИКА ЛУЖНИКИ
спортивная медицина

УЧРЕДИТЕЛИ:

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Автономная некоммерческая организация
«Клиника Спортивной Медицины-Лужники»

Ачкасов Евгений Евгеньевич

Спортивная медицина: наука и практика

научно-практический журнал

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ачкасов Е.Е. – проф., д.м.н., зав. каф. спортивной медицины и медицинской реабилитации, директор Клиники медицинской реабилитации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), зам. председателя медицинского комитета Российского футбольного союза (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-Т» (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 Эрспамер» Университета Сапиенца (Италия, Рим)

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

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

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

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

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



СЕЧЕНОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



КЛИНИКА ЛУЖНИКИ
спортивная медицина

Founded by:

Sechenov First Moscow State Medical University
(Sechenov University)

Luzhniko Sports Medicine Clinic

Evgeny E. Achkasov

Sports Medicine: Research and Practice

research and practical journal

EDITOR-IN-CHIEF:

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, Director of the Clinic of Medical Rehabilitation of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Deputy Chairman of the Medical Committee of the Russian Football Union (Moscow, Russia)

ASSOCIATE EDITORS:

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

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

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

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

Sergey Parastaev – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Rehabilitation and Sports Medicine of the Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia) (*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 Wańkiewicz – 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 Italo» 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 Shkrebko – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Vice-rector for Academic Affairs, Head of the Department of Exercise Therapy and Medical Control with the Course of Physical Medicine of the Yaroslavl State Medical Academy (Yaroslavl, Russia)

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

РУБРИКИ ЖУРНАЛА:

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

Виды публикуемых материалов:

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

Издатель:

Некоммерческое партнерство «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП «НЭИКОН»)
115114, Москва, ул. Летниковская, д. 4, стр. 5, офис 2.4
тел./факс: +7 (499) 754-99-94
<https://neicon.ru/>

Заведующая редакцией журнала:

Юрку Ксения Алексеевна
Тел.: +7 (926) 648-78-64
E-mail: info@smjournal.ru

Сайт:

smjournal.ru
neicon.ru

Подписано в печать 15.12.2019
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, Выпуска 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.

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

Журнал издается с 2011 года

Периодичность – 4 выпуска в год

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» – 90998

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология и биохимия спорта

- С.В. Матвеев, А.К. Успенский, Ю.К. Успенская, М.Д. Дидур**
Антропометрические критерии, соматотип и функциональная подготовленность баскетболистов на различных этапах спортивной подготовки 5

Реабилитация

- О.Н. Высогорцева, А.А. Усманходжаева, З.Ф. Мавлянова**
Применение реабилитационного оборудования NUGA BEST в комплексной программе восстановительного лечения больных анкилозирующим спондилоартритом 13
- А.Н. Шкробко, А.Н. Глушаков**
Оценка клинической эффективности комплексного лечения гонартроза у женщин с использованием методов снижения массы тела 21

Функциональная диагностика

- Г.Г. Ерофеев**
Исследование индивидуальных особенностей дыхательной системы спортсменов-лыжников в зависимости от физического состояния 30

Спортивная травматология

- А.М. Морозов, А.Н. Сергеев, В.А. Кадыков, Э.М. Аскеров, Т.А.к. Халилова, К.И. Городничев, М.А. Пахомов**
Вопросы формирования боли и обезболивание у спортсменов с травмой капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава 37
- А.С. Самойлов, М.Н. Величко, А.Ю. Терсков, А.С. Доможирова, А.М. Белякова, Е.И. Разумец, Д.В. Волченко, О.А. Созонов, Е.Я. Шпиз**
Анализ физических, генетических и психологических методов профилактики травм опорно-двигательной системы у высококвалифицированных спортсменов 46

Спортивное питание

- А.В. Погожева, Э.Э. Кешабяни, Н.А. Бекетова, В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, О.В. Кошелева**
Обеспеченность витаминами спортсменов различных видов спорта: оценка по содержанию в рационе и сыворотке крови 58

Заболевания спортсменов

- В.И. Пустовойт, А.С. Самойлов, Р.В. Никонов**
Особенности инфекционной патологии у спортсменов-дайверов в сложных климатических условиях 67

Спортивная психология

- Е.И. Дулова, А.А. Решетова, А.Е. Иголкина, Д.А. Кравчук, И.Н. Митин, К.С. Назаров, А.В. Жолчинский**
Психофизиологические и психологические особенности волейболисток-юниоров высокой квалификации 76

Паралимпийский спорт

- Л.И. Вахитов, Т.Л. Зефирова, И.Х. Вахитов**
Влияние ортостатической нагрузочной пробы на насосную функцию сердца спортсменов с двигательными нарушениями нижних конечностей 85

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

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
eLIBRARY.RU

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

РУКОНТ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ РЕСУРС

INFOBASE INDEX

Crossref

SIS
Scientific Indexing Services

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

FEATURED TOPICS:

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

TYPES OF PUBLISHED MATERIALS:

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

Publisher:

Non-Profit Partnership "National Electronic Information Consortium" (NEICON)

Letnikovskaya str., 4, bldng 5, of. 2.4, Moscow, 115114, Russia

tel./fax: +7 (499) 754-99-94

<https://neicon.ru/>

Managing editor:

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

Websites:

smjournal.ru
neicon.ru

Subscribed into printing 15 December 2019
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.

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

Published since 2011

4 issues per year

«Russian Press» catalog index – 90998

CONTENTS

Sports Physiology and Biochemistry

Sergei V. Matveev, Andrei K. Uspenskii, Iuliia K. Uspenskaia, Mikhail D. Didur
Anthropometric criteria, somatotype and functional performance of basketball players at different stages of sports training 5

Rehabilitation

Olga N. Vysogortseva, Adibahon A. Usmankhodzhaeva, Zilola F. Mavlyanova
NUGA-BEST in the complex of rehabilitation program in patients with ankylosing spondylitis 13

Alexander N. Shkrebko, Alexander N. Glushakov
Clinical efficacy evaluation of weight loss methods in gonarthrosis treatment in women 21

Functional Testing

Gennadiy G. Erofeev
Skiers individual respiratory system characteristics depending on the physical condition 30

Sports Traumatology

Artem M. Morozov, Aleksey N. Sergeev, Victor A. Kadykov, Elshad M. Askerov, Telli A.k. Khalilova, Kirill I. Gorodnichev, Mikhail A. Pakhomov
Pain development and analgesia in athletes with ankle joints and ligaments injury 37

Aleksandr S. Samoilov, Maksim N. Velichko, Aleksandr Y. Terskov, Antonina S. Domozhirova, Anna M. Belyakova, Elena I. Razumets, Denis V. Volchenko, Oleg A. Sozonov, Evgeny Ya. Shpiz
Analysis of physical, genetic and psychological methods of preventing injuries of the musculoskeletal system in elite athletes 46

Sports Supplements

Alla V. Pogozeva, Evelina E. Keshabyants, Nina A. Beketova, Vera M. Kodentsova, Oksana A. Vrzhesinskaya, Olga V. Kosheleva
Vitamin content of athletes of various sports: assessment of the diet and blood serum level 58

Sports Diseases

Vasilyi I. Pustovoit, Alexandr S. Samoilov, Roman V. Nikonov
Divers' infectious pathologies in severe climate 67

Sports Psychology

Ekaterina I. Dulova, Aleksandra A. Reshetova, Aleksandra E. Igolkina, Daria A. Kravchuk, Igor N. Mitin, Kirill S. Nazarov, Andrey V. Zholinskiy
Psychophysiological and psychological features of elite young volleyball players 76

Paralympic Sports

Linar I. Vakhitov, Timur L. Zefirov, Ildar Kh. Vakhitov
Influence of orthostatic test on the heart pumping function in athletes with lower extremities motor disorders 85

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

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
eLIBRARY.RU

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

РУКОИТ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ РЕСУРС

INFOBASE INDEX

Crossref

SIS
Scientific Indexing Services

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.5

УДК: 616-007.7

Антропометрические критерии, соматотип и функциональная подготовленность баскетболистов на различных этапах спортивной подготовки

С.В. Матвеев¹, А.К. Успенский¹, Ю.К. Успенская¹, М.Д. Дидур^{1,2}

¹ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова,

Министерство здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой,
Российская академия наук, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: поиск взаимосвязи между данными уровня физического развития, соматического типа телосложения, темпа биологического созревания и игровыми позициями в баскетболе. **Материалы и методы:** обследовано 112 баскетболистов мужского пола, распределенных на 2 группы: в I группе – 75 баскетболистов в возрасте 9-10 лет на этапе начальной подготовки, II группу составили 37 профессиональных баскетболистов 23-31 года. Оценивали возраст, массу тела, индекс массы тела (ИМТ), процент жировой ткани, длину тела и размах рук, окружность плеча (ОП) в состоянии расслабления и напряжения, окружность голени (ОГ) и толщину кожно-жировой складки (ТКЖС) в области трицепса плеча, бицепса плеча, гребня подвздошной кости и передней брюшной стенки (околопупочная область). **Результаты:** макросоматический тип телосложения преобладал как у юных, так и у профессиональных баскетболистов, а также у центровых и нападающих. Для защитников был характерен мезосоматический тип телосложения. Защитники и нападающие II группы статистически достоверно различались по длине тела. Размах рук у центровых был значительно больше по сравнению с защитниками и нападающими, защитники имели наименьший размах рук. **Выводы:** профессиональные баскетболисты различаются по антропометрическим характеристикам в зависимости от игровых позиций, в то время как у юных спортсменов существенных различий нет. Центровые относятся к макросоматическому типу телосложения, имеют больший размах рук, чем форварды и защитники.

Ключевые слова: соматотип, спортивная подготовка, антропометрия, баскетбол, критерии отбора, центровый, форвард, защитник

Для цитирования: Матвеев С.В., Успенский А.К., Успенская Ю.К., Дидур М.Д. Антропометрические критерии, соматотип и функциональная подготовленность баскетболистов на различных этапах спортивной подготовки // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.5-12. DOI:10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.5

Anthropometric criteria, somatotype and functional performance of basketball players at different stages of sports training

Sergei V. Matveev¹, Andrei K. Uspenskii¹, Iuliia K. Uspenskaia¹, Mikhail D. Didur^{1,2}

¹Academician I.P. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia

²N.P. Bechtereva Institute of the Human Brain, Saint-Petersburg, Russia

ABSTRACT

Objective: to identify the correlation between physical development, somatic physique type, biological maturation and playing positions in basketball. **Materials and methods:** 112 male basketball players were divided into two groups: group 1 included 75 9-10 year-old young basketball players at the initial training; group 2 included 37 23-31 year-old professional basketball players. We evaluated the age, body mass, body mass index (BMI), body fat, body height, arm span, relaxed and flexed arm girth, calf girth, and skinfold thickness (triceps, biceps, iliac, abdominal). **Results:** the young basketball players demonstrated significantly lower values of body height, arm span, body mass, body fat, relaxed and flexed arm girth, and calf girth. Both young and professional basketball players had macrosomatic physique type. Group 2 adult professional guards and forwards had significant differences in body height. Adult centers had the largest arm span; on the other hand, the arm span of the adult guards was the smallest. The centers and forwards had principally macrosomatic physique type while the adult guards had mesosomatic physique type. **Conclusions:** the adult professional basketball players varied in their anthropometric parameters according to playing positions but there was no difference between young basketball players; the body mass, body height, and arm span were the most important parameters. Centers should be of macrosomatic physique type, and had arm span more than forwards and guards. Therefore, the data of physical growth level, somatic physique type, and biological maturation rate should be considered in basketball player selection.

Key words: somatotype, sports training, anthropometric parameters, basketball, selection criteria, center, forward, guard

For citation: Didur MD, Matveev SV, Uspenskii AK, Uspenskaia IuK. Anthropometric criteria, somatotype and functional qualification of basketball players at different stages of sports training. *Sportivnaya meditsina nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):5-12 (In Russ.) DOI:10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.5

1. Введение

Результативность игры в баскетбол зависит от многих факторов, наиболее важным из которых является соматический тип телосложения (соматотип) игроков, а также техническая, тактическая, двигательная, физиологическая и психологическая подготовка. Тренер по баскетболу должен следить за сбалансированным развитием игроков, т.е. за их телосложением, улучшением зрительной и моторной координации и развитием необходимых двигательных навыков с учётом эволюционных процессов, связанных с темпами роста и биологического созревания игроков [1, 2]. В баскетболе индивидуальный подход и анализ антропометрических параметров являются основными элементами процесса отбора и развития долгосрочной спортивной карьеры.

Антропометрические измерения, определение модели соматотипа и соматических профилей в последнее время становятся фундаментальными научными направлениями для специалистов по спортивной подготовке [3-5]. Антропометрические характеристики: толщина кожно-жировой складки, длина тела, размах рук и окружности тела – были определены как основные физиометрические компоненты ведущих баскетболистов [5, 6].

Преыдушие исследования оценки антропометрических данных баскетболистов показывают, что измерение тела имеет большое значение в общем процессе отбора и определении игровых позиций. Более того, соматические параметры влияют на результаты прохождения игроками различных диагностических тестов [7, 8]. Тесты у начинающих и профессиональных игроков показали, что индивидуумы, которые имели большую длину тела, черты мезосоматотипа и более длинные конечности, получили более высокие результаты при оценке эффективности игровой деятельности на площадке и достигали лучших физиологических параметров [9, 10]. Важнейшим компонентом в процессе присвоения игровой позиции является длина тела, по этому параметру самые высокие игроки выбираются центровыми (близко к корзине), а те, кто ниже, становятся защитниками (по периметру, дальше от корзины) [11]. Кроме того, у участников соревнований, играющих на разных позициях, выявляются различия в характеристиках окружностей тела (бедра, голени, плеча, предплечья).

В баскетболе крайне важна оценка соматического типа телосложения. Роровиц и др. [12] отмечают, что баскетболисты мужского пола чаще являются представителями мезосоматотипа, но также существуют профессиональные игроки из команд высшего уровня с другими вариантами типов телосложения. Более того, соматотипы и другие антропометрические переменные

могут быть специфичны для географического региона, особенно во время роста и развития баскетболиста [13].

Учитывая современные данные в этой области, было бы полезно изучить широто-окружностные показатели строения тела. Кроме того, существует мало исследований, сравнивающих антропометрические показатели у молодых и взрослых выдающихся баскетболистов, поэтому целью данного исследования было провести сравнение толщины кожной складки, параметров длины, окружностей тела и типов телосложения между игроками различных игровых позиций у баскетболистов на этапе начальной подготовки и взрослых участников элитных баскетбольных команд. Более того, это исследование также посвящено изучению взаимосвязи между антропометрическими параметрами и игровыми позициями в баскетболе.

Цель исследования – поиск взаимосвязи между данными уровня физического развития, соматического типа телосложения, темпа биологического созревания и игровыми позициями в баскетболе.

2. Материалы и методы

В исследовании принимали участие 112 баскетболистов мужского пола двух разных возрастных категорий (юные и взрослые). В I группу включили 75 баскетболистов в возрасте 9-10 лет (средний возраст – $9,5 \pm 0,3$ лет) на этапе начальной подготовки из детских юношеских спортивных школ (ДЮСШ) Центрального, Красносельского и Кировского районов Санкт-Петербурга. II группу составили 37 профессиональных баскетболистов 23-31 года (средний возраст – $27,0 \pm 3,0$ лет), выступающие в лучших баскетбольных командах России. Игровая позиция спортсменов определялась из их общей матчевой номинации в местной команде и профессиональном клубе. До начала исследования все участники были проинформированы о проведении и цели исследования, а также о возможности отказа от участия в исследовании без объяснения причины в любое время. Информированное согласие участников или их законных представителей (если возраст игрока меньше 15 лет) было критерием включения в это исследование, поскольку возможные противопоказания к проведению антропометрических измерений биоэлектрического анализа сопротивления тканей были критериями исключения.

Антропометрические измерения проведены в оптимальных климатических условиях в соответствии со стандартами, установленными Международным Обществом Продвижения Кинантропометрии (International Society for Advancement of Kinanthropometry – ISAK) [14]. Оценивали следующие переменные: возраст, масса тела, длина тела и размах рук, окружность плеча (ОП) в состо-

янии расслабления и напряжения, окружность голени (ОГ) и толщина кожно-жировой складки (ТКЖС) в области трицепса плеча, бицепса плеча, гребня подвздошной кости и области передней брюшной стенки (околопупочная область).

Массу тела и процент жировой ткани определяли при помощи биоэлектрического импедансного анализа с использованием прибора АВС-02 («МЕДАСС»).

Все статистические анализы проводили с использованием программы SAS версия ПО 9.3, для описания группы применялись среднее квадратичное отклонение (SD), максимальные и минимальные значения. Для изучения распределения нормальности данных использовали тест Шапиро-Уилка. Для оценки значимости различий между антропометрическими и соматическими параметрами юных и профессиональных баскетболистов был применен однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). При необходимости для выбранных параметров использовали непараметрический дисперсионный анализ Крускала-Уоллиса. Для дисперсионного анализа игроки были разделены на три группы в зависимости от игровых позиций: защитники, форварды и центровые.

3. Результаты исследования

Тест Шапиро-Уилка не выявил оснований для отрицания гипотезы о нормальности распределения в обеих группах без уточнения игровой позиции, а также длины тела, массы тела, процентном жировом составе, параметров измерения окружностей и определения соматотипов при рассмотрении позиций игроков. Антропометрические характеристики начинающих (I группа) и взрослых игроков (II группа) мужского пола показали, что юные баскетболисты имели достоверно ($p < 0,001$) более низкие значения длины тела (табл. 1), размаха верхних конечностей, массы тела, процент жировой ткани ($p < 0,001$). Кроме того, юные игроки имели достоверно ($p < 0,001$) более низкие значения параметров обхвата: ОП в состоянии расслабления и напряжения, ОГ (табл. 1). Кроме того, отмечается значительно ($p < 0,01$) более низкий процент микросоматического типа телосложения и более высокий процент макросоматического типа телосложения как у юных (рис. 1), так и у профессиональных (рис. 2) баскетболистов. Взрослые баскетболисты имели размах рук больше длины своего тела.

Таблица 1

Характеристики юных и взрослых баскетболистов

Table 1

Young and adult basketball players' characteristics

Параметр / Parameter	Группа I (юные) / Group I (young)		Группа II (взрослые) / Group II (adult)	
	Значение / Value	SD	Значение / Value	SD
Возраст, лет / Age, years	9,58	±0,63	27,02	±3,91
Длина тела, см / Height, cm	135,21	±5,89	192,86	±8,05
Масса тела, кг / Body weight, kg	33,39	±4,93	91,15	±11,2
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	18,26	±1,79	23,91	±1,86
% жировой ткани / % of adipose tissue	4,84	±2,07	14,04	±3,12
Размах рук, см / Arm span, cm	134,02	±5,93	195,91	±9,05
ТКЖС области трицепса плеча, мм / Skinfold thickness in shoulder triceps area, mm	2,49	±0,63	7,48	±2,26
ТКЖС области бицепса плеча, мм / Skinfold thickness in shoulder biceps area, mm	1,62	±0,47	4,69	±1,58
ТКЖС области гребня подвздошной кости, мм / Skinfold thickness at the iliac crest, mm	4,09	±0,89	11,53	±4,29
ТКЖС области передней брюшной стенки, мм / Anterior abdominal wall skinfold thickness, mm	3,45	±1,08	9,78	±4,69
Окружность голени, см / Leg girth, cm	28,36	±1,98	39,49	±2,38
Окружность плеча в расслаблении, см / Relaxed shoulder girth, cm	21,26	±1,54	30,52	±1,98
Окружность плеча в напряжении, см / Tension shoulder girth, cm	23,35	±1,61	33,67	±2,12

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ТКЖС – толщина кожно-жировой складки
Note: BMI – Body mass index

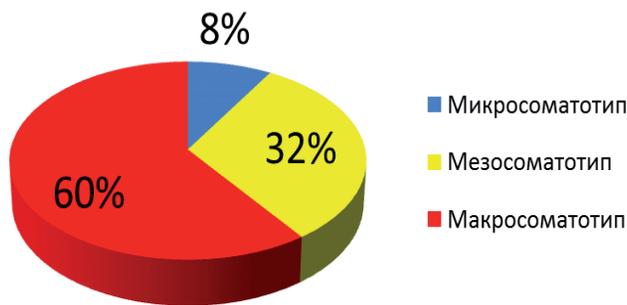


Рис. 1. Результаты распределения юных баскетболистов по соматическому типу телосложения.
Pic. 1. The young basketball players distribution according to somatic physique type (blue – microsomatic physique type, yellow – mesosomatic physique type, red – macrosomatic physique type).

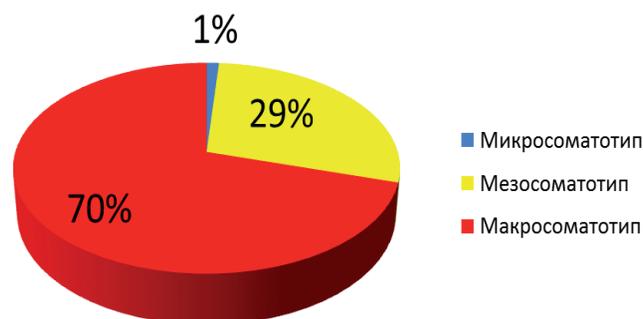


Рис. 2. Результаты распределения высококвалифицированных баскетболистов по соматическому типу телосложения.
Pic. 2. The professional basketball players distribution according to somatic physique type (blue – microsomatic physique type, yellow – mesosomatic physique type, red – macrosomatic physique type).

Параметры юных и взрослых баскетболистов в зависимости от их игровой позиции

Таблица 2

Young and professional basketball players' parameters according to their playing position

Table 2

Параметр	Группа I (юные) / Group I (young)			Группа II (взрослые) / Group II (adult)		
	Защитники / Guards	Центровые / Centers	Форварды / Forwards	Защитники / Guards	Центровые / Centers	Форварды / Forwards
Возраст, лет / Age, years	9,23±0,43	9,62±0,93	9,18±0,73	25,09±1,35	28,67±3,12	26,87±2,46
Длина тела, см / Height, cm	134,23±5,79	135,15±5,38	133,95±4,89	185,23±2,17	199,45±1,89*	193,56±1,97#
Масса тела, кг / Body weight, kg	33,29±4,81	33,21±4,91	33,34±5,09	81,24±1,78	99,56±2,32*	85,43±1,97#
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	18,48±1,75	18,18±1,83	18,58±1,69	23,68±0,65	25,02±0,67	22,8±1,09
% жировой ткани / % of adipose tissue	4,79±2,12	4,81±2,23	4,83±2,07	12,34±1,54	14,98±2,16	13,02±1,59
Размах рук, см / Arm span, cm	133,52±5,87	134,13±5,91	134,01±5,69	187,43±3,06	201,87±3,28*	194,46±3,15#
ТКЖС области трицепса плеча, мм / Skinfold thickness in shoulder triceps area, mm	2,39±0,75	2,48±0,71	2,49±0,61	7,45±2,01	7,63±2,12	7,31±1,88
ТКЖС области бицепса плеча, мм / Skinfold thickness in shoulder biceps area, mm	1,58±0,39	1,63±0,41	1,61±0,47	4,87±1,98	5,09±1,75	4,43±1,68
ТКЖС области гребня подвздошной кости, мм / Skinfold thickness at the iliac crest, mm	4,11±0,87	4,13±0,85	4,1±0,91	10,45±2,62	12,24±2,89	10,13±1,97
ТКЖС области передней брюшной стенки, мм / Anterior abdominal wall skinfold thickness, mm	3,56±1,13	3,49±1,25	3,51±1,18	9,56±3,67	10,87±2,98	9,21±3,11
Окружность голени, см / Leg girth, cm	27,59±1,89	28,27±1,98	28,34±1,72	39,02±1,75	40,56±1,87	39,24±2,12
Окружность плеча в расслаблении, см / Relaxed shoulder girth, cm	21,35±1,29	21,27±1,58	21,18±1,47	29,23±0,86	31,41±1,13	29,18±0,93
Окружность плеча в напряжении, см / Tension shoulder girth, cm	22,96±1,53	23,31±1,72	23,24±1,6	32,41±0,78	34,72±0,69*	32,21±0,89#

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ТКЖС – толщина кожно-жировой складки
*, # – p<0,01 в группе II: * – Центровые – Защитники; # – Форварды – Центровые

Note: BMI – Body mass index,

*, # – p<0,01 in Group II: * – Center – Guards; # – Forwards – Center

При рассмотрении абсолютных различий в длине тела между юными и взрослыми баскетболистами относительно положения игроков, показали, что зависимость наблюдалась только среди профессиональных баскетболистов (табл. 2).

Защитники и нападающие из взрослой профессиональной команды статистически достоверно различались по длине тела. Размах рук у центровых был значительно больше по сравнению с защитниками и нападающими, защитники имели наименьший размах рук.

Профессиональные центровые игроки имели большую разницу между длиной тела и размахом рук по сравнению с защитниками и форвардами, что является значимым фактором для выбора положения центрового: средняя разница между длиной тела и размахом рук у

центрового – 2,47 см, у защитника – 2,18 см, у форварда – 0,96 см, соответственно.

Макросоматический тип телосложения преобладает у центровых и нападающих, в то время как для защитников более характерен мезосоматический тип телосложения (рис. 3).

Поскольку некоторые из измерений ТКЖС представляют собой непараметрические характеристики, для оценки этих случаев использовался непараметрический дисперсионный анализ Крускал-Уоллиса. Ни у юных, ни у профессиональных баскетболистов не было существенных различий в значениях ТКЖС в зависимости от игровой позиции.

При измерении окружностей статистически значимые различия наблюдались только у профессиональных баскетболистов (данные измерения окружности плеча в состоянии напряжения).

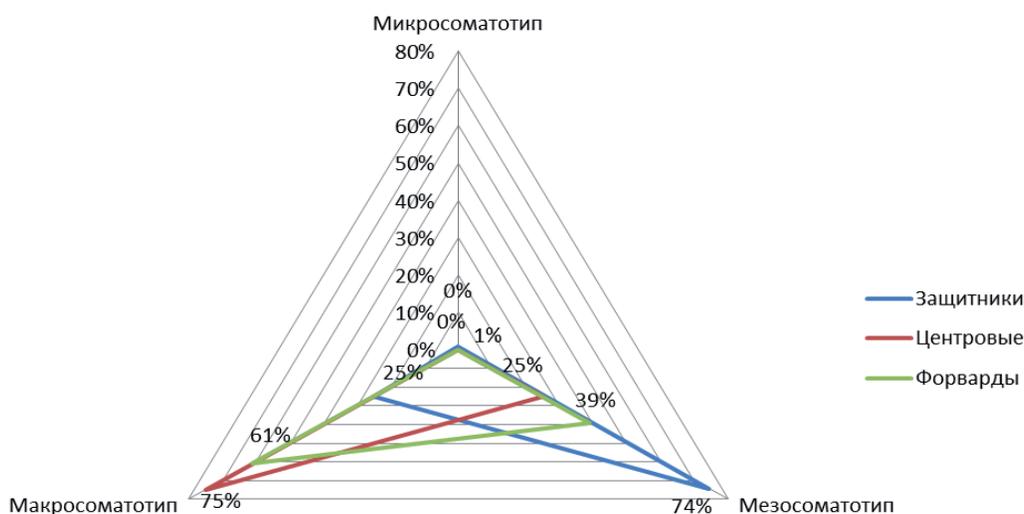


Рис. 3. Распределение профессиональных баскетболистов в зависимости от соматического типа телосложения.
Fig. 3. The professional basketball players' distribution according to somatic physique type (Blue – Guards, Red – Center, Green – Forwards).

4. Обсуждение результатов

Исследование показало, что взрослые профессиональные баскетболисты различаются по своим антропометрическим характеристикам в зависимости от игровых позиций, в то время как между юными спортсменами существенных различий нет. Масса и длина тела являются основными параметрами при выборе взрослых профессиональных игроков. Центровые более высокорослые и тяжелые, чем форварды и защитники. Подтверждено, что размах рук связан с профессиональным игровым статусом и профессиональные центровые имели самый большой размах рук, следовательно, юные игроки с самым большим размахом рук должны предпочтительно занимать позиции центровых.

Не обнаружено статистически значимых различий между такими параметрами, как масса и длина тела у юных игроков мужского пола. Не выявлено существенных различий и при оценке иных параметров тела (размах рук, толщина кожной складки, окружность плеча,

голен). Эти результаты могут изменить представления об онтогенетической изменчивости морфологических и структурных возможностей баскетболистов на различных этапах тренировочного процесса.

Полученные выводы сопоставимы с результатами Abdelkrim [7]: у тунисских баскетболистов мужского пола средняя длина тела варьировала от 192,0 см до 198,4 см, средняя масса тела – между 83,7 кг и 91,5 кг. В ходе исследования выявлены большие различия в длине и массе тела у профессиональных баскетболистов. Подобно исследованиям баскетболистов из Туниса, Испании и Хорватии [15], в данной статье показано, что центровые были самыми высокими из всех игроков (средний рост центровых составляет почти 200 см). Центровые также имели наибольшую массу тела по сравнению с игроками других позиций.

В исследовании Delextrat A. [16] отмечено, что такие качества, как ловкость и способность к прыжкам, у профессиональных баскетболистов не связаны с содер-

жанием жира в организме. Вследствие отсутствия зависимости между процентным содержанием жировой ткани и распределением ее в организме юных и профессиональных баскетболистов, в нашей статье предлагается избегать выбора спортсменов на игровые позиции согласно этим параметрам.

При оценке соматического типа телосложения юных и профессиональных баскетболистов выявлено, что преобладает макросоматотип (60% и 70% соответственно). Описанные результаты можно сравнить с исследованием Martinez P.Y.O. [17], который оценил соматотипический профиль игроков мексиканской профессиональной баскетбольной лиги в возрасте около 25 лет. Среднее значение эндоморфного, мезоморфного и эктоморфного компонентов в этом исследовании были 2,94;06,35 и 2,06 соответственно. В нашем исследовании показано, что среди юных баскетболистов доля спортсменов макросоматического типа телосложения составила 60%, мезосоматического – 32%, микросоматического – 8%; среди профессиональных спортсменов – 70%, 29%, 1% соответственно.

Тренеры по баскетболу утверждают, что задачи, выполняемые центровыми, являются фундаментальными с точки зрения наступательных и оборонительных действий, поэтому в элитных командах центровые имеют специфические параметры тела, соотносящиеся с их ролью на площадке [4]. Являясь сложным командным видом спорта, баскетбол требует наличия профессионального тренера, который должен не только подготовить

профессиональную команду, но и осуществлять отбор детей в процессе тренировки [4, 18, 19]. Следовательно, необходимо проводить дальнейшие исследования для определения необходимых антропометрических параметров баскетболистов.

5. Выводы

Исследование показало, что данные уровня физического развития, соматического типа телосложения, темпа биологического созревания могут быть определяющими факторами в процессе селекции талантливых игроков в баскетбол. Отбор в баскетболе, особенно по игровым позициям, должен включать оценку таких антропометрических параметров, как длина тела, масса тела, окружность плеча и размах рук.

Баскетбол – динамичный командный вид спорта и определение типов телосложения является ключевым фактором в оценке потенциала игроков к развитию и результативности во время выступления. У взрослых баскетболистов мужского пола есть соматическая предрасположенность к игровой роли центровых (такие антропометрические параметры, как длина, масса тела, размах рук); при этом телосложение форвардов отдаленно напоминает телосложение центровых. У защитников нет определенной связи с антропометрическими параметрами. Тренерам не стоит обращать внимание на долю жировой ткани и её распределение при отборе игроков на игровые позиции.

Список литературы

1. **Hůlka K, Lehnert M, Bělka J.** Reliability and validity of a basketball-specific fatigue protocol simulating match load // *Acta Gymnica.* 2017. Vol.47, P.92-98.
2. **Sánchez-Muñoz C, Zabala M, Williams K.** Handbook of Anthropometry. Anthropometric variables and its usage to characterise elite youth athletes // Springer. 2012. P.1865-1888.
3. **Montgomery PG, Pyne DB, Hopkins WG, Dorman JC, Cook Ket et al.** The effect of recovery strategies on physical performance and cumulative fatigue in competitive basketball // *J. Sports Sci.* 2008. Vol.26, P.1135-1145.
4. **Sampaio J, Janeira M, Ibáñez S, Lorenzo A.** Discriminant analysis of game-related statistics between basketball guards, forwards and centres in three professional leagues // *Eur. J. Sport Sci.* 2006. Vol.6, P.173-178.
5. **Vaquera A, Santos S, Villa JG, Morante JC, García-Tormo V.** Anthropometric characteristics of Spanish professional basketball players // *J. Hum. Kinet.* 2015. Vol.46, P.99-106.
6. Centers for Disease Control and Prevention NHANES National Youth Fitness Survey (NYFS) Muscle Strength (Grip) Procedures Manual. 2012. www.cdc.gov/nchs/data/nyfs/Handgrip_Muscle_Strength.pdf.
7. **Ben Abdelkrim NB, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Castagna C.** Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players // *J. Strength Cond. Res.* 2010. Vol.24, P.1346-1355.
8. **Ribeiro BG, Mota HR, Sampaio-Jorge F, Morales AP, Leite TC.** Correlation between body composition and the performance of

Reference

1. **Hůlka K, Lehnert M, Bělka J.** Reliability and validity of a basketball-specific fatigue protocol simulating match load. *Acta Gymnica.* 2017;47:92-98.
2. **Sánchez-Muñoz C, Zabala M, Williams K.** Handbook of Anthropometry. Anthropometric variables and its usage to characterise elite youth athletes. *Springer.* 2012;1865-1888
3. **Montgomery PG, Pyne DB, Hopkins WG, Dorman JC, Cook Ket et al.** The effect of recovery strategies on physical performance and cumulative fatigue in competitive basketball. *J. Sports Sci.* 2008;26:1135-1145.
4. **Sampaio J, Janeira M, Ibáñez S, Lorenzo A.** Discriminant analysis of game-related statistics between basketball guards, forwards and centres in three professional leagues. *Eur. J. Sport Sci.* 2006;6:173-178.
5. **Vaquera A, Santos S, Villa JG, Morante JC, García-Tormo V.** Anthropometric characteristics of Spanish professional basketball players. *J. Hum. Kinet.* 2015;46:99-106.
6. Centers for Disease Control and Prevention NHANES National Youth Fitness Survey (NYFS) Muscle Strength (Grip) Procedures Manual. 2012. www.cdc.gov/nchs/data/nyfs/Handgrip_Muscle_Strength.pdf.
7. **Ben Abdelkrim NB, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Castagna C.** Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J. Strength Cond. Res.* 2010;24:1346-1355.
8. **Ribeiro BG, Mota HR, Sampaio-Jorge F, Morales AP, Leite TC.** Correlation between body composition and the perfor-

vertical jumps in basketball players // *J. Exerc. Physiol. Online*. 2015. Vol.18, P.69-79.

9. **Sisodiya A, Yadaf M.** Relationship of Anthropometric Variables to Basketball Playing Ability // *J. Adv. Dev. Res.* 2010. Vol.1, P.191-194.

10. **He H, Pan L, Du J, Liu F, Jin Y et al.** Muscle fitness and its association with body mass index in children and adolescents aged 7-18 years in China: A cross-sectional study // *BMC Pediatr.* 2019. Vol.19, P.101.

11. **Sallet P, Perrier D, Ferret J, Vitelli V, Baverel G.** Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play // *J. Sports Med. Phys. Fit.* 2005. Vol.45, P.291-294.

12. **Popovic S, Akpinar S, Jaksic D, Matic R, Bjelica D.** Comparative study of anthropometric measurement and body composition between elite soccer and basketball players // *Int. J. Morphol.* 2013. Vol.31, P.461-467.

13. **Malina RM, Koziel SM.** Validation of maturity offset in a longitudinal sample of polish boys // *J. Sports Sci.* 2013. Vol.32, P.424-437.

14. **Stewart A, Marfell-Jones MJ, Olds T, De Ridder H.** International Standards for Anthropometric Assessment // International Society for Advancement of Kinanthropometry. 2011.

15. **Zaccagni L, Lunghi B, Barbieri D, Rinaldo N, Missoni S et al.** Performance prediction models based on anthropometric, genetic and psychological traits of Croatian sprinters // *Biol. Sport.* 2019. Vol.36, P.17-23.

16. **Delextrat A, Cohen D.** Physiological testing of basketball players: Toward a standard evaluation of anaerobic fitness // *J. Strength Cond. Res.* 2008. Vol.22, P.1066-1072.

17. **Martinez PYO, López JAH, Meza EIA, Arráyaes MEM, Sánchez LR.** Somatotype Profile and Body Composition of Players from the Mexican Professional Basketball League // *Int. J. Morphol.* 2014. Vol.32, P.1032-1035.

18. **George M, Evangelos T, Alexandros K, Athanasios L.** The inside game in World Basketball. Comparison between European and NBA teams // *Int. J. Perform. Anal. Sport.* 2009. Vol.9, P.157-164.

19. **Rinaldo N, Toselli S, Gualdi-Russo E, Zedda N, Zaccagni L.** Effects of Anthropometric Growth and Basketball Experience on Physical Performance in Pre-Adolescent Male Players // *Int J Environ Res Public Health.* 2020. Vol.17, №7. P.2196.

performance of vertical jumps in basketball players. *J. Exerc. Physiol. Online*. 2015;18:69-79.

9. **Sisodiya A, Yadaf M.** Relationship of Anthropometric Variables to Basketball Playing Ability. *J. Adv. Dev. Res.* 2010;1:191-194.

10. **He H, Pan L, Du J, Liu F, Jin Y et al.** Muscle fitness and its association with body mass index in children and adolescents aged 7-18 years in China: A cross-sectional study. *BMC Pediatr.* 2019;19:101.

11. **Sallet P, Perrier D, Ferret J, Vitelli V, Baverel G.** Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 2005;45:291-294.

12. **Popovic S, Akpinar S, Jaksic D, Matic R, Bjelica D.** Comparative study of anthropometric measurement and body composition between elite soccer and basketball players. *Int. J. Morphol.* 2013;31:461-467.

13. **Malina RM, Koziel SM.** Validation of maturity offset in a longitudinal sample of polish boys. *J. Sports Sci.* 2013;32:424-437.

14. **Stewart A, Marfell-Jones MJ, Olds T, De Ridder H.** International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for Advancement of Kinanthropometry; Lower Hutt, New Zealand: 2011.

15. **Zaccagni L, Lunghi B, Barbieri D, Rinaldo N, Missoni S et al.** Performance prediction models based on anthropometric, genetic and psychological traits of Croatian sprinters. *Biol. Sport.* 2019;36:17-23.

16. **Delextrat A, Cohen D.** Physiological testing of basketball players: Toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J. Strength Cond. Res.* 2008;22:1066-1072.

17. **Martinez PYO, López JAH, Meza EIA, Arráyaes MEM, Sánchez LR.** Somatotype Profile and Body Composition of Players from the Mexican Professional Basketball League. *Int. J. Morphol.* 2014;32:1032-1035.

18. **George M, Evangelos T, Alexandros K, Athanasios L.** The inside game in World Basketball. Comparison between European and NBA teams. *Int. J. Perform. Anal. Sport.* 2009; 9:157-164.

19. **Rinaldo N, Toselli S, Gualdi-Russo E, Zedda N, Zaccagni L.** Effects of Anthropometric Growth and Basketball Experience on Physical Performance in Pre-Adolescent Male Players. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(7):2196

Информация об авторах:

Матвеев Сергей Владимирович, профессор кафедры физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, главный врач СПбГБУЗ Городской врачебно-физкультурный диспансер; проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0001-5698-7850;

Успенский Андрей Константинович, аспирант кафедры физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, ORCID ID: 0000-0002-8943-8468

Успенская Юлия Константиновна, ассистент кафедры физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России. ORCID ID: 0000-0002-0473-0807

Дидур Михаил Дмитриевич, директор ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтерева Российской академии наук, заведующий кафедрой физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, проф., д.м.н. (+7(921)919-92-00, didour@mail.ru). ORCID ID: 0000-0003-4086-5992

Information about the authors:

Sergei V. Matveev, MD, D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Physical therapy and sports medicine of the Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Chief physician of the SPbMBVH «Municipal physical athletic dispensary». ORCID ID: 0000-0001-5698-7850

Andrei K. Uspenskii, MD, Postgraduate Student of the Department of Physical therapy and sports medicine of the Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-8943-8468

Iuliia K. Uspenskaia, MD, Assistant of the Department of Physical therapy and sports medicine of the Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-0473-0807

Mikhail D. Didur, MD, D.Sc. (Medicine), Prof., Director of the N.P. Bechtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Physical therapy and sports medicine of the Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University (+7(921)919-92-00, didour@mail.ru). ORCID ID: 0000-0003-4086-5992

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки
Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests

Поступила в редакцию: 11.11.19

Принята к публикации: 04.03.20

Received: 11 November 2019

Accepted: 04 March 2020

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



Основы скандинавской ходьбы

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

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

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

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

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.13

УДК: 616-74.72-007.274

Применение реабилитационного оборудования NUGA BEST в комплексной программе восстановительного лечения больных анкилозирующим спондилоартритом

О.Н. Высогорцева¹, А.А. Усманходжаева¹, З.Ф. Мавлянова²

¹Ташкентская медицинская академия, Ташкент, Республика Узбекистан

²Самаркандский государственный медицинский институт, Самарканд, Республика Узбекистан

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить эффективность применения реабилитационного оборудования для позвоночника Nuga Best в комплексной программе восстановительного лечения больных с центральной формой анкилозирующего спондилоартрита. **Материалы и методы:** обследовано 65 мужчин с верифицированным диагнозом – анкилозирующий спондилоартрит (центральная форма) в возрасте от 28 до 48 лет (средний возраст 34,6±2,9 лет). Больные в зависимости от проведенного лечения разделены на две группы: контрольная группа (n=32), получавших традиционное лечение, и основная группа (n=33), в лечение которых наряду с традиционными методами включены процедуры на реабилитационном оборудовании для позвоночника Nuga-Best. В качестве критериев эффективности проводимых реабилитационных мероприятий использованы: визуальная аналоговая шкала оценки болевого синдрома, индекс BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index), экскурсия грудной клетки, тест Шобера, индекс BASMI (Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index), показатели психоэмоционального статуса по тесту САН. **Результаты.** По окончании реабилитационного курса объем движений в пораженных отделах позвоночника увеличился с 2,98±0,23 см до 5,56±0,27 см (p<0,05) в основной группе, и с 3,12±0,16 см до 5,11±0,14 см в контрольной группе (p<0,05). Уменьшение болевого синдрома при ходьбе было зарегистрировано у 98,2% больных основной и 67,3% контрольной группы (p<0,05). Объем экскурсий позвоночника восстановился у 67% больных 1-й группы, у 42% – второй группы. Среднее значение индекса BASDAI, отражающего активность заболевания, до лечения в контрольной группе составляло 3,45±0,89 балла, а после его окончания снизилось до 2,09±0,63 балла (p<0,05). В то время как включение в лечебный комплекс процедур на реабилитационном оборудовании для позвоночника Nuga-Best приводило к достоверно более выраженному снижению этого индекса – с 3,35±0,91 до 1,82±0,61 балла (p<0,05). Индекс подвижности позвоночника BASMI в контрольной группе до лечения составлял 4,03±1,12 балла, после лечения 3,93±0,82 балла, а в основной группе больных составил после лечения 3,11±0,91 балла при показателях до лечения 4,12±1,26 балла. **Выводы.** Дополнительное применение реабилитационного оборудования Nuga-Best у больных с центральной формой АС оказывает многофакторное воздействие, приводящее к снижению функциональной перегрузки позвоночника, способствует миорелаксирующему, болеутоляющему эффектам, увеличению объема движений в позвоночнике и экскурсии грудной клетки, пролонгирует клиническую ремиссию, улучшает психоэмоциональный статус пациентов.

Ключевые слова: анкилозирующий спондилоартрит, физическая реабилитация, реабилитационное оборудование, Nuga-Best

Для цитирования: Высогорцева О.Н., Усманходжаева А.А., Мавлянова З.Ф. Применение реабилитационного оборудования NUGA BEST в комплексной программе восстановительного лечения больных анкилозирующим спондилоартритом // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.13-20. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.13

NUGA-BEST in the complex of rehabilitation program in patients with ankylosing spondylitis

Olga N. Vysogortseva¹, Adibahon A. Usmankhodzhaeva¹, Zilola F. Mavlyanova²

¹Tashkent Medical Academy, Tashkent, Republic of Uzbekistan

²Samarkand State Medical Institute, Samarkand, Republic of Uzbekistan

ABSTRACT

Study objective: to evaluate the effectiveness of Nuga-Best rehabilitation equipment in a comprehensive rehabilitation program for the patients with a central form of ankylosing spondylitis. **Material and methods:** the study involved 65 (aged 28 – 48, mean age 34,6±2,9) patients with a verified diagnosis of ankylosing spondylitis. The patients were divided into two groups: the control group (n=32), receiving conventional treatment and the main group (n=33), which received procedures on Nuga-Best rehabilitation equipment along with traditional methods. The rehabilitation effectiveness criteria were: visual analogue scale of pain assessment, index BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index), chest excursion, Schober test, Index BASMI (Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index), indicators of psychoemotional status according to the Feling-Activity-Mood test. **Results:** At the end of the rehabilitation course, the range of movements in the affected parts of the spine increased from 2.98±0.23 cm to 5.56±0.27 cm (p<0.05) in

the main group, and from 3.12 ± 0.16 cm up to 5.11 ± 0.14 cm in the control group ($p < 0.05$). A decrease of the pain during walking was reported by 98.2% of the patients of the main and 67.3% of the control group ($p < 0.05$). The volume of excursions of the spine was restored in 67% of patients of the first group, in 42% of the second group. The average BASDAI index reflecting the disease activity before treatment in the control group was 3.45 ± 0.89 points, and after treatment decreased to 2.09 ± 0.63 points ($p < 0.05$). The rehabilitation procedures on Nuga-Best led to a significantly more pronounced decrease in this index – from 3.35 ± 0.91 to 1.82 ± 0.61 points ($p < 0.05$). The BASMI spinal mobility index in the control group before treatment was 4.03 ± 1.12 points, after treatment 3.93 ± 0.82 points, and in the main group of patients after treatment it was 3.11 ± 0.91 points compared to pretreatment values of 4.12 ± 1.26 points. **Conclusions:** In patients with central AS, Nuga-Best produces a multifactor effect, leading to a decrease in spine functional overload, promotes muscle relaxation and analgesia, increased range of motion in the spine and chest excursion, prolongs clinical remission and improves the psycho-emotional status of patients.

Key words: ankylosing spondylitis, physical rehabilitation, rehabilitation equipment, Nuga-Best

For citation: Vysogortseva ON, Usmankhodzhaeva AA, Mavlyanova ZF. NUGA-BEST in the Complex of Rehabilitation Program in Patients with Ankylosing Spondylitis. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):13-20 (In Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.13

1. Введение

Анкилозирующий спондилоартрит (АС) – хроническое воспалительное заболевание из группы спондилоартритов, характеризующееся обязательным поражением крестцово-подвздошных суставов и/или позвоночника с потенциальным исходом в анкилоз, с частым вовлечением в патологический процесс энтезисов и периферических суставов [1]. Возникает чаще у мужчин молодого возраста, приводит к временной и стойкой утрате трудоспособности [2]. Установлена генетическая детерминированность анкилозирующего спондилоартрита: 90% больных имеют антиген гистосовместимости HLA-B27, встречающийся в общей популяции у 5-8% [1, 3].

Анкилозирующий спондилоартрит является мультифакторным заболеванием с наследственной предрасположенностью, основными клиническими проявлениями которого являются боль и ограниченность движений, что в наибольшей степени обуславливает низкое качество жизни больных [4]. Основным патогенетическим механизмом заболевания является воспаление в суставах и энтезисах, имеющее системный характер и обуславливающее многообразие клинических проявлений, тенденцию к неуклонному прогрессированию и ранней инвалидизации. Основной целью лечения АС являются купирование боли, подавление воспаления, профилактика прогрессирования структурных изменений или снижение темпов их развития, поддержание функциональной активности опорно-двигательного аппарата, профилактика нарушений осанки и дыхания, улучшение качества жизни пациента [5-7].

Лечение при АС должно быть постоянным, индивидуальным, этапным и комплексным с воздействием на различные параметры патологического процесса [8, 9]. Вместе с тем, с учетом системного характера АС патогенетически обоснованным представляется принцип целостного воздействия на организм пациента. Стратегия лечения пациентов отражена в рекомендациях ASAS, опубликованных в 2003 г. и пересмотренных в 2006 и 2009 гг. [8]. Многие авторы уделяют внимание диете и образу жизни пациентов с АС. Рекомендуются соблюдение

гипосенсибилизирующей диеты, употребление овощей, свежих фруктов, рыбы и сон. Спать пациентам лучше на жесткой постели без подушки, на животе, сидеть на стуле с высокой спинкой, избегать длительного пребывания в фиксированной позе [6].

Основной целью реабилитации больного спондилитом является сохранение на достаточном уровне функциональной активности суставов и позвоночника, позволяющее сохранять профессиональную трудоспособность, замедление перехода на инвалидность и снижение временной нетрудоспособности [5].

Исходя из основных принципов реабилитации, она должна быть начата с момента установления диагноза и продолжаться на протяжении всей жизни, предусматривает сохранение и улучшение функционального состояния суставов и позвоночника с увеличением объема движения и мышечной силы, предупреждение развития контрактур, деформаций и при их возникновении – коррекцию этих изменений, подбор соответствующей компенсации и ее закрепление с целью оптимальной функциональной адаптации к повседневным нагрузкам [11].

В медицинской реабилитации больных АС наряду с использованием различных средств лекарственной терапии большое внимание уделяется использованию методов физиотерапии, оказывающих как локальное, так и системное воздействие на организм пациентов. Лечебные комплексы, включающие естественные и преформированные физические факторы, способствуют улучшению течения заболевания, усилению функциональных и адаптационных возможностей больных, удлинению периода ремиссии и повышению качества жизни пациентов [4,12]. При этом степень выраженности системного действия для каждого из методов физиотерапии различна.

Существенное место в структуре реабилитационных мероприятий занимает лечебная физкультура. Двигательная активность является основным профилактическим и реабилитационным средством, способным предотвратить и ослабить деформацию позвоночника, контрактуры суставов и в конечном счете сохранить способность к самообслуживанию и труду.

Лечебная физкультура (ЛФК) обязательна для каждого больного независимо от выраженности воспалительного процесса и болевого синдрома [12,13]. Задачами ЛФК являются сохранение нормальной осанки и объема движений во всех отделах позвоночника; уменьшение напряжения мышц и укрепление мышечного корсета мышц спины, бедер, ягодич; улучшение дыхательной функции грудной клетки; предотвращение появления новых и компенсация уже имеющихся деформаций [14].

Цель исследования: оценить эффективность комплексной программы физической реабилитации с применением реабилитационного оборудования для позвоночника Nuga-Best (Южная Корея) у больных с центральной формой анкилозирующего спондилоартрита (АС).

2. Материалы и методы

Под нашим наблюдением находилось 65 больных мужчин с верифицированным диагнозом анкилозирующий спондилоартрит, центральная форма в возрасте от 28 до 48 лет (средний возраст $34,6 \pm 2,9$ лет), проходивших курс восстановительной терапии в отделении физиотерапии многопрофильной клиники Ташкентской медицинской академии. Длительность заболевания варьировала от 6 месяцев до 15 лет (в среднем $5,09 \pm 0,78$ лет). Кроме болевого синдрома и утренней скованности в клинической картине заболевания были зафиксированы ограничения объема активных экскурсий позвоночника в шейно-грудном и поясничном отделе – у 92% (60 больных), уменьшение экскурсий грудной клетки – у 76% (49 больных). У всех пациентов отмечено уменьшение значений пробы Шобера по сравнению с нормативными показателями ($2,98 \pm 0,23$ см против $5,83 \pm 0,19$ см соответственно, $p < 0,05$).

В зависимости от программы реабилитации больные разделены на 2 группы (основную ($n=33$) и контрольную ($n=32$)), сопоставимые по возрасту и клиническим формам заболевания. Все больные обеих групп получали медикаментозную терапию (противовоспалительного, анальгезирующего, миорелаксирующего действия), массаж и посещали занятия лечебной гимнастики (ЛГ).

Лечебную гимнастику проводили всем больным в стационаре по индивидуальной или малогрупповой методике ежедневно в утренние часы, которая традиционно состояла из вводной, основной и заключительной частей в процентном соотношении 15:70:15, продолжительностью 30-40 минут.

При составлении комплекса упражнений учитывали следующие задачи ЛФК у больных с АС: сохранение объема движений в позвоночнике и суставах, укрепление осанки и мышечного корсета позвоночника, нормализация тонуса и укрепление силы мышц, увеличение экскурсии грудной клетки и диафрагмы, восстановле-

ние координации движений и тренировка равновесия, активизация дыхательной, сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, создание позитивного настроения пациента.

При проведении занятий ЛГ осуществляли врачебно-педагогический контроль с определением в динамике частоты дыхания, артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и заполнением карты лечащегося в кабинете ЛФК.

Массаж осуществляли вдоль позвоночника с целью устранения ригидности мышц, укрепления мышечных волокон, снижения выраженности боли в области спины, улучшения обмена веществ, а также нормализации лимфо- и кровообращения в позвоночнике, суставах и мышцах, которые находятся в непосредственной близости к пораженному месту. Использовали классическую лечебную методику с применением всех основных приемов ежедневно, курс 6-8 процедур.

В основной группе больные дополнительно получали процедуры на реабилитационном оборудовании для позвоночника Nuga-Best, представляющем собой устройство, предназначенное для обеспечения релаксационной терапии мышц и суставов с помощью вибрационного массажа, вытяжения и электромагнитного воздействия на различные отделы позвоночника. Головной мат кушетки располагался под углом 10° . Положение пациента лежа на спине. Воздействовали импульсными токами низкой частоты в течение 15 минут, располагая пояс-подушку поперечно-контактно на тазобедренном суставе с интенсивностью до ощущения отчетливой безболезненной вибрации. Проводили воздействие ручным проектором-массажером на область заинтересованного тазобедренного сустава при температуре 42°C . Затем осуществляли воздействие нефритовыми роликами-массажерами паравертебрально в первом режиме в течение 20 минут с задержкой в виде остановки роликов в крайних точках на 15–20 секунд. На протяжении всей процедуры на нижние конечности пациентов осуществляли воздействие инфракрасным излучением при температуре 40°C от турманиевого керамического коврика, расположенного на ножном мате (расположение мата горизонтальное). Это позволяло оказать общее рефлекторное релаксирующее воздействие. Процедуры проводились ежедневно. Курс 6-8 процедур.

В качестве критериев эффективности проводимых реабилитационных мероприятий использованы следующие параметры: визуальная аналоговая шкала оценки болевого синдрома, индекс BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index), экскурсия грудной клетки, тест Шобера, совокупная оценка функциональной способности пациента ASAS, рекомендован индекс BASMI (Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index) – метрологический индекс, отражающий подвижность позвоночника и тазобедренных суставах [15,16]. Данный индекс включает 5 измере-

ний: расстояние «козелок–стена»; повороты шеи в градусах; сгибание в пояснице (модифицированный тест Шобера); боковое сгибание в пояснице и расстояние между лодыжками. Числовому значению измерений присваивается определенный эквивалент в баллах, которые суммируются. Индекс BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index) представляет собой интегральный показатель, рассчитываемый на основании оценки утомляемости, аксиальной и периферической боли, скованности и энтезопатии. Величина индекса колеблется от 0 до 10 баллов. По мнению экспертов, значения индекса BASDAI от 0 до 2 соответствуют низкой, от 2 до 4 – умеренной, от 4 до 7 – высокой, более 7 – очень высокой активности болезни [14].

Для оценки влияния проводимых реабилитационных мероприятий на психологический статус больных применяли психологический опросник SAH (методика диагностики оперативной оценки самочувствия, активности и настроения). Опросник состоит из 30 пар противоположных характеристик, по которым испытуемого просят оценить свое состояние. Каждая пара представляет собой шкалу, на которой испытуемый отмечает степень выраженности той или иной характеристики своего состояния. При подсчете крайняя степень выраженности негативного полюса пары оценивается в один балл, а крайняя степень выраженности позитивного полюса пары в семь баллов. Полученные баллы группируются в соответствии с ключом в три категории, и подсчитывается количество баллов по каждой из них. Полученные результаты по каждой категории делятся на 10. Нормальные оценки состояния лежат в диапазоне 5,0-5,5 баллов.

Обследования проводились при поступлении пациентов в стационар до начала реабилитационных мероприятий, по ходу восстановительного процесса после 3-й и 5-й процедур физиотерапии, а также по окончании курса.

3. Результаты и их обсуждение

Степень активности заболевания устанавливали в соответствии с критериями, принятыми Международным обществом по изучению анкилозирующего спондилита (Assessment International SpondyloArthritis Society, ASAS) [1,8,15]. У 32 (49,2%) пациентов наблюдали низкую, у 26 (40%) – умеренную, у 7 (10,7%) – высокую степень активности. По степени функциональных нарушений в выборке пациентов в 18 наблюдениях отметили 1-ю степень, у 31 – 2-ю, у 16 – 3-ю степень функциональных нарушений. У 27 (41,5%) больных заболевание длилось менее 10 лет, у 17 (26,2%) – от 11 до 20 лет, у 16 (24,6%) – от 20 до 30 лет, у 5 (7,7%) – более 30 лет.

Преимущественное большинство пациентов с АС поступало в клинику с жалобами на скованность движений в суставах и позвоночнике, не менее частыми были жалобы на боль. Если 100% обследованных госпитализи-

рованы с жалобами на боль в области позвоночника, то такой симптом как боль в суставах отмечен у 92% больных, с преимущественной локализацией ее в области тазобедренных суставов (68% всех случаев). При этом у 56% пациентов отмечали усиление болевого синдрома в ночные часы, несколько реже в утренние. Болевой синдром, как правило, протекал на фоне сопутствующей скованности движений в суставах и позвоночнике, наблюдавшейся в 87% случаев, с преимущественным усилением ее в 77% в утренние часы.

Наряду с перечисленными специфическими проявлениями заболевания, почти у половины больных (47,6%) наблюдали нарушения сна и ряд других неспецифических жалоб, наиболее частыми из которых были жалобы на слабость и повышенную утомляемость (73,2%).

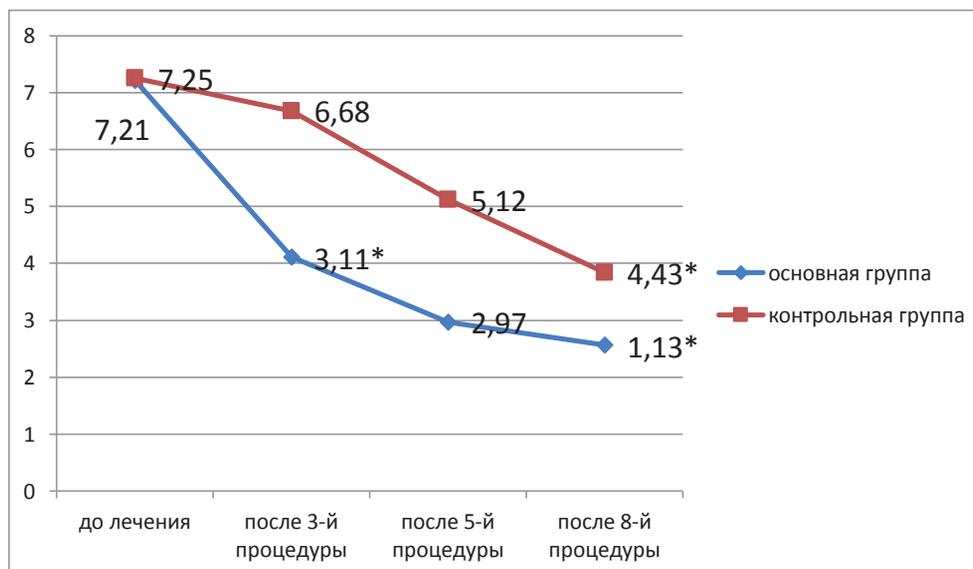
Кроме болевого синдрома и утренней скованности в клинической картине заболевания зафиксированы ограничения объема активных экскурсий позвоночника в шейно-грудном и поясничном отделе – у 92%, уменьшение экскурсии грудной клетки – у 76%. Нарушения осанки с формированием «позы просителя» (фиксация туловища в положении сгибания с опущенной головой) наблюдали у 28 (43%) пациентов.

У всех пациентов отмечено уменьшение значений пробы Шобера по сравнению с нормативными показателями ($2,98 \pm 0,23$ см против $5,83 \pm 0,19$ см, соответственно, $p < 0,05$).

По окончании реабилитационного курса у всех пациентов зафиксировано увеличение объема движений в пораженных отделах позвоночника. Однако в основной группе положительная динамика пробы Шобера была отмечена уже после первых процедур лечения. Так, объем движений увеличился с $2,98 \pm 0,23$ см до $5,56 \pm 0,27$ см к концу цикла терапии ($p < 0,05$) в основной группе, и с $3,12 \pm 0,16$ см до $5,11 \pm 0,14$ см, соответственно, в контрольной группе ($p < 0,05$).

После проведенного лечения на 10-й день терапии в основной группе было отмечено уменьшение болевого синдрома у 91,1%, а в группе контроля у 66,7% больных соответственно ($p < 0,05$). Уменьшение болевого синдрома при ходьбе было зарегистрировано у 98,2% больных основной и 67,3% контрольной группы ($p < 0,05$) (рис. 1). Дефанс мышц уменьшился у 83,2% пациентов в основной группе и 72,4% в контрольной группе ($p < 0,05$). Объем экскурсий позвоночника восстановился у 67% больных основной группы, у 42% – контрольной группы.

Данные оценки клинико-функционального статуса и положительной динамики изучаемых показателей больных с АС под влиянием традиционного и модифицированного лечения представлены в таблице 1. Более значимые изменения выявлены у пациентов основной группы, в комплексное лечение которых включено использование реабилитационного оборудования для позвоночника Nuga-Best.



* — достоверность различий показателей $p < 0,05$

* — significant differences $p < 0,05$

Рис.1. Сравнительная динамика выраженности болевого синдрома в ходе лечения у больных основной и контрольной групп.

Fig. 1. Pain syndrome dynamics during treatment in the main and the control groups.

Таблица 1

Оценка клинично-функционального статуса у пациентов с анкилозирующим спондилоартритом на фоне проводимого лечения

Table 1

Evaluation of clinical-functional status in patients with ankylosing spondylitis after the treatment

Исследуемый показатель / Studied parameter	Группа пациентов / Group of patients			
	Основная группа (n=33) / Main group		Контрольная группа (n=32) / Control group	
	до лечения / before treatment	после лечения / after treatment	до лечения / before treatment	после лечения / after treatment
Выраженность боли в позвоночнике, в баллах / Expression of pain in spine, points	4,21±1,50	2,56±0,82*	4,25±1,48	2,84±1,01*
Выраженность скованности движений в суставах и позвоночнике, в баллах / Joints and spine motion restriction	3,79±1,25	1,91±0,80* **	4,03±1,95	3,22±0,81
BASDAI (индекс активности заболевания), в баллах / Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index	3,35±0,91	1,82±0,61*	3,45±0,89	2,09±0,63*
BASMI (индекс подвижности позвоночника), в баллах / Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index	4,12±1,26	3,11±0,91* **	4,03±1,12	3,93±0,82
Экскурсия грудной клетки, в см / Thorax excursion, cm	1,9±0,6	2,6±0,8*	2,0±0,6	2,2±0,7

Примечание: Достоверные различия ($p < 0,05$) между показателями: ** – между пациентами основной и контрольной групп,

* – до и после лечения в группе.

Note: Significant differences ($p < 0,05$) between indicators: ** – between patients of the main and control groups, * – before and after treatment in the group.

Несмотря на то, что в обеих группах наблюдения отмечали положительную динамику клинико-функциональных показателей, характеризующих активность АС, установлено, что у пациентов контрольной группы среднее значение индекса BASDAI, отражающего активность заболевания, до лечения составляло $3,45 \pm 0,89$ балла, а после его окончания снизилось до $2,09 \pm 0,63$ балла ($p < 0,05$). В то время как включение в лечебный комплекс процедур на реабилитационном оборудовании для позвоночника Nuga-Best приводило к достоверно более выраженному снижению этого индекса – с $3,35 \pm 0,91$ до $1,82 \pm 0,61$ балла ($p < 0,05$). Снижение индекса активности BASDAI, по мнению ряда экспертов [16, 17], является одним из наиболее показательных признаков уменьшения активности системной воспалительной реакции, лежащей в основе АС. Противовоспалительное действие процедур на реабилитационном оборудовании для позвоночника Nuga-Best исследователи связывают со снижением активности медиаторов воспаления, сосудорасширяющим и миорелаксирующим действием, а также с нормализацией лимфооттока и микроциркуляции [18].

С целью изучения положительной динамики от проведенного лечения оценивали индекс подвижности позвоночника BASMI и величину экскурсии грудной клетки. Отмечено, что у пациентов основной группы, в комплексное лечение которых включен Nuga-Best, увеличение значения показателя экскурсии грудной клетки составило 25,3% ($p > 0,05$), а у больных с АС контрольной группы – 17,6% ($p > 0,05$). Индекс подвижности позвоночника BASMI в контрольной группе до лечения составлял $4,03 \pm 1,12$ балла, после лечения $3,93 \pm 0,82$ балла (в разнице в среднем 0,1 балл до и после лечения). А в основной группе больных составил после лечения $3,11 \pm 0,91$ балла при показателях до лечения $4,12 \pm 1,26$ балла, при разнице в среднем 1,01 балл.

Данные теста САН, проведенного у больных, свидетельствовали о неблагоприятном психологическом состоянии испытуемых: были достоверно снижены субъективные показатели самочувствия, активности и настроения ($p < 0,05$). После курса реабилитации у больных обеих групп отмечали улучшение психофизиологического статуса, наиболее выраженное в основной группе (табл. 2).

Таблица 2

Динамика показателей теста САН у пациентов с АС под влиянием лечения ($M \pm m$)

Table 2

Dynamics of SAN test values in patients with AS influenced by treatment ($M \pm m$)

Показатель / Indicator	Группа пациентов / Group of patients			
	Основная (n=33) / Main group		Контрольная (n=32) / Control group	
	до лечения / before therapy	после лечения / after therapy	до лечения / before therapy	после лечения / after therapy
Самочувствие / Health	$1,44 \pm 0,04$	$4,03 \pm 0,08^{* **}$	$1,41 \pm 0,04$	$2,67 \pm 0,08^{*}$
Активность / Activity	$2,05 \pm 0,06$	$5,06 \pm 0,13^{* **}$	$1,94 \pm 0,06$	$3,46 \pm 0,10^{*}$
Настроение / Mood	$2,11 \pm 0,09$	$5,27 \pm 0,15^{* **}$	$1,87 \pm 0,07$	$3,44 \pm 0,09^{*}$

Примечание: Достоверные различия ($p < 0,05$) между показателями: * – до и после лечения в группе, ** – между пациентами основной и контрольной групп.

Note: Significant differences ($p < 0.05$) between the indicators: * – before and after treatment in the group, ** – between patients of the main and control groups.

При последующем динамическом наблюдении всех обследованных больных в течение года выявлено, что более длительный период ремиссии был в основной группе и составил $7,8 \pm 0,6$ месяца в среднем, в то время как в контрольной группе он был на 3,5 месяца короче ($4,3 \pm 0,8$ месяца) ($p < 0,05$).

4. Выводы

1. Наиболее эффективной оказалась программа, включавшая применение на фоне медикаментозной терапии комплекса физических тренировок и процедур на реабилитационном оборудовании Nuga-Best. Это видно из более значимого снижения показателей визуальной аналоговой шкалы оценки болевого синдрома, уровня скованности движений, индекса активности заболева-

ния, лучшего прироста индекса подвижности позвоночника и экскурсии грудной клетки, улучшения состояния психоэмоционального статуса пациентов. Больные контрольной группы показали наименьший прирост указанных показателей, что отразилось на недостоверности данных исследования по сравнению с показателями основной группы.

2. Применение реабилитационного оборудования Nuga-Best у больных с центральной формой АС оказывает многофакторное воздействие, приводящее к снижению функциональной перегрузки позвоночника, способствует миорелаксирующему, болеутоляющему эффектам, увеличению объема движений в позвоночнике и экскурсии грудной клетки, пролонгирует клиническую ремиссию, повышает психоэмоциональный статус пациентов.

Список литературы

Reference

1. Эрдес Ш.Ф., Бадюкин В.В., Бочкова А.Г., Бугрова О.В., Гайдукова И.З. и др. О терминологии спондилоартритов // Научно-практическая ревматология. 2015. Т.53, №6. С.657-660.
2. Sieper J, Braun J. Clinicians Manual on Axial Spondyloarthritis // Springer Healthcare. 2014. P.9.
3. Эрдес ШФ. Основные принципы терапии анкилозирующего спондилита (болезни Бехтерева) // Научно-практическая ревматология. 2013. Т.51, №6. С.686-695.
4. Bodur H, Ataman S, Rezvani A. Quality of life and related variables in patients with ankylosing spondylitis // Quality Life Res. 2011. №20(4). P.543-549.
5. Smolen JS, Braun J, Dougados M, Emery P, Fitzgerald O et al. Treating spondyloarthritis, including ankylosing spondylitis and psoriatic arthritis, to target: recommendation of an international task force // Ann Rheum Dis. 2014. Vol.7, №1. P.6-16.
6. Бочкова А.Г. Рекомендации по ведению больных анкилозирующим спондилитом. По материалам Международной рабочей группы по изучению анкилозирующего спондилита (ASAS – Assessment Ankylosing Spondylitis Work Group) // Современная ревматология. 2009. Т.3, №4. С.5-10.
7. Куликов А.Г., Табиев В.И. Анкилозирующий спондилит: новые подходы к восстановительному лечению // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016. Т.15, №2. С.91-96.
8. Braun J, van den Berg R, Baraliakos X. 2010 update of the ASAS/EULAR recommendations for the management of ankylosing spondylitis // Ann Rheum Dis. 2011. №70. P.896-904.
9. Пономаренко Г.Н. Физическая и реабилитационная медицина. Национальное руководство. Краткое. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017, 512с.
10. Sharan D, Rajkumar JS. Physiotherapy for Ankylosing Spondylitis: Systematic Review and a Proposed Rehabilitation Protocol // Curr Rheumatol Rev. 2017. Vol.13. №2, P.121-125.
11. Дубинина Т.В., Подряднова М.В., Красненко С.О., Эрдес Ш.Ф. Лечебная физкультура при анкилозирующем спондилите: рекомендации и реальность // Научно-практическая ревматология. 2014. №52(2). С.187-191.
12. Gyurcsik SN, András A, Bodnár N, Szekanecz Z, Szántó S. Improvement in pain intensity, spine stiffness, and mobility during a controlled individualized physiotherapy program in ankylosing spondylitis // Rheumatology International volume. 2012. Vol.32, №12. P.3931-3936.
13. Brophy S, Cooksey R, Davies H. The effect of physical activity and motivation on function in ankylosing spondylitis: A cohort study // Semin Arthritis Rheum. 2013. Vol.42, №6. P. 619-626.
14. Passalent LA, Soever LJ, O'Shea FD, Inman RD. Exercise in ankylosing spondylitis: discrepancies between recommendations and reality // J Rheumatology. 2010. Vol.37, №4. P.835-841.
15. Годзенко А.А., Корсакова Ю.Л., Бадюкин В.В. Методы оценки воспалительной активности и эффективности терапии при спондилоартритах // Современная ревматология. 2012. Т.6, №2. С.66-76.
16. Дубинина Т.В., Гайдукова И.З., Годзенко А.А. и др. Рекомендации по оценке активности болезни и функционального состояния больных анкилозирующим спондилитом в клинической практике // Научно-практическая ревматология. 2017. Т.55, №4. С.344-350.
17. Schoels M, Braun J, Dougados M, Emery P, Fitzgerald O et al. Treating axial and peripheral spondyloarthritis, including psoriatic arthritis, to target: results of a systematic literature search

1. Erdes ShF, Badokin VV, Bochkova AG, Bugrova OV, Gaidukova IZ et al. On the terminology of spondyloarthritis. *Rheumatology Science and Practice*. 2015;53(6):657-660. (In Russ.) DOI: 10.14412/1995-4484-2015-657-660.
2. Sieper J, Braun J. Clinicians Manual on Axial Spondyloarthritis. *Springer Healthcare*. 2014:9.
3. Erdes ShF. The basic principles of treatment of ankylosing spondylitis (Bechterew's disease). *Rheumatology Science and Practice*. 2013;51(6):686-95. (In Russ.) DOI: 10.14412/1995-4484-2013-686-95.
4. Bodur H, Ataman S, Rezvani A. Quality of life and related variables in patients with ankylosing spondylitis. *Quality Life Res*. 2011;20(4):543-549.
5. Smolen JS, Braun J, Dougados M, Emery P, Fitzgerald O et al. Treating spondyloarthritis, including ankylosing spondylitis and psoriatic arthritis, to target: recommendation of an international task force. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(1):6-16.
6. Bochkova AG. Rekomendatsii po vedeniyu bol'nykh ankiroziruyushchim spondilitom. Po materialam Mezhdunarodnoy rabochey gruppy po izucheniyu ankiroziruyushchego spondilita (ASAS - Assesment Ankylosing Spondylitis Work Group). *Modern Rheumatology Journal*. 2009;3(4):5-10. (In Russ.) DOI: 10.14412/1996-7012-2009-566.
7. Kulikov AG, Tabiev VI. Ankylosing spondylitis: the new approaches to the restorative treatment. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2016;15(2):91-96. (In Russ.) DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-2-91-96.
8. Braun J, van den Berg R, Baraliakos X. 2010 update of the ASAS/EULAR recommendations for the management of ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis*. 2011;70:896-904.
9. Ponomarenko GN. Physical and rehabilitation medicine. National Guide. Moscow: GEOTAR-media. 2017. 512p. (In Russ.)
10. Sharan D, Rajkumar JS. Physiotherapy for Ankylosing Spondylitis: Systematic Review and a Proposed Rehabilitation Protocol. *Curr Rheumatol Rev*. 2017;13(2):121-125.
11. Dubinina TV, Podryadnova MV, Krasnenko SO, Erdes ShF. Therapeutic exercise for patients with ankylosing spondylitis: recommendations and reality. *Rheumatology Science and Practice*. 2014;52(2):187-191. (In Russ.) DOI: 10.14412/1995-4484-2014-187-191
12. Gyurcsik ZN, András A, Bodnár N, Szekanecz Z, Szántó S. Improvement in pain intensity, spine stiffness, and mobility during a controlled individualized physiotherapy program in ankylosing spondylitis. *Rheumatology International volume*. 2012;32:3931-3936.
13. Brophy S, Cooksey R, Davies H. The effect of physical activity and motivation on function in ankylosing spondylitis: A cohort study. *Semin Arthritis Rheum*. 2013;42(6):619-626.
14. Passalent LA, Soever LJ, O'Shea FD, Inman RD. Exercise in ankylosing spondylitis: discrepancies between recommendations and reality. *J Rheumatology*. 2010;37(4):835-841.
15. Godzenko AA, Korsakova YL, Badokin VV. Methods for the evaluation of inflammatory activity and therapy efficiency in spondyloarthritis. *Modern Rheumatology Journal*. 2012;6(2):66-76. (In Russ.) DOI: 10.14412/1996-7012-2012-730.
16. Dubinina TV, Gaydukova IZ, Godzenko AA. Guidelines for the assessment of disease activity and functional status in patients with ankylosing spondylitis in clinical practice. *Rheumatology Science and Practice*. 2017;55(4):344-350. (In Russ.) DOI: 10.14412/1995-4484-2017-344-350.
17. Schoels MM, Braun J, Dougados M, Emery P, Fitzgerald

to support an international treat-to-target recommendation in spondyloarthritis // *Ann Rheum Dis.* 2014. Vol.73, №1. P.238-242.

18. **Gunay SM, Keser I, Bicer ZT.** The effects of balance and postural stability exercises on spa based rehabilitation programme in patients with ankylosing spondylitis // *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2018. Vol.31, №2. P.337-346.

O et al. Treating axial and peripheral spondyloarthritis, including psoriatic arthritis, to target: results of a systematic literature search to support an international treat-to-target recommendation in spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(1):238-42. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-203860.

18. **Gunay SM, Keser I, Bicer ZT.** The effects of balance and postural stability exercises on spa based rehabilitation programme in patients with ankylosing spondylitis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2018;31(2);337-346.

Информация об авторах:

Высогорцева Ольга Николаевна, доцент кафедры реабилитологии, народной медицины и физической культуры Ташкентской медицинской академии, к.м.н. ORCID ID: 0000-0003-2857-6012

Усманходжаева Адибахон Амирсаидовна, доцент, заведующая кафедрой реабилитологии, народной медицины и физической культуры Ташкентской медицинской академии, к.м.н. ORCID ID: 0000-0003-3075-0892

Мавлянова Зилола Фархадовна, доцент, заведующая кафедрой медицинской реабилитации, физиотерапии и спортивной медицины Самаркандского государственного медицинского института, к.м.н. (+998 (915) 22-93-91, reab.sammi@mail.ru). ORCID ID: 0000-0001-7862-2625

Information about the authors:

Olga N. Vysogortseva, MD, Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of Rehabilitation, Traditional Medicine and Physical Culture of the Tashkent Medical Academy, ORCID ID: 0000-0003-2857-6012

Adibakhon A. Usmankhodzhaeva, MD, Ph.D. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Rehabilitation, Traditional Medicine and Physical Culture of the Tashkent Medical Academy, ORCID ID: 0000-0003-3075-0892

Zilola F. Mavlyanova, MD, Ph.D. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Sport Medicine of the Samarkand State Medical Institute (+998 (915) 22-93-91, reab.sammi@mail.ru). ORCID ID: 0000-0001-7862-2625

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

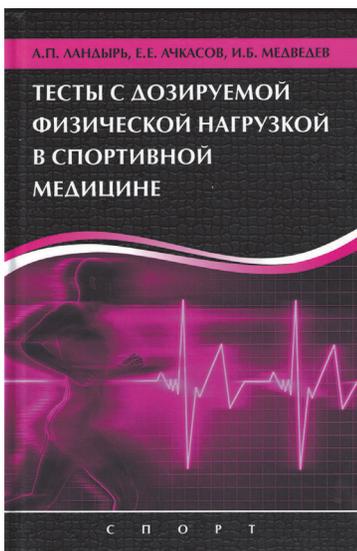
Поступила в редакцию: 23.12.2019

Статья принята к публикации: 15.02.2020

Accepted: 23 December 2019

Received: 15 February 2020

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



Тесты с дозируемой физической нагрузкой в спортивной медицине

Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Медведев И.Б.

В книге даются рекомендации по проведению тестов с дозированной субмаксимальной и максимальной физической нагрузкой на велоэргометрах, движущейся дорожке, гребном эргометре и при выполнении степ-теста для спортсменов разных видов спорта и разного уровня спортивного мастерства, а также занимающихся оздоровительной физической культурой. Приводятся примеры расчета и оценки определяемых функциональных показателей и даются практические рекомендации по проведению заключительной оценки результатов выполненного теста.

Книга рассчитана на спортивных врачей, тренеров и спортсменов для получения информации об особенностях адаптации организма к дозированным физическим нагрузкам и лучшего понимания результатов проведенного обследования.

Книгу можно заказать на сайте издательства «Спорт»: <http://www.olimppress.ru/>

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.21

УДК: 615.825

Оценка клинической эффективности комплексного лечения гонартроза у женщин с использованием методов снижения массы тела

А.Н. Шкробко, А.Н. Глушаков

*ФГБОУ ВО Ярославский государственный медицинский университет,
Министерство здравоохранения РФ, Ярославль, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить повышение клинической эффективности лечебно-реабилитационных мероприятий при гонартрозе с использованием методов снижения массы тела. **Материалы и методы:** обследованы 146 женщин с гонартрозом и метаболическим синдромом (ожирением). Сформированы 4 группы больных сопоставимых по возрасту, индексу массы тела (ИМТ), длительности течения и рентгенологической стадии основного заболевания, сопутствующей патологии. В I группе проводили стандартное консервативное лечение гонартроза (нестероидные противовоспалительные средства, хондропротекторы, физиотерапия), во II группе изолированно применяли методы коррекции метаболического синдрома (диета, медикаментозная коррекция), в группах IIIA и IIIB применяли комплексную авторскую методику (диета, поведенческая терапия, лечебная физкультура). В группе IIIA коррекция веса и методика ЛФК применялась на протяжении 12 месяцев, в группе IIIB на протяжении 3 месяцев. В процессе исследования оценивали динамику массы тела пациентов, а также клинические проявления ОА по индексам Лекена и WOMAC (Western Ontario & McMaster Universities Osteoarthritis Index, индекс выраженности остеоартрита университетов Западного Онтарио и МакМастера). **Результаты:** разработанная программа лечебно-реабилитационных мероприятий способствовала более выраженному улучшению функциональных характеристик пациентов с гонартрозом и метаболическим синдромом. Наиболее эффективной явилась программа лечебно-реабилитационных мероприятий в течение 12 месяцев. В группе IIIA отмечено наиболее выраженное и устойчивое снижение массы тела на 28%, приведшее к достоверному снижению болевого синдрома и улучшению показателей по шкале Лекена на 41,8%, WOMAC на 59%. **Выводы:** Использование разработанного комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий привело к значимому снижению выраженности нарушений функции коленного сустава по сравнению с применением стандартных методов снижения массы тела и ИМТ пациентов с гонартрозом и метаболическим синдромом.

Ключевые слова: остеоартроз, гонартроз, лечебная физкультура, тучность, адипокины

Для цитирования: А.Н. Шкробко, А.Н. Глушаков. Оценка клинической эффективности комплексного лечения гонартроза с использованием методов снижения массы тела // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.21-29. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.21

Clinical efficacy evaluation of weight loss methods in gonarthrosis treatment in women

Alexander N. Shkrebko, Alexander N. Glushakov

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

ABSTRACT

Objective: to evaluate the weight loss methods clinical efficacy in gonarthrosis treatment and rehabilitation. **Materials and methods:** the study involved 146 patients with gonarthrosis and metabolic syndrome (obesity). They were divided into 4 groups with similar age, BMI, course duration and radiologic stage of the main disease as well as comorbidities. Group I involved patients who were treated with standard conservative methods according to the current recommendations. In Group II, patients only used metabolic syndrome treatment methods. Group IIIA and IIIB were treated following the authors' method including metabolic syndrome treatment and rehabilitative physical exercises. In group IIIA, weight correction and physical exercises program was 12-month long, and in group IIIB, the program duration was 3 months. During the study, we assessed the dynamics of patients BMI as well as clinical osteoarthritis degree on Leven Index and WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index, the severity of Osteoarthritis Index in Western Ontario and MacMaster universities). **Results:** the study found that the proposed program and rehabilitation measures help to improve the functional characteristics of patients with gonarthrosis and metabolic syndrome. The 12-month treatment program was the most efficient. In Group IIIA, we revealed the most visual and stable weight loss for 28%. It led to a significant decrease in pain syndrome and the improvement of Leven's Index by 41.8% and WOMAC by 59%. **Conclusions:** these rehabilitation measures resulted in a significant decrease in the severity of knee joint function disorders compared to standard methods of weight loss and BMI decrease in gonarthrosis and metabolic syndrome patients.

Key words: osteoarthritis, knee, therapeutic exercise, obesity, adipokines

For citation: Shkrebko A, Glushakov A. Clinical efficacy evaluation in women's gonarthrosis treatment with the use of weight loss methods. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):21-29 (In Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.21

1. Введение

Остеоартроз (ОА) – хроническое прогрессирующее дегенеративное заболевание суставов, в основе которого лежат процессы разрушения суставного хряща и последующие изменения в субхондральной кости, приводящие к потере хрящевой ткани [1-3]. Заболевание существенно снижает качество жизни данной больных, ограничивая их повседневную активность. Наиболее высокой при ОА является частота поражения коленного сустава, что связано с высокой весовой нагрузкой на него, таким образом гонартроз выступает в качестве одного из наиболее часто встречающихся проявлений заболевания [2, 4].

В ряде исследований показано, что избыточной вес часто предшествует развитию ОА, повышая риск рентгенопрогрессирования изменений в суставах [5]. Подтверждено наличие патогенетической связи ожирения и остеоартроза, что свидетельствует о необходимости учета данного аспекта при разработке и совершенствовании подходов к лечению заболевания. Очевидно, что при наличии избыточного веса его снижение сопровождается уменьшением нагрузки на коленные суставы, что способствует облегчению проявлений заболевания у больных с ОА и благоприятно сказывается на функциональном состоянии нижних конечностей. Лечение таких пациентов должно быть комплексным и включать наряду с обезболиванием применение нефармакологических методов, таких как физические упражнения и снижение веса [5, 6].

В связи с этим одним из направлений повышения эффективности лечения должно стать применение методов, позволяющих активизировать пациента с остеоартрозом, следовательно, необходима разработка и апробация в ходе исследований методов, в основе которых должны лежать программы по коррекции поведения больных, что позволит воздействовать на вышеприведенные факторы. Учитывая существенное возрастание заболеваемости ОА, высокую медико-социальную и клинико-экономическую значимость этой проблемы, в качестве одного из приоритетных направлений исследований представляется комплексное применение физических упражнений и программ по снижению массы тела у данной категории пациентов наряду с обеспечением устойчивого изменения образа жизни больных. Попытка решения этой задачи представлена в данной работе.

Цель исследования: оценить клиническую эффективность лечебно-реабилитационных мероприятий при гонартрозе с использованием методов снижения массы тела.

2. Материалы и методы

2.1. Характеристика пациентов

На базе ОБГУЗ Городская больница г. Костромы, лечебно-физкультурного центра «Движение» г. Костромы, кафедре медицинской реабилитации и спортивной медицины Ярославского государственного медицинского

университета проведены обследования и лечение 146 женщин с гонартрозом и метаболическим синдромом (ожирением). Больные распределены на 3 группы:

- I группа (группа сравнения 1) – 44 пациента, которым проводили стандартное лечение гонартроза;
- II группа (группа сравнения 2) – 48 пациентов, в лечении которых использованы методы коррекции метаболического синдрома;
- III группа – 54 пациента, в лечении которых использован разработанный авторами подход: коррекция метаболического синдрома и лечебная физическая культура (ЛФК).

В дальнейшем в ходе исследования III группа разделена на 2 группы:

- группа IIIА (основная группа, полный курс ЛФК) – 41 пациент, которые постоянно на протяжении 1 года посещали занятия ЛФК в указанных учреждениях и выполняли разработанную для них программу под постоянным контролем врача или инструктора (коррекция метаболического синдрома и ЛФК).
- группа IIIБ (короткий цикл ЛФК) – 13 пациентов, которые участвовали в программе в течение 3 месяцев (результаты оценивали через 1, 3 и 12 месяцев).

Все группы были равноценны по возрасту, индексу массы тела (ИМТ), по длительности течения и рентгенологической стадии основного заболевания, а также по сопутствующим заболеваниям и получаемой терапии.

Возраст пациентов статистически значимо не различался при сравнении трех групп и составил $45,7 \pm 5,6$ лет в I группе, $38,1 \pm 2,9$ лет во II группе и $41,2 \pm 6,9$ года в III группе. Длительность течения гонартроза составила $8,7 \pm 1,6$ года в I группе, $10,7 \pm 1,1$ лет во II группе и $11,5 \pm 2,7$ лет в III группе.

Основным признаком остеоартроза, выявляемым при рентгенологическом исследовании, во всех трех группах пациентов было наличие остеофитов по краям суставных поверхностей и в местах прикрепления связок: остеофиты обнаружены у 70,8-81,5% больных. Несколько реже выявляли сужение суставной щели – у 22 (40,7%) пациентов III группы, 17 (38,6%) больных I группы и у 21 (43,8%) больного II группы.

Реже всего отмечали изменение формы эпифизов: данный признак остеоартроза выявлен у 5 (9,3%) больных III группы, 3 пациентов (6,8%) I группы и 3 (6,3%) пациентов II группы. При этом значимых межгрупповых различий по частоте различных рентгенологических признаков остеоартроза отмечено не было.

У большинства пациентов отмечали начальные проявления остеоартроза (II стадия по данным рентгенографии согласно классификации Kellgren): эта стадия диагностирована у 20 (37,0%) больных III группы, у 18 (40,9%) пациентов I группы и 17 (35,4%) больных II группы. III стадия артроза по Kellgren была диагностирована у 20 (37,0%) пациентов III группы, 14 (31,8%) больных I группы и 18 (37,5%) пациентов II группы. I стадия остеоартроза по классификации Kellgren (наличие лишь

рентгенологических признаков) выявлена у 12 (27,3%) больных I группы, у 13 (27,1%) пациентов II группы и 14 (25,9%) больных III группы. Выраженных изменений (IV стадия по Kellgren), а также отсутствия признаков артроза на рентгенограмме не отмечено ни у кого из больных.

Наиболее часто встречающимся признаком остеоартроза, выявляемым при ультразвуковой диагностике у больных всех групп было уменьшение толщины гиалинового хряща: этот признак был у 47 (87,0%) пациентов III группы, 37 больных (84,1%) I группы и 40 (83,3%) больных II группы. Столь же часто по результатам УЗИ-диагностики присутствовали остеофиты по краям суставных поверхностей и в местах прикрепления связок – у 45 пациентов (83,3%) III группы, 36 (81,8%) пациентов I группы и 41 (85,4%) больного II группы.

Очаговое утолщение синовиальной оболочки отмечалось несколько реже – у 42 (77,8%) больных III группы, 39 (88,6%) пациентов I группы и у 38 (79,2%) пациентов II группы. Частота выявления деформации суставной поверхности не различалась, этот признак был выявлен у двух третей больных всех групп. Реже всего у пациентов отмечали отечность мягких тканей области сустава: этот признак был у 8 (14,8%) больных III группы, 7 (15,9%) больных I группы и у 5 (10,4%) пациентов II группы. В целом на начальном этапе исследования значимых межгрупповых различий по полу, возрасту, длительности и клиническим проявлениям заболевания выявлено не было.

Все пациенты до начала исследования получали предшествующее лечение, причем более половины больных принимали таблетированные нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) в виде монотерапии или в комбинации с мазями, содержащими НПВС.

В I группе проводили стандартное консервативное лечение гонартроза согласно действующим рекомендациям: применение нестероидных противовоспалительных препаратов из групп ингибиторов циклооксигеназы (ЦОГ) (ЦОГ-2 селективных, ЦОГ-1 и ЦОГ-2 неселективных), хондропротекторов в капсулах и мазевой форме, физиотерапевтическое лечение (магнитотерапия, лазеротерапия, озокерит), в то время как во II группе изолированно применяли методы коррекции метаболического синдрома. Главным компонентом являлось соблюдение стола №8, что включает в себя соблюдение низкокалорийной диеты (НКД) с ограничением суточной калорийности пищи до 1200-1400 ккал для женщин при частом дробном питании с частотой 5-6 раз в сутки. Кроме того, при соблюдении НКД содержание жиров в суточном рационе не должно превышать 30% от общей калорийности пищи, причем потребляемые жиры должны быть представлены насыщенными жирными кислотами не более чем на 50% (не более 10% от общего суточного калоража). В качестве дополнительного способа коррекции избыточного веса по показаниям применяли препарат Орлистат в дозе 120 мг 3 раза в сутки во вре-

мя еды, обладающий ингибирующей активностью по отношению к желудочной и панкреатической липазам, уменьшая, таким образом, расщепление и всасывание пищевых жиров.

При ведении пациентов в группах IIIА и IIIБ комбинировали методы коррекции метаболического синдрома с помощью рациона питания и разработанный нами подход [7]. Главным компонентом методики этого метода является соблюдение низкоуглеводной диеты (НУД) с ограничением суточного потребления углеводов до 120 грамм для женщин при частом дробном питании с частотой 5-6 раз в сутки. Содержание жиров в суточном рационе идентично в группе II. В дополнение к диетотерапии в рамках коррекции метаболических нарушений применяли поведенческую терапию, целью которой было достижение правильной мотивации пациента на снижение веса, обучение пациента навыкам самоконтроля пищевого поведения и лечение сопутствующих тревожно-депрессивных расстройств.

Основным компонентом комплексного подхода к ведению пациентов III группы, страдающих ожирением и гонартрозом, являлась специально разработанная авторская методика лечебной физкультуры, которая включает в себя трехэтапную программу тренировок, состоящую из этапа начальной физической нагрузки, этапа адаптации и этапа компенсации [7]. Отличительной особенностью тренировки является включение в работу максимально возможного количества мышц на каждом занятии. В комплекс входили упражнения на все группы мышц. Занятия проводили 2-3 раза в неделю от 40 минут до 1,5 часов. Каждое занятие включало в себя выполнение упражнений с отягощениями и аэробную нагрузку на тренажерах (велотренажер, эллиптический тренажер). С течением времени производили коррекцию нагрузки и интенсивности занятий для пациентов.

2.2. Методы исследования

Степень ожирения в группах пациентов оценивали по индексу массы тела (ИМТ): избыточная масса тела – ИМТ < 30 кг/м², ожирение 1 степени ИМТ < 35 кг/м², ожирение 2 степени ИМТ < 40 кг/м², ожирение 3 степень ИМТ ≥ 40 кг/м².

В процессе исследования оценивали динамику массы тела пациентов, а также клинические проявления ОА по индексам Лекена и WOMAC (Western Ontario & McMaster Universities Osteoarthritis Index, индекс выраженности остеоартрита университетов Западного Онтарио и МакМастера).

2.3. Статистический анализ

Статистическую обработку проводили с использованием программного пакета Statistica 10.0 для Windows XP. Для оценки достоверных межгрупповых различий использовали U-критерий Манн-Уитни и критерий согласия Пирсона χ^2 .

3. Результаты исследования

До начала исследования у всех пациентов выявлено ожирение той или иной степени. В I группе ожирение 1 степени отмечено у 17 (38,6%), 2 степени – у 23 (52,3%), 3 степени – у 4 (9,1%) больных. Во II группе исходно ожирение 1 степени было у 22 (45,8%) пациентов, 2 степени – у 21 (43,8%), 3 степени – у 5 (10,4%). В группе IIIА было 18 (43,9%) пациентов с ожирением 1 степени, ожирение 2 и 3 степени диагностировано, соответственно, в 20 (48,9%) и 3 (7,3%) наблюдениях. При этом в группе IIIБ распределение по степеням ожирения была такой же: 1 степень – 5 (38,5%), 2 степень – 7 (53,8%), 3 степень – 1 (7,7%) пациент.

Таким образом, до начала проведения комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий группы статистически значимо не различались по частоте выявления ожирения различной степени у больных гонартрозом.

Через 6 месяцев от начала проведения лечебно-реабилитационных мероприятий значимые межгрупповые различия по степени выраженности ожирения продолжали увеличиваться. В группе IIIА избыточная масса тела была

выявлена у 20 (48,8%) больных, значение этого показателя было значимо больше ($p < 0,05$), чем в группе I – 5 (11,4%) пациентов. Во II группе также отмечалось статистически значимое ($p < 0,05$) увеличение доли пациентов с избыточной массой тела (19 больных, 39,6%) и, соответственно, уменьшение доли пациентов с ожирением (табл. 1).

Ожирение 1 степени отмечено у 16 (36,4%) пациентов I группы, у 16 (33,3%) больных II группы и в 13 (31,7%) наблюдениях в группе IIIА. При этом в последней группе выявлено достоверное снижение ($p < 0,05$) доли пациентов с ожирением 2 степени (7 пациентов, 17,1%) по сравнению с соответствующей долей в I группе (19 больных, 43,2%), аналогичное снижение отмечалось и во II группе, где было 11 (22,9%) таких пациентов.

Ожирение 3 степени в этот срок исследования достоверно реже ($p < 0,05$) отмечали в группе IIIА – у 1 (2,4%) пациента, чем в I группе – 4 (9,1%) больных. Во II группе доля пациентов с ожирением 3 степени проявляла тенденцию к снижению, но не достигала уровня статистической значимости по сравнению с I группой – 2 (4,2%) больных.

Таблица 1

Распределение пациентов по степени ожирения через 6 месяцев после начала курса лечебно-реабилитационных мероприятий

Table 1

Distribution by obesity degree after 6-month treatment and rehabilitation

Степень ожирения / Obesity degree	Группа I / Group I n=44		Группа II / Group II n=48		Группа IIIА / Group IIIА n=41	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Избыточная масса тела / Excessive bodyweight	5	11,4	19	39,6*	20	48,8*
1 степени / Degree 1	16	36,4	16	33,3	13	31,7
2 степени / Degree 2	19	43,2	11	22,9*	7	17,1*
3 степени / Degree 3	4	9,1	2	4,2	1	2,4*

Примечание: * – достоверные отличия по сравнению с I группой ($p < 0,05$)

n – количество испытуемых

Note: * – significant differences compared to the group I ($p < 0,05$)

n – number of subjects

Через 12 месяцев после начала лечебно-реабилитационных мероприятий в группе IIIА отмечали статистически значимое снижение ($p < 0,05$) доли пациентов с ожирением 2 степени (2 пациента, 4,9%) по сравнению с I группой, где было 18 таких больных (43,2%) (табл. 2).

В группе IIIА доля пациентов с ожирением 2 степени была статистически значимо ниже ($p < 0,05$), чем во II группе – 9 (18,8%) больных. В группе IIIБ количество пациентов с ожирением 2 степени составило 5 (38,5%) человек и было статистически значимо больше ($p < 0,05$) соответствующего показателя в группе IIIА, таким образом, 9-месячное отсутствие лечения приводило к регрессу показателей у больных этой группы. При этом доля пациентов с избыточной массой тела, то есть без ожирения, статистически значимо увеличивалась ($p < 0,05$) по сравнению с I группой и составила 28 (68,3%) больных в сравнении с 5 (11,4%)

больными. Аналогичная динамика отмечена во II группе: избыточная масса тела отмечена у 23 (52,1%) больных, что было значимо больше, чем в I группе ($p < 0,05$).

В группе IIIБ выявили лишь 2 (15,4%) больных с избыточной массой тела, что было достоверно меньше, чем во II группе и в группе IIIА ($p < 0,05$). Признаки ожирения 3 степени отмечены только у 3 (6,8%) больных I группы и у 1 (2,1%) пациента II группы. Проведенные исследования показали, что применение предложенной программы лечебно-реабилитационных мероприятий способствовало более выраженному улучшению функциональных характеристик пациентов с гонартрозом и метаболическим синдромом: у пациентов, проходивших программу в течение 12 месяцев, отмечено наиболее выраженное и устойчивое снижение массы тела и уменьшение доли пациентов с ожирением.

До начала лечения суммарный индекс Лекена составлял 13,1±0,8 в I группе; 12,3±1,2 во II группе, 12,9±2,3 в группе IIIА и 12,6±1,7 в группе IIIБ. Таким образом, группы статистически значимо не различались между собой в отношении выраженности нарушения функции коленного сустава (табл. 3). Через 1 месяц лечения в I и II группах суммарный индекс Лекена менялся лишь незначительно: 12,6±0,9 баллов и 12,1±1,6 балла, соответственно, аналогичные изменения происходили в группах IIIА и IIIБ – средний суммарный индекс Лекена в этих группах составил 12,2±2,7 баллов и 11,9±1,9 балла, соответственно.

Через 3 месяца после начала лечения суммарный индекс Лекена составлял 11,6±1,1 баллов в I группе, 11,5±1,4 баллов во II группе, 10,1±2,4 баллов в группе IIIА и 9,8±2,1 баллов в группе IIIБ. Таким образом, во

всех исследуемых группах отмечалась тенденция к снижению суммарного балла по шкале Лекена, хотя значимых различий при этом не выявлено.

Спустя полгода после начала лечения суммарный индекс Лекена составил 10,9±1,0 баллов в I группе, во II группе – 10,8±1,3 баллов, в группе IIIА – 8,3±1,8 баллов. Статистически значимое различие между исследуемыми группами отмечено через 12 месяцев лечения: суммарный индекс Лекена в группе IIIА составил 5,4±0,7 баллов и был значимо меньше ($p<0,05$), чем в I группе (9,8±1,0 баллов) и во II группе (10,3±1,4 баллов). При этом в группе IIIБ значение данного показателя не отличалось относительно значения через 3 месяца лечения и составило 9,9±2,1 баллов, что было значимо выше, чем аналогичный показатель в группе IIIА.

Таблица 2

Распределение пациентов по степени ожирения через 12 месяцев после начала лечения

Table 2

Distribution of patients by obesity degree after 12-month treatment

Степень ожирения / Obesity degree	Группа I / Group I n=44		Группа II / Group II n=48		Группа IIIА / Group IIIА n=41		Группа IIIБ / Group IIIБ n=13	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Избыточная масса тела / Excessive body weight	5	11,4	25	52,1*	28	68,3*	2	15,4\$
1 степени / Degree 1	18	43,2	13	27,1	11	26,8	6	46,2\$
2 степени / Degree 2	18	43,2	9	18,8*	2	4,9*\$	5	38,5\$
3 степени / Degree 3	3	6,8	1	2,1	0	0	0	0

Примечание: * – достоверные отличия от группы сравнения I ($p<0,05$)

\$ – достоверные отличия от группы сравнения II ($p<0,05$)

n – количество испытуемых

Note: * – significant differences from the comparison group I ($p<0,05$)

\$ – significant differences from the comparison group II ($p<0,05$)

n – number of subjects

Таблица 3

Динамика суммарного индекса Лекена, (M±m)

Table 3

The dynamics of the total index Leken, (M±m)

Срок исследования / Research period	Группа I / Group I n=44	Группа II / Group II n=48	Группа IIIА / Group IIIА n=41	Группа IIIБ / Group IIIБ n=13
До лечения / Before treatment	13,1±0,8	12,3±1,2	12,9±2,3	12,6±1,7
Через 1 месяц / After 1 month	12,6±0,9	12,1±1,6	12,2±2,7	11,9±1,9
Через 3 месяца / After 3 months	11,6±1,1	11,5±1,4	10,1±2,4	9,8±2,1
Через 6 месяцев / After 6 months	10,9±1,0	10,8±1,3	8,3±1,8	—
Через 12 месяцев / After 12 months	9,8±1,0	10,3±1,4	5,4±0,7*\$	9,9±2,1

Примечание: * – достоверные отличия от группы сравнения I ($p<0,05$)

\$ – достоверные отличия от группы сравнения II ($p<0,05$)

n – количество испытуемых

Note: * – significant differences from the comparison group I ($p<0,05$)

\$ – significant differences from the comparison group II ($p<0,05$)

n – number of subjects

Согласно полученным данным, до начала исследования суммарный показатель индекса WOMAC был сопоставим во всех группах до начала лечения (табл. 4).

Через 1 месяц терапии группы оставались сравними в отношении величины суммы баллов индекса WOMAC: 85,8±6,3 баллов в I группе, 91,0±9,6 баллов во II группе, 85,2±7,9 баллов в группе IIIA и 84,9±8,2 баллов в группе IIIB. Статистически значимое различие отмечали через 3 месяца лечения: в группах IIIA (72,1±8,1 балла) и IIIB (72,6±8,4 балла) сумма баллов индекса WOMAC была статистически значимо ниже ($p<0,05$), чем во II

группе (86,4±9,4 балла), тогда как в I группе показатель составил 78,3±6,6 баллов.

Через 6 месяцев лечения сумма баллов по WOMAC была 71,7±5,9 в I группе, 80,6±8,9 во II группе и 60,4±7,7 в IIIA группе, что было статистически значимо меньше, чем в I и II группах ($p<0,05$). По завершении курса лечения, через 12 месяцев после его начала, сумма баллов по индексу WOMAC в группе IIIA составила 53,7±7,9 балла и была статистически значимо меньше ($p<0,05$), чем в I группе (65,6±6,1), II группе (76,2±8,7) и группе IIIB (74,3±8,5).

Таблица 4

Динамика суммы баллов функционального индекса WOMAC, (M±m)

Table 4

Dynamics of the sum of points of the WOMAC functional index, (M±m)

Срок исследования / Research period	Группа I / Group I n=44	Группа II / Group II n=48	Группа IIIA / Group IIIA n=41	Группа IIIB / Group IIIB n=13
До лечения / Before treatment	89,3±5,7	93,6±9,0	90,9±7,6	88,4±8,4
Через 1 месяц / After 1 month	85,8±6,3	91,0±9,6	85,2±7,9	84,9±8,2
Через 3 месяца / After 3 months	78,3±6,6	86,4±9,4	72,1±8,1\$	72,6±8,4\$
Через 6 месяцев / After 6 months	71,7±5,9	80,6±8,9	60,4±7,7*\$	—
Через 12 месяцев / After 12 months	65,6±6,1	76,2±8,7	53,7±7,9*\$	74,3±8,5

Примечание: * – достоверные отличия от группы сравнения I ($p<0,05$)

\$ – достоверные отличия от группы сравнения II ($p<0,05$)

n – количество испытуемых

Note: * – significant differences from the comparison group I ($p<0,05$)

\$ – significant differences from the comparison group II ($p<0,05$)

n – number of subjects

4. Обсуждение результатов

В целом результаты исследования свидетельствовали о том, что применение предложенной программы способствовало значимому снижению выраженности болевого синдрома и функциональных нарушений, связанных с течением основного заболевания у пациентов с гонартрозом и метаболическим синдромом, при этом наиболее выраженной была клиническая эффективность программы при ее использовании в течение 12 месяцев.

Наши данные согласуются с представлениями о том, что упорядоченная и целенаправленная физическая активность позволяет снизить выраженность болевого синдрома и способствует улучшению функционального состояния больных [8-10]. Показано, что снижение массы тела более чем на 5% в течение 5 месяцев положительно сказывается на течении заболевания [8]. Сочетание ограничения суточного потребления калорий с физическими упражнениями считается одной из наиболее эффективных стратегий по снижению массы тела и облегчению симптомов ОА [9].

Положение о том, что физические упражнения значительно снижают выраженность болевого синдрома

и повышают качество жизни больных гонартрозом, зафиксировано в рекомендациях Американской ортопедической академии ортопедов (2013 г.) и в рекомендациях АКР (2012 г.), в которых указывается на эффективность укрепления мышц и низкоинтенсивных аэробных нагрузок у данной категории больных [11].

В целом общепризнано, что физическая активность и выполнение специальных упражнений сопровождаются функциональным улучшением состояния больных ОА [12-14]. Показано, что даже умеренное увеличение физической активности при переходе от малоподвижного образа жизни к малоинтенсивной активности способствует частичному разрешению болевого синдрома у данной категории пациентов [15, 16].

Четырехлетнее исследование в США с участием 1410 пациентов с ОА (возраст 45-79 лет) также показало, что снижение массы тела уменьшает выраженность болевых ощущений и улучшает функциональные показатели больных, оцененные по WOMAC [17]. Аналогичные данные представили авторы из Австралии, результаты работы которых свидетельствовали о том, что снижение массы тела больных ОА на 5% в течение 2 лет сопровождается уменьшением клинических проявлений

заболевания. Вопросы WOMAC авторы анализировали с использованием 100-мм визуальных аналоговых шкал (ВАШ/VAS). Каждый вопрос оценивался по 100-мм шкале ВАШ/VAS и суммировался, чтобы получить общую оценку 500 мм для боли, 200 мм для скованности и 1700 мм для функции. Увеличение балла соответствует ухудшению боли, ригидности и функциональных затруднений. В приведенном исследовании выраженность боли по WOMAC снизилась на 22,4 мм, оценка по шкале функциональной недостаточности снизилась на 73,2 мм, скованности – на 15,3 мм [18].

В другом исследовании продемонстрированы эффекты физических упражнений и диеты в отношении клинических проявлений у лиц с ОА коленного сустава и избыточной массой тела. 316 пациентов с избыточной массой тела и ожирением в возрасте >60 лет с уровнем ИМТ >28 кг/м² с рентгенологическими признаками гонартроза и выраженным болевым синдромом были распределены на 4 группы. В 1-ю (контрольную) группу включили пациентов, ведущих здоровый образ жизни, с которыми проводили просветительную работу по соблюдению диеты и выполнению физических упражнений; во 2-й группе пациентов, соблюдающих диету, проводили консультации диетологов; 3-я группа больных выполняла только физические упражнения, в 4-й группе пациенты соблюдали диету и выполняли упражнения. По результатам наблюдения в течение 1,5 лет в группе лиц, соблюдавших диету и выполнявших физические упражнения, отмечено снижение массы тела на 5,7%, тогда как у пациентов, соблюдавших только диету, масса тела уменьшилась на 4,9%. В контрольной группе снижение массы тела составило 1,2%. Таким образом, соблюдение диеты и выполнение физических упражнений

позволило снизить массу тела на 5%. При этом у пациентов данной группы были получены лучшие результаты по сравнению с больными, находившимися на диете: уменьшение показателя WOMAC составило 24 и 18% соответственно. В группе контроля и группе лиц, выполнявших только физические упражнения, снижение параметра WOMAC было незначимым относительно исходного уровня [19].

5. Выводы

1. Использование разработанного нами комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий привело к значимому снижению выраженности нарушений функции коленного сустава по сравнению с применением стандартных методов снижению массы тела и ИМТ пациентов с гонартрозом и метаболическим синдромом, снижению интенсивности болевого синдрома в дневной и ночной период, уменьшению частоты признаков поражения суставов.

2. Применение предложенной программы лечебно-реабилитационных мероприятий привело к выраженному снижению функциональных изменений в коленном суставе, в частности, нарушений сгибания и разгибания, у пациентов с гонартрозом и метаболическим синдромом. Наиболее высокой была эффективность программы, продолжавшейся в течение 12 месяцев и приведшей к достоверному снижению болевого синдрома и улучшению показателей по шкале Лекена на 41,8%, WOMAC на 59%.

3. На фоне разработанного комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий у женщин с гонартрозом наблюдали снижение массы тела на 28%, что способствовало снижению выраженности нарушений функции коленного сустава.

Список литературы

1. Лапшина С.А., Мухина Р.Г., Мясоутова Л.И. Остеоартроз: современные проблемы терапии // Русский медицинский журнал. 2016. №2. С.95-101.
2. Шостак Н.А., Правдюк Н.Г. Остеоартроз: детерминанты боли, подходы к лечению // Русский медицинский журнал. 2016. №22. С.1476-1480.
3. NICE. Osteoarthritis care and management in adults // NICE clinical guideline. 2014, 177p.
4. Вакуленко О.Ю., Жилиев Е.В. Остеоартроз: современные подходы к лечению // Русский медицинский журнал. 2016. №22. С.1494-1498.
5. Jiang L, Tian W, Wang Y, Rong J, Bao C et al. Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis // *Joint Bone Spine*. 2012. №3.
6. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F et al. Underwood M. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis // *Osteoarthritis and Cartilage*. 2014. №22. P.363-388.
7. Глушаков А.Н. Способ снижения избыточной массы тела у взрослых и детей с заболеваниями крупных суставов

References

1. Lapshina SA, Mukhina RG, Myasoutova LI. Osteoarthritis: sovremennyye problem terapii. *Russian Medical Journal*. 2016;2:95-101. (In Russ.)
2. Shostak NA, Pravdyuk NG. Osteoarthritis: determinant boli, podkhody k lecheniyu. *Russian Medical Journal*. 2016;22:1476-1480. (In Russ.)
3. NICE. Osteoarthritis care and management in adults. NICE clinical guideline. 2014. 177 p.
4. Vakulenko OYu, Zhilyaev EV. Osteoarthritis: sovremennyye podkhody k lecheniyu. *Russian Medical Journal*. 2016;22:1494-1498. (In Russ.)
5. Jiang L, Tian W, Wang Y, Rong J, Bao C et al. Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine*. 2012;79(3):291-297.
6. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F et al. Underwood M. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2014;22:363-388.
7. Glushakov AN. Sposob snizheniya izbytochnoy massy tela u vzoslykhh i detey s zabolevaniyami krupnykh sustavov i/ili

и/или позвоночника (4 варианта). Патент РФ на изобретение № 2613412 от 16.03.2017.

8. **Juhl C, Christensen R, Roos EM.** Impact of exercise type and dose on pain and disability in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-regression analysis of randomized controlled trials // *Arthritis Rheumatol.* 2014. №66. P.622-636.

9. **Messier SP, Mihalko SL, Legault C, Miller GD, Nicklas BJ et al.** Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis: the IDEA randomized clinical trial // *JAMA.* 2013. V.310, №12. P.1263-1273.

10. **Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M et al.** Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review // *Br. J. SportsMed.* 2015. №49. P.1554-1557.

11. **Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G et al.** American College of Rheumatology. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee // *Arthritis care & research.* 2012. №64. P.65-474.

12. **Batsis JA, Germain CM, Vásquez E, Zbehlik AJ, Bartels SJ.** Physical activity predicts higher physical function in older adults: the osteoarthritis initiative // *J. Phys. Act. Health.* 2016. №13. P.6-16.

13. **Chmelo E, Nicklas B, Davis C, Miller GD, Legault C et al.** Physical activity and physical function in older adults with knee osteoarthritis // *J. Phys Act Health.* 2013. №10. P.777-783.

14. **Lin W, Alizai H, Joseph GB, Srikkhum W, Nevitt MC et al.** Physical activity in relation to knee cartilage T2 progression measured with 3 T MRI over a period of 4 years: data from the Osteoarthritis Initiative // *Osteoarthritis Cartilage.* 2013. №21. P.1558-1566.

15. **Loprinzi PD, Sheffield J, Tyo BM, Fittipaldi-Wert J.** Accelerometer-determined physical activity, mobility disability, and health // *Disabil. Health J.* 2014. №7. P.419-425.

16. **Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, Abramson S, Altman RD et al.** OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009 // *Osteoarthritis Cartilage.* 2010. Vol.18, №4. P.476-499.

17. **Colbert CJ, Almagor O, Chmiel JS, Song J, Dunlop D et al.** Excess body weight and four-year function outcomes: comparison of African Americans and whites in a prospective study of osteoarthritis // *Arthritis care & research.* 2013. Vol.65, №1. P.5-14.

18. **Tanamas SK, Wluka AE.** Association of weight gain with incident knee pain, stiffness, and functional difficulties: A longitudinal study // *Arthritis care & research.* 2013. Vol.65, №1. P.34-43.

19. **Messier SP, Mihalko SL, Legault C, Miller GD, Nicklas BJ et al.** Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis: the IDEA randomized clinical trial // *JAMA.* 2013. №310. P.1263-1273.

Информация об авторах:

Шкрёбок Александр Николаевич, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, проф., д.м.н. ORCID ID 0000-0002-0234-0768

Глушаков Александр Николаевич, аспирант кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России (+7(915)914-24-05, sparta.kostroma@yandex.ru). ORCID ID 0000-0002-0841-4297

pozvonochnika (4 варианта). Patent RUS 2613412.2017 March 16. (In Russ.)

8. **Juhl C, Christensen R, Roos EM.** Impact of exercise type and dose on pain and disability in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-regression analysis of randomized controlled trials. *Arthritis Rheumatol.* 2014;66:622-636.

9. **Messier SP, Mihalko SL, Legault C, Miller GD, Nicklas BJ et al.** Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis: the IDEA randomized clinical trial. *JAMA.* 2013; 310(12):1263-1273.

10. **Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M et al.** Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. *Br. J. SportsMed.* 2015;49:1554-1557.

11. **Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G et al.** American College of Rheumatology. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis care & research.* 2012;64:465-474.

12. **Batsis JA, Germain CM, Vásquez E, Zbehlik AJ, Bartels SJ.** Physical activity predicts higher physical function in older adults: the osteoarthritis initiative. *J. Phys. Act. Health.* 2016;(13):6-16.

13. **Chmelo E, Nicklas B, Davis C, Miller GD, Legault C et al.** Physical activity and physical function in older adults with knee osteoarthritis. *J. Phys Act Health.* 2013 Aug;10(6):777-83.

14. **Lin W, Alizai H, Joseph GB, Srikkhum W, Nevitt MC et al.** Physical activity in relation to knee cartilage T2 progression measured with 3 T MRI over a period of 4 years: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21:1558-1566.

15. **Loprinzi PD, Sheffield J, Tyo BM, Fittipaldi-Wert J.** Accelerometer-determined physical activity, mobility disability, and health. *Disabil. Health J.* 2014;7:419-425.

16. **Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, Abramson S, Altman RD et al.** OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(4):476-499.

17. **Colbert CJ, Almagor O, Chmiel JS, Song J, Dunlop D et al.** Excess body weight and four-year function outcomes: comparison of African Americans and whites in a prospective study of osteoarthritis. *Arthritis care & research.* 2013;65(1):5-14.

18. **Tanamas SK, Wluka AE.** Association of weight gain with incident knee pain, stiffness, and functional difficulties: A longitudinal study. *Arthritis care & research.* 2013;65(1):34-43.

19. **Messier SP, Mihalko SL, Legault C, Miller GD, Nicklas BJ et al.** Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis: the IDEA randomized clinical trial. *JAMA.* 2013;310:1263-1273.

Information about the authors:

Alexander N. Shkrebko, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine of the Yaroslavl State Medical University. ORCID ID 0000-0002-0234-0768

Alexander N. Glushakov, M.D., Postgraduate Student of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine of the Yaroslavl State Medical University (+7(915)914-24-05, sparta.kostroma@yandex.ru). ORCID ID 0000-0002-0841-4297

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 10.02.2020

Принята к публикации: 14.03.2020

Received: 10 February 2020

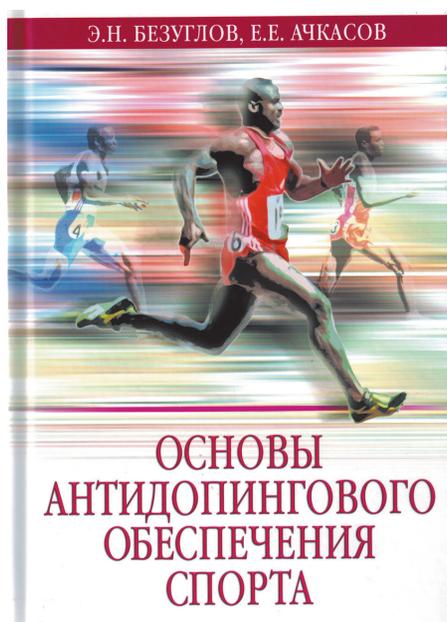
Accepted: 14 March 2020

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

Учебное пособие

Основы антидопингового обеспечения спорта

Под редакцией Безуглова Э.Н., Ачкасова Е.Е.



В учебном пособии изложены история борьбы с допингом, структура антидопингового обеспечения и его нормативно-правовое регулирование. Понятие допинга рассмотрено с точки зрения нарушения антидопинговых правил. Представлены сведения о распространенности допинга в различных видах спорта, запрещенных в спорте субстанциях и методах и получении разрешения на их терапевтическое использование, роли биологически активных добавок в структуре нарушений антидопинговых правил, вреде допинга здоровью человека, процедуре допинг-контроля и его особенностях у лиц с инвалидностью и несовершеннолетних, способах фальсификации допинг-проб и методах борьбы с ними, санкциях за нарушение антидопинговых правил, биологическом паспорте спортсмена и системе АДАМС. Приведены адреса сайтов, содержащих информацию по проблеме борьбы с допингом. Усвоению материала способствуют вопросы для самоконтроля и тестовые задания.

Учебное пособие предназначено для студентов медицинских образовательных учреждений высшего образования, может быть полезно клиническим ординаторам, обучающимся по специальности «Лечебная физкультура и спортивная медицина», спортивным врачам и врачам смежных специальностей, студентам физкультурных вузов, тренерам и иным специалистам в области физической культуры и спорта.

Книги можно заказать на сайте издательства «Спорт»: <http://www.olimppress.ru>

Исследование индивидуальных особенностей дыхательной системы спортсменов-лыжников в зависимости от физического состояния

Г.Г. Ерофеев

*ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна,
Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: определение индивидуальных особенностей дыхательной системы спортсменов-лыжников в зависимости от их физического состояния. **Материалы и методы:** в исследовании приняли участие 20 профессиональных спортсменов (средний возраст $23,2 \pm 0,9$ года) лыжных видов спорта (10 мужчин и 10 женщин), которые выполняли тестирование на длительной физической нагрузке аэробного характера (беговая дорожка и велоэргометр) и на короткой физической нагрузке анаэробного характера (Вингейт-тест на велоэргометре). Обработка и анализ данных проводились общепринятыми статистическими методами с учетом пола и возраста студентов. До и после физической нагрузки у каждого обследуемого определяли индивидуальные частотные характеристики дыхательной системы и параметры жизненной емкости легких и форсированной жизненной емкости легких, по которым оценивали влияние физической нагрузки на объемные и на частотные характеристики дыхательной системы. Рассчитывали средние арифметические значения показателей в референтных группах и их стандартные отклонения. **Результаты:** анализ частотных характеристик дыхательной системы обследуемых после выполнения физической нагрузки выявил наличие достоверного изменения резонанса среди мужчин только на фазе выдоха после велоэргометрического теста «до отказа», а среди женщин – только на фазе вдоха после тестирования на беговой дорожке, при всех остальных измерениях частотных характеристик изменения были незначительными, либо недостоверными. Максимальное изменение жизненной емкости легких и форсированной жизненной емкости легких выявлено среди мужчин после выполнения нагрузочного тестирования на беговой дорожке. Минимальное изменение показателей жизненной емкости легких и форсированной жизненной емкости легких выявлено также в группе спортсменов мужчин после выполнения ими тестирования на велоэргометре (тест «до отказа»). Достоверное изменение резонансных частот зарегистрировано в группе мужчин только на фазе выдоха после нагрузки на велоэргометре (тест «до отказа»), среди женщин – только на фазе вдоха после теста на беговой дорожке. **Выводы:** выполнение как длительной физической нагрузки аэробного характера, так и короткой физической нагрузки анаэробного характера не приводит к достоверным изменениям частотных характеристик дыхательной системы спортсменов, что позволяет сделать вывод о больших потенциальных возможностях биоакустической стимуляции дыхательной системы в задачах спортивной медицины, поскольку она проводится в любой период соревновательно-тренировочного процесса в удобное для спортсмена время.

Ключевые слова: дыхательная система, биоакустическая стимуляция, резервы дыхания, жизненная емкость легких

Для цитирования: Ерофеев Г.Г. Исследование индивидуальных особенностей дыхательной системы спортсменов-лыжников в зависимости от физического состояния // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.30-36. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.30

Skiers individual respiratory system characteristics depending on the physical condition

Gennadiy G. Erofeev

*State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center,
Moscow, Russia*

ABSTRACT

Objective: to identify skiers individual respiratory system characteristics depending on their physical condition. **Materials and methods:** the study involved 20 professional skiers (10 men and 10 women, aged 23.2 ± 0.9) who performed a long-term aerobic test (treadmill and bicycle ergometer) and a short-term anaerobic physical test (Wingate test on a bicycle ergometer). The gender and age specific data was processed and analyzed with generally accepted statistical methods. Before and after exercise, each subject underwent the individual respiratory system frequency characteristics and lung vital and forced vital capacity measurement to evaluate the physical activity effect on the respiratory system volume and frequency characteristics. The mean values in the reference groups and their standard deviations were calculated. **Results:** an analysis of the respiratory system frequency characteristics after physical exercise revealed a significant change in resonance in men only in the exhalation phase after the “to failure” bicycle ergometric test, and in women only in the inhalation phase after treadmill test, all other frequency characteristics changes were insignificant. The maximum change in lung vital and forced vital capacity was found in men after treadmill stress test. The minimum change in lung vital and forced vital capacity was found in

the male athletes after the “to failure” bicycle ergometer test. A significant change in the resonant frequencies was found in the group of men only at the exhalation phase after “to failure” bicycle ergometer test, in women – only at the inhalation phase after the treadmill test. **Conclusions:** thus, the study revealed that both prolonged aerobic exercise and short anaerobic exercise do not result in significant changes in the athletes’ respiratory system frequency characteristics suggesting the great potential of respiratory system bio-acoustic stimulation in sports medicine, since it can be performed at any period of the competitive training process at the time convenient for an athlete.

Key words: respiratory system, bioacoustic stimulation, respiratory reserves, lung capacity

For citation: Erofeev GG. Skiers Individual Respiratory System Characteristics Depending on the Physical Condition. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):30-36 (In Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.30

1. Введение

Приоритетным направлением повышения функциональных резервов организма спортсменов в настоящее время является применение нелекарственных технологий [1-3]. К числу таких технологий относятся инновационные технологии, основанные на биоакустической стимуляции дыхательной системы [4].

Способ биоакустической стимуляции дыхательной системы базируется на взаимодействии высокоинтенсивной звуковой волны с респираторным трактом человека на резонансных (индивидуально подобранных) частотах [5, 6]. В результате биоакустической стимуляции дыхательной системы возникает эффект открытия резервных альвеол и увеличения площади поперечного сечения альвеолярных ходов и дыхательных бронхиол, что обуславливает увеличение жизненной емкости легких.

При воздействии высокоинтенсивными звуками низкой частоты на резонансных частотах давление в падающей волне полностью переносится по воздушным каналам на всю глубину воздушной полости и приводит к раскрытию альвеол: этого невозможно достичь за счет подачи воздуха даже под высоким давлением, так как напор воздуха испытывает сопротивление по всем воздушным каналам [4-6]. Чем меньше диаметр каналов – тем больше сопротивление потоку воздуха, поэтому стимулирующий воздушный поток до альвеол не доходит, а звуковая волна такого сопротивления на резонансных частотах не испытывает, поэтому давление звуковой волны проходит до альвеол (и способствует их раскрытию).

Реакции дыхательной системы на акустическое воздействие изменяются в зависимости от его частоты и интенсивности и, кроме того, зависят от индивидуальных физиологических и антропометрических характеристик человека. К респираторным реакциям можно отнести вибрацию грудной клетки и диафрагмы с основной частотой воздействия, изменение глубины и ритма дыхания, прекращение экскурсии грудной клетки без нарушения газообмена в легких [4-7].

Для контроля и персонификации стимулирующего акустического воздействия необходимы измерения акустического импеданса дыхательной системы, теоретической основой которых являются модельные представления о резонансном звукопоглотителе (резонатор Гельмгольца) [5, 6]. Теоретические основы реализации

таких измерений в медико-биологической практике разработаны в последние несколько лет, что открывает новые возможности применения биоакустической стимуляции дыхательной системы в задачах восстановительной и спортивной медицины [2, 5].

Для эффективного проведения биоакустической стимуляции необходима ее персонализация – индивидуальный подбор параметров и характеристик биоакустической стимуляции для каждого человека. Это, в свою очередь, обуславливает актуальность определения индивидуальных объемных и частотных характеристик (резонанса) дыхательной системы спортсменов, представляющих различные виды спорта [7-10].

Цель исследования: определить индивидуальные особенности дыхательной системы спортсменов-лыжников в зависимости от их физического состояния.

2. Материалы и методы

В исследовании приняли участие 20 профессиональных спортсменов лыжных видов спорта (10 мужчин и 10 женщин) (средний возраст $23,2 \pm 0,9$ года, стаж занятия спортом от 12 до 17 лет, уровень спортивного мастерства: кандидаты в мастера спорта – 8, мастера спорта – 7, заслуженные мастера спорта – 3, мастера спорта международного класса – 2), которые выполняли тестирование на различных видах нагрузки: тестирование на беговой дорожке «до отказа» прошли 12 человек (7 мужчин, 5 женщин); тест «отказа» на велоэргометре выполнили 15 человек (7 мужчин, 8 женщин); короткий анаэробный 30-секундный Вингейт-тест на велоэргометре выполнили 10 человек (4 мужчины, 6 женщин).

До и после физической нагрузки у каждого обследуемого определяли индивидуальные частотные характеристики дыхательной системы и параметры жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) [11-15]. По этим данным определяли влияние физической нагрузки на параметры ЖЕЛ и ФЖЕЛ, а также на показатели частотных характеристик дыхательной системы [16].

Определение ЖЕЛ и ФЖЕЛ проводили с использованием электронного медицинского спирометра «MicroLoop». Определение насыщения крови кислородом (SpO_2) и частоты сердечных сокращений осуществлялось пульсоксиметром медицинским «Armed YX300». Частотные характеристики дыхательной системы опре-

деляли с помощью аппаратно-программного комплекса биоакустической стимуляции дыхательной системы высокоинтенсивными звуками низкой частоты, включающего блок акустического интерферометра, систему управления интерферометром, систему регистрации параметров звукового поля и программный комплекс для измерения акустического импеданса дыхательной системы [17-19]. Для исследования физической работо-

способности применяли беговую дорожку «T-Ergo PRO» и велоэргометр «V-Ergo PRO» [20-27].

3. Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены показатели частотных характеристик дыхательной системы спортсменов-лыжников до и после выполнения ими различной физической нагрузки.

Таблица 1

Показатели резонанса дыхательной системы до и после различных физических нагрузок

Table 1

Resonance indicators before and after various physical activities

Вид нагрузки / Strain type		Treadmill	Bruce	Wingate
Мужчины / Men				
Резонанс вдоха, Гц / Inhale resonance, Hz	До нагрузки / Before Strain	15,0±1,83	17,6±3,77	20,0±2,04
	После нагрузки / After Strain	20,8±3,00	21,4±3,89	21,3±5,15
Резонанс выдоха, Гц / Exhalation resonance, Hz	До нагрузки / Before Strain	20,8±2,00	17,1±4,06	22,5±2,50
	После нагрузки / After Strain	21,7±2,47	22,5±3,73*	23,8±4,27
Резонанс свободного дыхания, Гц / Free breathing resonance, Hz	До нагрузки / Before Strain	16,7±1,67	18,6±2,61	18,3±1,54
	После нагрузки / After Strain	15,5±2,29	20,0±2,04	16,3±2,39
Женщины / Woman				
Резонанс вдоха, Гц / Inhale resonance, Hz	До нагрузки / Before Strain	22,0±2,55	21,0±3,40	16,0±1,00
	После нагрузки / After Strain	15,6±2,80*	18,0±2,55	20,0±0,01
Резонанс выдоха, Гц / Exhalation resonance, Hz	До нагрузки / Before Strain	19,0±2,45	21,4±3,40	17,1±1,49
	После нагрузки / After Strain	18,0±2,84	22,6±1,99	17,9±2,40
Резонанс свободного дыхания, Гц / Free breathing resonance, Hz	До нагрузки / Before Strain	21,0±1,87	21,0±1,87	16,0±1,01
	После нагрузки / After Strain	21,0±1,88	18,0±2,55	20,0±0,01

Примечание: «Treadmill» – нагрузочный тест на беговой дорожке «до отказа»; «Bruce» – нагрузочный тест на велоэргометре «до отказа»; «Wingate» – анаэробный 30-секундный тест на велоэргометре; * – достоверность различий средних значений при p<0,05.

Note: «Treadmill» – test on the treadmill «to failure»; «Bruce» – test on cycling ergometer «till failure»; «Wingate» – anaerobic 30-second test on a cycling ergometer; * – reliability of differences of average values at p<0.05.

Анализ частотных характеристик дыхательной системы спортсменов после выполнения физической нагрузки выявил наличие достоверного изменения резонанса среди мужчин только на фазе выдоха после велоэргометрического теста «до отказа», а среди женщин – только на фазе вдоха после тестирования на беговой дорожке. При всех остальных измерениях частотных характеристик изменения были незначитель-

ными, либо недостоверными. Наименьшие изменения резонанса зарегистрированы после выполнения Вингейт-теста как у мужчин, так и у женщин. Наибольшие изменения частотных характеристик, не достигавшие уровня достоверности, регистрировались после длительной физической нагрузки – беговая дорожка и велоэргометр (тест «до отказа»). Это, по нашему мнению, связано с большой продолжительностью этих тестов

и большим временем восстановления по сравнению с Вингейт-тестом.

В целом же можно сделать вывод, что однократное выполнение физической нагрузки не приводит к существенным изменениям частотных характеристик дыхательной системы спортсменов и не зависит от характера выполненной нагрузки.

В таблице 2-4 представлены индивидуальные и среднегрупповые значения ЖЕЛ и ФЖЕЛ спортсменов.

Как показывают данные представленные в таблице 2, после выполнения физической нагрузки на беговой дорожке показатели ЖЕЛ и ФЖЕЛ среди мужчин незначительно увеличились, в среднем по группе на 3,3% и 3,1% соответственно. При этом увеличение ЖЕЛ после тестирования на беговой дорожке регистрировалось у всех спортсменов. В группе женщин наблюдалась обратная динамика: после выполнения физической нагрузки показатели как ЖЕЛ, так и ФЖЕЛ уменьшились на 1,9%.

После выполнения нагрузочного тестирования на велоэргометре среди мужчин уменьшение ЖЕЛ на-

блюдала у четырех спортсменов, у троих ЖЕЛ после нагрузки увеличилась (табл. 3). ФЖЕЛ также уменьшилась после нагрузки у четырех спортсменов. Среднегрупповые показатели ЖЕЛ и ФЖЕЛ среди мужчин после выполнения физической нагрузки «до отказа» на велоэргометре существенно не изменились.

Существенно не изменились показатели ЖЕЛ и ФЖЕЛ среди женщин. После тестирования на велоэргометре незначительное увеличение ЖЕЛ и ФЖЕЛ отмечено у шести спортсменок и восьми. Увеличение средних показателей ЖЕЛ по группе после нагрузки составило 1%, ФЖЕЛ – не превысило 2%.

Анализ показатели ЖЕЛ и ФЖЕЛ, зарегистрированных у спортсменов, которые выполняли тестирование по программе 30-секундного анаэробного Вингейт-теста показал, что среди мужчин увеличение ЖЕЛ и ФЖЕЛ составило 1,2% и 1,0% соответственно.

Среди женщин после нагрузки показатели ЖЕЛ остались без изменений, ФЖЕЛ уменьшилась на 1,1% (табл. 4).

Таблица 2

Индивидуальные данные ЖЕЛ и ФЖЕЛ до и после физической нагрузки (тест на беговой дорожке «до отказа»)

Table 2

Individual VLC and FVLC data before and after physical activity (treadmill test «to failure»)

№ п/п	Спортсмен / Athlete До нагрузки / Before Strain	Жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л / Lung vital capacity, l		Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), л / Forced lung vital capacity, l	
		После нагрузки / After Strain	До нагрузки / Before Strain	После нагрузки / After Strain	После нагрузки / After Strain
Мужчины / Men					
1	М-2	4,22	4,43	5,76	5,65
2	М-3	5,47	5,53	5,72	5,57
3	М-5	5,05	5,62	5,75	5,84
4	М-6	5,69	5,72	5,64	6,81
5	М-7	5,27	5,31	6,29	6,36
6	М-9	5,21	5,49	5,52	5,52
7	М-10	6,30	6,35	6,27	6,45
М		5,32	5,49	5,85	6,03
σ		0,2591	0,2337	0,1245	0,2072
Изменения, % / Changes, %			3,3		3,1
Женщины / Woman					
1	Ж-1	4,50	4,29	4,51	4,41
2	Ж-5	3,39	3,08	3,28	2,99
3	Ж-7	3,16	3,23	3,08	3,27
4	Ж-8	3,27	3,37	3,33	3,42
5	Ж-9	4,04	4,04	4,06	3,83
М		3,67	3,60	3,65	3,58
σ		0,2573	0,2377	0,2713	0,2471
Изменения, % / Changes, %			-1,9		-1,9

Примечание: М – среднее значение, σ – стандартное отклонение.

Note: M – mean value, σ – standard deviation.

Таблица 3

Индивидуальные данные ЖЕЛ и ФЖЕЛ до и после физической нагрузки (тест на велоэргометре «до отказа»)

Table 3

Individual LC and FLC data before and after physical activity (test on a bicycle ergometer «to failure»)

№ п/п	Спортсмен / Athlete До нагрузки / Before Strain	Жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л / Lung vital capacity, l		Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), л / Forced lung vital capacity, l	
		После нагрузки / After Strain	До нагрузки / Before Strain	После нагрузки / After Strain	После нагрузки / After Strain
Мужчины Men					
1	М-1	6,80	6,93	7,03	6,98
2	М-2	5,55	5,49	5,78	5,54
3	М-3	5,11	5,78	5,81	5,88
4	М-4	4,26	4,21	4,50	4,61
5	М-6	6,07	5,72	6,71	6,67
6	М-7	5,92	6,06	6,31	6,22
7	М-10	4,86	4,27	6,31	6,40
М		5,51	5,49	6,06	6,04
σ		0,3197	0,3672	0,3110	0,2993
Изменения, % / Changes, %			-0,3		-0,4
Женщины / Woman					
1	Ж-1	4,23	4,28	4,38	4,43
2	Ж-2	3,91	4,09	4,00	4,17
3	Ж-3	2,99	3,05	3,06	3,14
4	Ж-4	3,56	3,67	3,53	3,83
5	Ж-5	3,20	3,07	3,00	3,21
6	Ж-6	3,42	3,51	3,47	3,49
7	Ж-9	4,37	4,26	4,28	4,06
8	Ж-10	3,48	3,56	3,58	3,49
М		3,65	3,69	3,66	3,73
σ		0,1717	0,1730	0,1829	0,1656
Изменения, % / Changes, %			1,1		1,8

Примечание: М – среднее значение, σ – стандартное отклонение.

Note: M – mean value, σ – standard deviation.

Таблица 4

Индивидуальные данные ЖЕЛ и ФЖЕЛ до и после физической нагрузки (Вингейт-тест на велоэргометре)

Table 4

Individual VLC and FVLC data before and after physical activity (Wingate test on a bicycle ergometer)

№ п/п	Спортсмен / Athlete	Жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л / Lung vital capacity, l		Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), л / Forced lung vital capacity, l	
		До нагрузки / Before Strain	После нагрузки / After Strain	До нагрузки / Before Strain	После нагрузки / After Strain
Мужчины / Men					
1	М-1	6,69	6,95	6,95	7,08
2	М-4	4,53	4,47	4,55	4,61
3	М-5	5,64	5,90	6,08	5,92
4	М-8	5,83	5,65	5,52	5,72
М		5,67	5,74	5,78	5,83
σ		0,44	0,51	0,50	0,51
Изменения, % / Changes, %			1,2		1,0
Женщины / Woman					
1	Ж-2	3,98	4,12	4,08	4,17
2	Ж-3	3,19	3,21	3,26	3,14
3	Ж-4	3,92	3,75	3,79	3,69
4	Ж-6	3,58	3,32	3,52	3,50
5	Ж-7	3,18	3,39	3,54	3,36
6	Ж-8	3,32	3,40	3,30	3,39
М		3,53	3,53	3,58	3,54
σ		0,15	0,14	0,13	0,15
Изменения, % / Changes, %			0,1		-1,1

Примечание: М – среднее значение, σ – стандартное отклонение.

Note: M – mean value, σ – standard deviation.

Таким образом, выполнение как длительной физической нагрузки аэробного характера (беговая дорожка и велоэргометр), так и короткой физической нагрузки анаэробного характера (Вингейт-тест) не приводит к достоверному увеличению или уменьшению показателей ЖЕЛ, ФЖЕЛ и частотных характеристик дыхательной системы спортсменов. На это указывает то, что максимальное увеличение ЖЕЛ и ФЖЕЛ выявлено среди мужчин после выполнения нагрузочного тестирования на беговой дорожке, которое, однако, не превышало 4% и не достигало уровня достоверности. Минимальное изменение показателей ЖЕЛ и ФЖЕЛ выявлено также в группе спортсменов мужчин после выполнения ими тестирования на велоэргометре (тест «до отказа»). Достоверное изменение резонансных частот зарегистриро-

вано среди мужчин только на фазе выдоха после нагрузки на велоэргометре (тест «до отказа»), среди женщин – только на фазе вдоха после теста на беговой дорожке.

4. Выводы

Результаты исследования, свидетельствующие о том, что выполнение как длительной физической нагрузки аэробного характера, так и короткой физической нагрузки анаэробного характера не приводит к достоверным изменениям частотных характеристик дыхательной системы спортсменов, позволяют сделать вывод о больших потенциальных возможностях биоакустической стимуляции дыхательной системы в задачах спортивной медицины, поскольку она проводится в любой период соревновательно-тренировочного процесса в удобное для спортсмена время.

Список литературы

1. **Smith D.** Athlete's Breath // *Actual Problems of Pulmonology*. 2018. Vol.7, №5. P.128-133.
2. **Clinton A, Jefferson M.** Athlete's respiratory monitoring equipment and some results of its application // *Biomedical Engineering and Applications*. 2020. Vol.1, №1. P.12-18.
3. **Patterson M.** Changes in the immune status in the training cycle of youth skiers // *Biomedical problems of sports*. 2019. Vol.9, №10. P.67-73.
4. **Драган С.П., Богомолов А.В., Разинкин С.М., Корчажкина Н.Б., Ерофеев Г.Г. и др.** Способ повышения функциональных резервов организма. Патент РФ на изобретение RUS № 2587970, 27.01.2015.
5. **Богомолов А.В., Драган С.П.** Математическое обоснование акустического метода измерения импеданса дыхательного тракта // Доклады Академии наук. 2015. Т.464, №5. С.623.
6. **Драган С.П., Богомолов А.В.** Метод акустической импедансометрии дыхательного тракта // *Медицинская техника*. 2015. №5. С.19-21.
7. **Chuan F, Kreilin S.** Sports pulmonology and sports medicine // *Pulmonology and physiotherapy*. 2019. Vol.2, №3. P.76-83.
8. **Moses A, Franklin V.** Problems of physical training of athletes-skiers // *Cyclic sports*. 2020. Vol.2, №4. P.54-67.
9. **Мануйлов И.В.** Сезонные реакции статических легочных объемов и емкостей у спортсменов-лыжников на европейском севере // *Бюллетень Северного государственного медицинского университета*. 2013. №2(31). С.48-49.
10. **Гридин Л.А., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А.** Методологические основы исследования физической работоспособности человека // *Актуальные проблемы физической подготовки силовых структур*. 2011. №1. С.10-19.
11. **Богомолов А.В., Драган С.П., Ерофеев Г.Г.** Математическая модель поглощения звука лёгкими при акустической стимуляции дыхательной системы // Доклады Академии наук. 2019. Т.487. №1. С.97-101.
12. **Алехин М.Д., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А.** Методики анализа паттернов дыхания при бесконтактном мониторинге психофизиологических состояний операторов эргатических систем // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2019. Т.53, №2. С.99-101.
13. **Chen P.** Current Trends in the Physiology of Sport // *Sports Communications*. 2019. Vol.5, №1. P.8-14.

References

1. **Smith D.** Athlete's Breath. *Actual Problems of Pulmonology*. 2018;7(5):128-133.
2. **Clinton A, Jefferson M.** Athlete's respiratory monitoring equipment and some results of its application. *Biomedical Engineering and Applications*. 2020;1(1):12-18.
3. **Patterson M.** Changes in the immune status in the training cycle of youth skiers. *Biomedical problems of sports*. 2019;9(10):67-73.
4. **Dragan SP, Bogomolov AV, Razinkin SM, Korchazhkina NB, Erofeev GG et al.** Sposob povysheniya funktsional'nykh rezervov organizma. Patent na izobretenie RUS № 2587970, 27.01.2015. (In Russ.)
5. **Bogomolov AV, Dragan SP.** Matematicheskoe obosnovanie akusticheskogo metoda izmereniya impedansa dykhatel'nogo trakta. *Doklady Akademii nauk*. 2015;464(5):623. (In Russ.) DOI: 10.7868/S0869565215290253
6. **Dragan SP, Bogomolov AV.** Metod akusticheskoy impedansometrii dykhatel'nogo trakta. *Meditinskaya tekhnika*. 2015;(5):19-21. (In Russ.)
7. **Chuan F, Kreilin S.** Sports pulmonology and sports medicine. *Pulmonology and physiotherapy*. 2019;2(3):76-83.
8. **Moses A, Franklin V.** Problems of physical training of athletes-skiers. *Cyclic sports*. 2020;2(4):54-67.
9. **Manuylov IV.** Sezonnnye reaktzii staticheskikh legochnykh ob'emov i emkostey u sportsmenov-lyzhnikov na evropeyskom severe. *Byulleten' Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2013;31(2):48-49. (In Russ.)
10. **Gridin LA, Bogomolov AV, Kukushkin YuA.** Methodological bases of physical working capacity investigation. *Aktual'nye problemy fizicheskoy podgotovki silovykh struktur*. 2011;(1):10-19. (In Russ.)
11. **Bogomolov AV, Dragan SP, Erofeev GG.** Mathematical Model of Sound Absorption by Lungs with Acoustic Stimulation of the Respiratory System. *Doklady Akademii nauk*. 2019;487(1):97-101. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0869-5652487197-101
12. **Alekhin MD, Bogomolov AV, Kukushkin YuA.** Methods for analysis of respiratory patterns during non-contact monitoring of psychophysiological states of ergatic systems operators. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2019;53(2):99-101. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-2-99-101 (In Russ.)
13. **Chen P.** Current Trends in the Physiology of Sport. *Sports Communications*. 2019;5(1):8-14.

14. Драган С.П., Ерофеев Г.Г., Богомолов А.В., Шулепов П.А. Акустическая импедансометрия в задачах определения резонансных характеристик респираторного тракта для биоакустической стимуляции лёгких спортсменов // Медицинская наука и образование Урала. 2018. Т.19, №3(95). С.50-55.

15. Ерофеев Г.Г., Разинкин С.М., Драган С.П., Петрова В.В., Шулепов П.А. Оценка влияния физической нагрузки на частотные характеристики дыхательной системы у спортсменов лыжников // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2018. Т. 95, №2-2. С.53-54.

16. Богомолов А.В., Драган С.П. Математическое моделирование акустической импедансометрии дыхательного тракта // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2015. Т.22, №1. С.61-63.

17. Драган С.П., Богомолов А.В., Ерофеев Г.Г. Устройство для импедансных исследований функции внешнего дыхания. Патент на полезную модель RU № 14848, 10.12.2014.

18. Драган С.П., Богомолов А.В., Разинкин С.М., Корчажкина Н.Б., Ерофеев Г.Г. и др. Устройство для звуковой стимуляции дыхательной системы. Патент на полезную модель RU № 154260, 27.01.2015.

19. Драган С.П., Богомолов А.В., Ерофеев Г.Г. Способ диагностики состояния дыхательного тракта. Патент РФ на изобретение RU № 2572750, 20.01.2016.

20. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт. 2009, 348с.

21. Brian K. Diagnosis of physical performance of athletes in the training cycle. New York: Prime Lites, 2019. 248p.

22. Pullman R, Shulman K, Molly N. Ergodynamics of the sport of the highest achievements. Boston: Quasica, 2018. 302p.

23. Protsak V, Claudi M, Troni E. Performance under physical exertion. Washington, Classic Sport, 2018. 130p.

24. Kroyden G, Shpoki V, Truden F, Kuksi D. Equipment for automated monitoring of swimmers physical performance. New York, Alptrade, 2019. 68p.

25. Welling E, Kratov U, Salzman S, Cooling P, Warden T. Bicycle ergometry and sports. Memphis, 2017. 110p.

26. Wilkes M. Annals of Sports Cardiology. New York: Prime Lites, 2020. 128p.

27. Birren K, Vraden D, Smith D, Cantor F. Immunobiochemical correlates of physical performance. New York: Prime Lites, 2017. 146p.

14. Dragan SP, Erofeev GG, Bogomolov AV, Shulepov PA. Acoustic impedance measurement in determining the resonant characteristics of respiratory tract for bioacoustics stimulation athletes lungs. *Medical science and education of Ural*. 2018;19(3):50-55. (In Russ.)

15. Erofeev GG, Razinkin SM, Dragan SP, Petrova VV, Shulepov PA. Otsenka vliyaniya fizicheskoy nagruzki na chastotnye kharakteristiki dykhatel'noy sistemy u sportsmenov lyzhnikov. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2018;95(2-2):53-54. (In Russ.)

16. Bogomolov AV, Dragan SP. Matematicheskoe modelirovanie akusticheskoy impedansometrii dykhatel'nogo trakta. *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki*. 2015;22(1):61-63. (In Russ.)

17. Dragan SP, Bogomolov AV, Erofeev GG. Ustroystvo dlya impedansnykh issledovaniy funktsii vneshnego dykhaniya. Patent na poleznuyu model' RU № 14848, 10.12.2014. (In Russ.)

18. Dragan SP, Bogomolov AV, Razinkin SM, Korchazhkina NB, Erofeev GG et al. Ustroystvo dlya zvukovoy stimulyatsii dykhatel'noy sistemy. Patent na poleznuyu model' RU № 154260, 27.01.2015. (In Russ.)

19. Dragan SP, Bogomolov AV, Erofeev GG. Sposob diagnostiki sostoyaniya dykhatel'nogo trakta. Patent na izobreteniye RU № 2572750, 20.01.2016. (In Russ.)

20. Belotserkovskiy ZB. Ergometricheskie i kardiologicheskie kriterii fizicheskoy rabotosposobnosti u sportsmenov. Moscow, Sovetskij sport. 2009,348p. (In Russ.)

21. Brian K. Diagnosis of physical performance of athletes in the training cycle. New York: Prime Lites, 2019. 248p.

22. Pullman R, Shulman K, Molly N. Ergodynamics of the sport of the highest achievements. Boston: Quasica, 2018. 302p.

23. Protsak V, Claudi M, Troni E. Performance under physical exertion. Washington, Classic Sport, 2018. 130p.

24. Kroyden G, Shpoki V, Truden F, Kuksi D. Equipment for automated monitoring of swimmers physical performance. New York, Alptrade, 2019. 68p.

25. Welling E, Kratov U, Salzman S, Cooling P, Warden T. Bicycle ergometry and sports. Memphis, 2017. 110p.

26. Wilkes M. Annals of Sports Cardiology. New York: Prime Lites, 2020. 128p.

27. Birren K, Vraden D, Smith D, Cantor F. Immunobiochemical correlates of physical performance. New York: Prime Lites, 2017. 146p.

Сведения об авторах:

Ерофеев Геннадий Григорьевич, старший научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н. (+7(903)786-41-65, gniiivm-s@yandex.ru). ORCID ID: 0000-0001-7582-1902

Information about the authors:

Gennadiy G. Erofeev, MD, Ph.D. (Medicine), Senior Researcher of the Burnasyan SRC-FMBC (+7(903)786-41-65, gniiivm-s@yandex.ru). ORCID ID: 0000-0001-7582-1902

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 7.11.2019

Статья принята к публикации: 09.02.2020

Accepted: 7 November 2019

Received: 09 February 2020

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.37

УДК: 616.31-009

Вопросы формирования боли и обезболивание у спортсменов с травмой капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава

*А.М. Морозов, А.Н. Сергеев, В.А. Кадыков, Э.М. Аскеров, Т.А.к. Халилова,
К.И. Городничев, М.А. Пахомов*

*ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет,
Министерство здравоохранения РФ, Тверь, Россия*

РЕЗЮМЕ

Боль у профессиональных спортсменов возникает в результате работы сложных рефлекторных систем: ноцицептивной и антиноцицептивной. Чаще всего она является следствием травм. Повреждения капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава являются одним из частых мест травматизации у спортсменов. От количества поврежденных структур и объема напрямую зависит интенсивность боли: чем выше степень и больше поврежденных структур, тем сильнее боль. Это объясняется обширностью развивающегося воспаления и количеством выделяющихся медиаторов боли. Однако не только это влияет на интенсивность боли, но и такие факторы, как пол – женщины более восприимчивы к боли, возраст – чем старше, тем меньше разница в оценивании интенсивности боли при одинаковой силе раздражителя у мужчин и женщин, и имеющиеся в анамнезе спортсмена травмы сустава: они увеличивают риск повторного травматизма и являются причиной хронизации боли. Немаловажную роль играют психоэмоциональные переживания во время соревнований, они могут привести к боли, в отсутствие механического повреждения. Актуальным вопросам в спорте является обезболивание. Оно должно быть адекватным и достаточным для спортсмена. Не все существующие на сегодняшний день способы обезболивания удовлетворяют требованиям Всемирного антидопингового агентства. Каждый год ими пересматривается «Запрещенный список», которому обязан следовать каждый спортсмен. Некоторыми разрешенными и действенными методами обезболивания травм голеностопного сустава являются охлаждающие аэрозоли, нестероидные противовоспалительные средства, а также кинезиотейпирование. Каждый из этих методов имеет свои особенности.

Ключевые слова: боль; спорт; голеностопный сустав; травма; обезболивание

Для цитирования: Морозов А.М., Сергеев А.Н., Кадыков В.А., Аскеров Э.М., Халилова Т.А.к., Городничев К.И., Пахомов М.А. Вопросы формирования боли и обезболивание у спортсменов с травмой капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.37-45. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.37

Pain development and analgesia in athletes with ankle joints and ligaments injury

*Artem M. Morozov, Aleksey N. Sergeyev, Victor A. Kadykov, Elshad M. Askerov, Telli A. k. Khalilova,
Kirill I. Gorodnichev, Mikhail A. Pakhomov*

Tver State Medical University, Tver, Russia

ABSTRACT

The pain feeling in athletes results from nociceptive and antinociceptive systems activity. Mostly pain follows injuries. Ankle joints and ligaments injury is one of the most often trauma. Pain intensity directly depends on the number of injured structures and the degree of the injury. Besides that pain intensity depends upon various factors such as gender and age. The history of injuries can increase the risk of repeated injuries and pain may become chronic. Psycho-emotional experiences during the competition can lead to pain without physical injuries. Anesthesia is important aspect in athletes' life and it must be effective. Not all currently available medication are approved by the World Anti-Doping Agency. Every year "WADA Prohibited List" is reviewed and every athlete must follow it. The permitted and most effective methods of pain relief for joints and ligaments injury are cooling aerosols, non-steroidal anti-inflammatory drugs and kinesiо taping. Each of these methods has its own characteristics.

Key words: pain, sport, ankle, injury, analgesia

For citation: Morozov AM, Sergeyev AN, Kadykov VA, Askerov EM, Khalilova TAc, Gorodnichev KI, Pakhomov MA. Issues of pain formation and analgesia in athletes with an injury of joints and ligaments at ankle. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):37-45 (In Russ.) DOI:10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.37

1. Введение

Каждый человек в своей жизни хоть раз испытывал боль, а людям, занимающимся профессиональным спортом, за свою карьеру приходится не раз сталкиваться с этим неприятным ощущением. Травматизм спортсменов сопряжен со многими факторами: от микротравм волокон связок и сухожилий в период усердной подготовки к соревнованиям, до травм, связанных с несоответствием анатомических особенностей отдельных органов и систем организма нагрузкам во время тренировок [1]. Травматизм голеностопного сустава занимает одну из лидирующих позиций среди всех травм в спорте [2]. Это связано с большой нагрузкой, которая приходится на этот сустав. На него идет основная опора при совершении большей части движений, также на него действует 90% массы тела человека [3].

Формирование боли – это сложный рефлекторный процесс, в котором участвует несколько структур организма. Ее формирование при травме имеет некоторые отличительные особенности, которые влияют на интенсивность восприятия боли спортсменом и продолжительность болевого ощущения. Проведено множество исследований, направленных на изучение влияния пола, возраста, сопутствующих патологий на ощущение боли [4, 5]. При травме голеностопного сустава, полученной спортсменом во время своей профессиональной деятельности, степень повреждения, количество поврежденных анатомических структур его капсульно-связочного аппарата и непосредственно механизм получения травмы напрямую влияют на интенсивность боли [1].

Профессиональные спортсмены ограничены в выборе методов обезболивания, однако анальгезия для них важна как на тренировках, так и на соревнованиях. Известно, что от 58 до 73% спортсменов по всему миру используют обезболивающие средства [6]. На сегодняшний день существует множество медикаментозных и немедикаментозных способов устранения боли, но наиболее часто используемые в спорте – это нестероидные противовоспалительные средства (НПВС), охлаждающие аэрозоли, а также кинезиотейпирование поврежденных частей тела [7]. Анализ научно-методических работ показал, что НПВС снимают воспаление и уменьшают отек, тем самым блокируя высвобождение аллогенов и препятствуя излишнему раздражению ноцицепторов [8]. Механизм действия охлаждающих аэрозолей схож с таковым у НПВС и имеет ряд преимуществ, однако его применение ограничивается в рамках первой помощи, как анальгезия при острой травме [9]. Кинезиотейпирование – это универсальный метод обезболивания без использования лекарственных препаратов, физиологичный для организма [10]. Также преимуществом тейпирования при повреждении структур голеностопного сустава является механическая поддержка поврежденного элемента в суставе и способствование его скорейшему восстановлению [11].

Теоретический анализ и обобщение литературных источников показал, что знания о механизмах травматизации капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава в совокупности со знаниями о механизме формирования боли у спортсменов дает возможность подобрать наиболее подходящий и действенный метод обезболивания для них.

Цель исследования: проанализировать механизмы формирования боли у спортсменов с травмой капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава, биомеханику травматизации голеностопного сустава, зависимость боли от различных факторов, а также некоторые способы обезболивания спортивных травм в период тренировок и состязаний.

2. Материалы и методы

Рассмотрены актуальные публикации российских и зарубежных авторов за последние 10 лет на таких базах, как PubMed, Medline, E-library. Были изучены материалы, содержащие информацию о патофизиологии боли, анатомии голеностопного сустава, механизмах его повреждения, статистические данные, отражающие процент повреждения голеностопного сустава в разных видах спорта, современные и доступные способы обезболивания у спортсменов.

3. Результаты

Голеностопный сустав представляет собой сложное сочленение костей голени со стопой, который ежедневно принимает на себя большую нагрузку. Боли в нем являются нередким явлением, особенно после бега, длительной ходьбы, езды на велосипеде и других физических нагрузках. Спортивный травматизм, по разным источникам, составляет 2-5% от общего травматизма, при этом больше 50% приходится на травмы нижних конечностей [12]. Из них растяжение связок голеностопного сустава одна из наиболее частых травм и составляет в среднем от 15 до 20%. В разных видах спорта травматизм этого сустава имеет разную частоту, так, например, у спортсменов со снижением продольного свода стопы и особой установкой пяточной кости меняется биомеханика стопы, а риск травмы увеличивается практически в 7 раз [13]. Чаще всего он повреждается при занятиях художественной гимнастикой – 38%, на втором месте спортивная гимнастика у девушек и волейбол – 30%, на третьем – футбол и дзюдо – 16%. С меньшей частотой травмы голеностопного сустава встречаются в таких видах спорта, как хоккей и тяжелая атлетика – до 3% [14].

Капсульно-связочный аппарат голеностопного сустава представлен всеми мягкими тканями, формирующими его. Они обеспечивают подвижность сочленения и удерживают костные элементы на своих анатомических местах. При повреждении связок или основных его капсул происходит ограничение подвижности стопы, а также развивается воспалительный процесс, одним из основных признаков которого является боль.

Группа экспертов Международной ассоциации по изучению боли (The International Association for the Study of Pain – IASP) дало следующее определение этому понятию: «Боль – это неприятное ощущение и эмоциональное переживание, связанное с реальным или потенциальным повреждением тканей или описываемое в терминах этого повреждения» [15,16].

За возникновение болевого синдрома при травматизации голеностопного сустава отвечает ноцицептивная система, которая вызывает охранительные рефлекторные реакции и относится к соматосенсорной системе. Как и любой другой рефлекторный процесс она включает в себя все звенья рефлекторной дуги [17-19]. Согласно современным данным, ноцицепторы имеют большое количество концевых разветвлений с мелкими аксо-плазматическими отростками, различные виды которых присущи различным тканям и органам [20]. Для скелетной мускулатуры, связок, сухожилий и суставов характерны мультимодальные рецепторы. Именно они активируются под воздействием алгогенов – медиаторов боли, которые попадают в межтканевое пространство из разрушенной клетки. Связавшись с болевыми рецепторами, они передают информацию о месте и характере повреждения через спинной мозг в таламические структуры, а затем в соматосенсорную кору головного мозга. Боль от удара в ногу спортсмен почувствует через треть секунды, учитывая, что скорость движения болевого импульса от 4 до 30 м/с, при этом она носит резкий характер. Ноцицептивная система также вызывает общую реакцию организма в виде вегетативных изменений: расширение зрачков, сужение сосудов, повышение АД и ЧСС, напряжение мышц в области сустава, а в тяжелых случаях может привести к болевому шоку у спортсмена [21].

Кора больших полушарий также принимает участие в формировании нисходящей, ингибирующей, антиноцицептивной системы, контролирующей поступающую с периферии болевую импульсацию [22]. Антиноцицептивную систему головного мозга составляют те его зоны, электрическая стимуляция которых может обусловить обезболивание. При нарушении деятельности антиноцицептивной системы даже небольшая болевая афферентная импульсация при минимальном раздражении вызывает чрезмерную боль [23].

Повреждение капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава может возникать по причине острой травмы или избыточной циклической нагрузки в течение длительного времени – перенапряжения, а также по анатомическим причинам: недостаточная гибкость и эластичность структур сустава, недостаточная мышечная сила, мышечный дисбаланс и другие. Механизм дисторсии голеностопного сустава связан с резкой внутренней ротацией стопы при торможении, скручивающих движениях в полусогнутом суставе, супинации стопы с ее одновременным сгибанием, спотыкании, падении и других механических повреждениях, при которых

коленный и тазобедренный суставы остаются зафиксированными, а голеностопный совершает движение, от силы и резкости которого зависит степень повреждения. Чрезмерное давление или превышающая эластичность тканей амплитуда движений, в свою очередь, приводят к частичному или полному разрыву волокон связок [24]. Фиксация голеностопного сустава осуществляется тремя группами связок: латеральная – передняя и задняя малоберцово-таранные связки и пяточно-таранная связка, медиальная – поверхностная и глубокая дельтовидные связки и группа связок, осуществляющих соединение больше- и малоберцовой костей между собой [25]. В 85% случаев повреждается латеральная группа связок голеностопного сустава [26]. Существуют три степени тяжести разрыва связок:

I степень – часть волокон связки разорвана, непрерывность и механическая целостность сохранены. Боль, усиливающаяся при пальпации поврежденной области и при движениях. Отсутствует кровоизлияние в области околосуставных тканей, практически не выявляется отечность и припухлость. Пациент может самостоятельно передвигаться.

II степень – большая часть волокон разорвана. Может быть выявлена незначительная нестабильность в суставе. Отечность и кровоизлияние распространены ниже, выше и сбоку от места травмы. Пальпация суставной области сопровождается значительной болезненностью, наблюдается ограничение движений в суставе. При повреждении внутренних структур развивается гемартроз.

III степень – присутствует сильный болевой синдром в покое, отчетливо выражены отечность и кровоизлияние, которые захватывают близлежащие ткани. Функция сустава нарушена, активные движения невозможны, пациент не может самостоятельно двигаться. При рентгенологической диагностике можно выявить повреждение кортикального слоя костной ткани в области травмы [12].

На работе внутренних органов и систем негативно сказываются не только механические повреждения, но и чрезмерные физические нагрузки в сочетании с психоэмоциональным стрессом. Эти же факторы обуславливают появление хронической боли [27-29]. Ученые считают, что причина боли находится не только в поврежденных тканях [30-31]. Ученые Ronald Melzack и Patrick Wall разработали в 1960-х гг. теорию спинального «воротного контроля» (gate control theory) согласно которой, психологические факторы оказывают влияние на возникновение болевого импульса на равне с физиологическими [32,33]. Сигнал ноцицептора регистрируется и обрабатывается в двух центрах головного мозга, локализованных в разных областях. За ощущение боли отвечает сенсорный (первый) центр, аффективный (второй) – за оценку этого ощущения, он также может быть активирован психологической травмой. Как правило, эти центры взаимосвязаны и работают одновременно

[34, 35]. Более того, тяжелое психологическое переживание способно заставить сработать и центр ощущений, при этом ноцицепторы не возбуждены, но человек испытывает физическую боль [36]. Благодаря проведенным исследованиям стало ясно, что разделять боль на физическую и психологическую не корректно с научной точки зрения. Возможность ощущения физической боли, которую может причинить соперник или травма, полученная вследствие ошибки при выполнении упражнения – для начинающего спортсмена является одной из главных причин страха перед соревнованиями и нередко поводом для смены вида спорта или вовсе ухода из него, поэтому он должен быть психически подготовлен к соревнованию [37]. На восприятие и интенсивность боли влияют не только психоэмоциональные факторы, но и пол, возраст, характер и объем повреждения структур сустава, уже имеющиеся в анамнезе травмы голеностопного сустава.

С момента первой публикации KJ Berkley работы, посвященной гендерным различиям в восприятии боли, проведено множество исследований, доказывающих, что женщины более восприимчивы к боли как в естественных условиях, так и в эксперименте, чем мужчины [4]. В первую очередь это обусловлено гормональными различиями. Такие гормоны как эстроген, прогестерон, тестостерон есть в организме всех людей, однако их концентрация различается. Так, у женщин меняется их концентрация в зависимости от фазы менструального цикла, беременности. Эстроген регулирует экспрессию многих белков, участвующих в ноцицепции. Исследования P.R. Matthew показали, что 17- β -эстрадиол, действуя на первично чувствительные нейроны, может участвовать в усилении чувствительности женщин к болевым стимулам [38]. У мужчин изменения гормонального фона происходят более постепенно и менее значительно, поэтому восприятие боли у них не зависит от этих факторов.

Достоверных сведений о зависимости интенсивности боли от возраста нет, однако известно, что болевой порог изменчив. Об этом говорится в исследовании M. Von Korff, где выявлено, что молодые женщины описывают боль как более интенсивную, чем мужчины того же возраста. Однако с возрастом этот показатель у мужчин возрастает и к 45–64 годам превышает таковой у женщин. После 65 лет как мужчины, так и женщины одинаково оценивают характер наносимой боли [39].

Интенсивность боли нарастает с увеличением количества поврежденных элементов и степени их повреждения. Так, при первой степени растяжения связок голеностопного сустава боль носит умеренный характер и усиливается при пальпации проекции поврежденной связки и движениях в суставе, при второй – наблюдается значительная болезненность, резко ограничивающая движения. Третья степень – это полный разрыв связки, сопровождающийся сильным болевым синдромом в покое. Если в анамнезе у спортсмена уже имелись травмы

голеностопного сустава, то боль в большинстве случаев носит хронический характер, что требует постоянного обезболивания [5]. Кроме того, затяжной воспалительный процесс в месте повреждения увеличивает риск повторного травматизма структур сустава и появление периодического отека сустава, который также усиливает болевые ощущения, что связано с дополнительным воздействием на барорецепторы [40].

Любой спорт неразрывно связан с травмами, поэтому первостепенной задачей спортивного врача является быстрая и профессиональная медицинская помощь спортсмену. В нее входят как своевременная и правильная диагностика тяжести повреждения и общего состояния спортсмена, так и оказываемая первая помощь и дальнейшие реабилитационные мероприятия. Основной целью реабилитации после повреждения капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава является восстановление полной амплитуды активных и пассивных движений и восстановление функционального состояния спортсмена для достижения такого уровня физической подготовки, который обеспечит максимальную работоспособность и быстрое возвращение к спортивной деятельности. При возобновлении тренировок, спортсмена и его тренера предупреждают о необходимости строгой постепенности в усложнении тренировочных нагрузок для минимизации риска повторной травмы [41].

Не менее важную роль при получении травмы играет устранение боли. Многие спортсмены вынуждены тренироваться, состязаться и выступать несмотря на боль, возникшую в результате повреждений [6]. В связи с этим ее купирование играет большую роль при подготовке к соревнованиям и непосредственно на состязаниях. Однако для спортсменов существуют ограничения в применении тех или иных лекарственных препаратов. Эти ограничения установлены Всемирным антидопинговым агентством (WADA), основанным в 1999 году. Основным документом WADA является Всемирный антидопинговый кодекс, принятый в 2003 году. Запрещенные к употреблению лекарственные препараты и манипуляции вносятся в обновляющийся ежегодно «Запрещенный список WADA». Антидопинговые правила WADA являются обязательными для выполнения спортсменами всех стран [42]. Ответственность за все принятые препараты перед состязанием несет сам спортсмен. Именно поэтому перед ними стоит необходимость поиска наиболее безопасных, но действенных методов обезболивания.

Одним из таких методов стал охлаждающий аэрозоль, который используют при оказании экстренной помощи спортсмену при получении острой травмы. В большинстве случаев после его использования спортсмен продолжает соревноваться, что может усугубить полученную травму [43]. Его действие основано на эффекте потери тепла при испарении жидкости с какой-либо поверхности. В состав таких спреев входят

сжиженные углеводородные газы, которые имеют температуру кипения ниже нуля, вследствие чего быстро испаряются с поверхности кожи – это бутан, изобутан, пропан, пентан и другие. Они способны за короткий промежуток времени охладить пораженный участок до -50°C , в результате чего замедляются все биохимические процессы, сужаются кровеносные сосуды, уменьшая приток крови к очагу, замедляя начало развития воспалительного процесса. Угнетается активность циклооксигеназы (ЦОГ) – ключевого фермента воспаления и, как следствие, снимается отек и уменьшается боль [44]. Также они обладают отвлекающим действием: сигналы кожных рецепторов, раздраженных холодом, подавляют сигналы болевых. Дополнительным компонентом таких спреев могут быть анестетики, чаще всего хлорэтил, который блокирует синаптическую передачу нервного импульса с места повреждения и угнетает ЦНС при вдыхании его паров [45]. Преимуществом такого способа обезболивания является простота использования, быстрота действия, для применения не требуется специальная подготовка и возможно нанесение через одежду спортсмена, однако при открытых ранах и поврежденной коже такой способ обезболивания недопустим. При травмах голеностопного сустава необходимо распылять спрей на пораженный участок круговыми движениями с расстояния 15-20 см до появления белого налета на коже [44].

Еще одним эффективным способом обезболивания в практике врача спортивной медицины является кинезиотейпирование [11]. Этот метод был разработан для профессиональных спортсменов японским доктором Кензо Кассе в 1973 году. Он уникален тем, что способствует быстрому восстановлению спортсмена после травмы, при этом не ограничивая его на тренировках и соревнованиях. Его можно использовать в сочетании с другими методами и лекарственными препаратами. Кинезиотейпы представляют собой эластичные ленты из хлопка, покрытые гипоаллергенным клеящим слоем на акриловой основе [26]. По эластичности они приближены к эластическим параметрам кожи, не препятствуют дыханию и испарению с ее поверхности, поэтому могут применяться в водных видах спорта. Существует два способа наложения кинезиотейпов: в растянутом и нерастянутом видах. При травмировании связок голеностопного сустава кинезиотейп растягивается на 30-40% и накладывается врачом на проекцию поврежденной связки, при этом пациент сидит на стуле так, чтобы стопа не касалась пола. Наложив тейп, его фиксируют поврежденную связку и препятствуют дальнейшему растяжению [46]. За счет своей эластичности он сокращается и формирует складки на коже, в то же время поддерживая травмированный участок, что создает благоприятные условия для активации микроциркуляции в соединительной ткани и межклеточном веществе – выводятся медиаторы воспаления, раздражающие ноцицепторы – уменьшается боль. Улучшается лимфо-

ток. Уменьшение болевого синдрома также реализуется путем раздражения в области наложения тейпа тактильных и барорецепторов, афферентный сигнал от которых поступает в задние рога спинного мозга и блокируется болевая импульсация [10].

Спортсмены по всему миру широко используют НПВС для устранения боли, повышения устойчивости к ней [7]. Зарегистрировано, что на международных спортивных соревнованиях НПВС использовали более 50% профессиональных спортсменов [6]. Эти средства выпускаются в различных формах: таблетки, инъекции, мази, гели, линименты, свечи, пластыри. НПВС не внесены в «Запрещенный список WADA», доступ к ним в аптеках также безрецептурный. Следует отметить, что они не являются средствами этиологической и патогенетической терапии, а лишь устраняют симптомы воспаления – уменьшают боль и отечность. Эти препараты способствуют снижению болевых ощущений двумя механизмами: центральным и периферическим. Центральный механизм основан на препятствовании накопления простагландинов в тех областях головного мозга, которые отвечают за восприятие боли. Периферическое действие НПВС осуществляется за счет ингибирования ЦОГ, уменьшения количества свободных радикалов кислорода, которые повреждают клеточные мембраны и усиливают воспаление и боль [47]. При уменьшении воспалительной реакции – уменьшается отек и давление на барорецепторы ослабевает, что также способствует устранению боли. Спортсмены принимают НПВС в высоких дозах, что усиливает проявления побочных эффектов, оказывает токсический эффект на организм, вплоть до образования злокачественных опухолей. Например, доказана взаимосвязь длительного и регулярно приема НПВС с увеличением риска развития дистальной аденокарциномы желудка. Чаще всего спортсмены используют эти препараты имея травмы, при этом они продолжают интенсивно тренироваться, что усугубляет ее и может привести к необратимым последствиям. Например, при полном разрыве ахиллова сухожилия для восстановления требуется оперативное вмешательство, после чего уходит минимум 6 месяцев реабилитационных мероприятий, прежде чем спортсмен сможет вернуться к тренировкам [48]. Именно поэтому спортивный врач должен контролировать применение любых медикаментозных и немедикаментозных средств спортсменом для устранения боли и осуществлять мониторинг его физического состояния.

4. Выводы

Среди всех спортивных травм повреждения капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава имеет высокую частоту. Она меняется в зависимости от вида спорта и всегда сопровождается развитием воспаления в месте повреждения, основными симптомами которого являются отек и боль. В возникновении боли при травмах сустава принимают участие такие рефлектор-

ные системы организма, как ноцицептивная и антиноцицептивная. Медиаторы воспаления – аллогены, высвобождающиеся из клеток при травме, связываются с мультимодальными болевыми рецепторами в суставе и передают информацию о повреждении в головной мозг. Однако не только физическое повреждение ведет к формированию ощущения боли, но и сильное эмоциональное переживание и стресс, зачастую сопровождающие спортсменов в период соревнований. Повреждения капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава возникают по двум причинам: механическим и анатомическим. К анатомическим относятся: недостаточная гибкость и эластичность структур сустава, недостаточная мышечная сила, мышечный дисбаланс и другие. Среди механических причин чаще всего встречаются дисторсии связанные с резкой внутренней ротацией стопы при торможении и супинацией стопы с ее одновременным сгибанием, при этом в 85% случаев повреждаются передняя и задняя малоберцово-таранные связки и пяточ-

но-таранная связка. От силы и резкости совершённого движения зависит степень повреждения, а от степени – интенсивность боли. На восприятие боли также оказывают влияние другие факторы. Так, женщины описывают боль как более интенсивную, чем мужчины, при одинаковой силе наносимых болевых раздражений. С возрастом ощущение интенсивности боли у мужчин и женщин становится одинаковым. Наличие у спортсмена в анамнезе травмы голеностопного сустава увеличивает риск повторного травматизма, а также усиливает боль. Для устранения боли у спортсменов используют различные современные способы, которые не ограничиваются «Запрещенным списком WADA». К таким методам относятся использование охлаждающих аэрозолей местно на поврежденный участок при острой травме, кинезиотейпирование голеностопного сустава, а также медикаментозная анальгезия НПВС. Эти способы обезболивания можно применять как во время тренировок, так и во время соревнований.

Список литературы

1. **Агранович В.О., Агранович Н.В.** Анализ спортивного травматизма при занятиях физической культурой и спортом и создание условий по его снижению // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т.19. №2. С.77-81.
2. **Richie DH, Izadi FE.** Return to play after an ankle sprain: guidelines for the podiatric physician // *ClinPodiatr Med Surg.* 2015. № 32(2). P.195-215.
3. **Golanó P, Vega J, de Leeuw PA, Malagelada F, Manzaneres MC et al.** Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010. №18(5). P.557-569.
4. **Pieretti S, Di Giannuario A, Di Giovannandrea R, Marzoli F, Piccaro G, Minosi P et al.** Gender differences in pain and its relief // *Ann Ist Super Sanita.* 2016. № 52(2). P.184-189.
5. **Kobayashi T, Gamada K.** Lateral Ankle Sprain and Chronic Ankle Instability: A Critical Review // *Foot Ankle Spec.* 2014. №7(4). P.298-326.
6. **Harle CA, Danielson EC, Derman W, Stuart M, Dvorak J, Smith L, Hainline B.** Analgesic Management of Pain in Elite Athletes: A Systematic Review // *Clin J Sport Med.* 2018. №28(5). P.417-426.
7. **Lundberg TR, Howatson G.** Analgesic and anti-inflammatory drugs in sports: Implications for exercise performance and training adaptations // *Scand J Med Sci Sports.* 2018. №28(11). P.2252-2262.
8. **Gupta A, Bah M.** NSAIDs in the Treatment of Postoperative Pain // *Curr Pain Headache Rep.* 2016. № 20(11). P.62.
9. **Lombardi G, Ziemann E, Banfi G.** Whole-Body Cryotherapy in Athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of the Literature // *Front Physiol.* 2017. №8. P.258.
10. **Seo HD, Kim MY, Choi JE, Lim GH, Jung SI et al.** Effects of Kinesio taping on joint position sense of the ankle // *J Phys Ther Sci.* 2016. №28(4). P.1158-1160.
11. **Sarvestan J, Svoboda Z.** Acute effect of ankle kinesio- and athletic taping on ankle range of motion during various agility tests in athletes with chronic ankle sprain // *J Sport Rehabil.* 2019. Vol.18. P.1-6.

Reference

1. **Agranovich VO, Agranovich NV.** Analysis of sports injury in sport and the creation of conditions for its reduction. *The journal of scientific articles Health and millennium Education.* 2017;19(2):77-81. (In Russ.)
2. **Richie DH, Izadi FE.** Return to play after an ankle sprain: guidelines for the podiatric physician. *ClinPodiatr Med Surg.* 2015;32(2):195-215.
3. **Golanó P, Vega J, de Leeuw PA, Malagelada F, Manzaneres MC et al.** Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(5):557-69.
4. **Pieretti S, Di Giannuario A, Di Giovannandrea R, Marzoli F, Piccaro G, Minosi P et al.** Gender differences in pain and its relief. *Ann Ist Super Sanita.* 2016;52(2):184-9.
5. **Kobayashi T, Gamada K.** Lateral Ankle Sprain and Chronic Ankle Instability: A Critical Review. *Foot Ankle Spec.* 2014;7(4):298-326.
6. **Harle CA, Danielson EC, Derman W, Stuart M, Dvorak J, Smith L, Hainline B.** Analgesic Management of Pain in Elite Athletes: A Systematic Review. *Clin J Sport Med.* 2018;28(5):417-426.
7. **Lundberg TR, Howatson G.** Analgesic and anti-inflammatory drugs in sports: Implications for exercise performance and training adaptations. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28(11):2252-2262.
8. **Gupta A, Bah M.** NSAIDs in the Treatment of Postoperative Pain. *Curr Pain Headache Rep.* 2016;20(11):62.
9. **Lombardi G, Ziemann E, Banfi G.** Whole-Body Cryotherapy in Athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of the Literature. *Front Physiol.* 2017;8:258.
10. **Seo HD, Kim MY, Choi JE, Lim GH, Jung SI et al.** Effects of Kinesio taping on joint position sense of the ankle. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(4):1158-60.
11. **Sarvestan J, Svoboda Z.** Acute effect of ankle kinesio- and athletic taping on ankle range of motion during various agility tests in athletes with chronic ankle sprain. *J Sport Rehabil.* 2019;18:1-6.

12. Petersen W, Rembitzki IV, Koppenburg AG, Ellermann A, Liebau C et al. Treatment of acute ankle ligament injuries: a systematic review // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013. №133(8). P.1129-1141.
13. Pavone V, Vescio A, Di Silvestri CA, Andreacchio A, Sessa G et al. Outcomes of the calcaneo-stop procedure for the treatment of juvenile flatfoot in young athletes // *J Child Orthop.* 2018. №12(6). P.582-589.
14. Khodasevich LS, Khodasevich AL, Kuzin SG. Fatal Injuries in Sports // *European Journal of Physical Education and Sport.* 2013. Vol.1 №1. P.38-48.
15. Быков Ю.Н., Калягин А.Н. Дифференциальная диагностика невропатической боли // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2015. №1. С.4-10.
16. Астахов В.А., Гладько С.А., Курина Е.А., Панюков А.И., Попова Ю.О. и др. Боль и измерение боли у онкологических больных в хосписе (обзор проблемы и методы возможного решения) // *Паллиативная медицина и реабилитация.* 2014. №2. С.28-32.
17. Имамединова Г.Р., Чичасова Н.В., Иголкина Е.В. Подходы к лечению боли с учетом механизмов ее развития // *Современная ревматология.* 2013. Т.7, №1. С.59-65.
18. Решетняк В.К., Кукушкин М.Л. Центральные и периферические механизмы физиологической и патологической боли // *Клиническая патофизиология.* 2015. №1. С.1-17.
19. Хабиров Ф.А., Гранатов Е.В., Ахмедова Г.М., Аверьянова Л.А., Бабичева Н.Н. и др. Нейрофизиологические методы оценки болевой чувствительности и ноцицептивных проводящих путей нервной системы // *Российский журнал боли.* 2015. №2(47). С.41-45.
20. Prato V, Taberner FJ, Hockley JRF, Callejo G, Arcourt A et al. Functional and Molecular Characterization of Mechanosensitive «Silent» Nociceptors // *Cell Rep.* 2017. №(11)21. P.3102-3115.
21. Кресс Х., Каратеев А.Е., Кукушкин М.Л. Эффективный контроль боли: научно обоснованные терапевтические подходы // *РМЖ.* 2016. №12. С.757-764.
22. Давыдов О.С. Периферические и центральные механизмы перехода острой боли в хроническую и возможная роль ингибирования циклооксигеназы 2 в предотвращении хронизации болевого синдрома // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2016. Т.8, №2. С.10-16.
23. Ковальчук В.В., Аманова Э.О., Миннуллин Т.И., Кантеева Л.Э. Особенности этиопатогенеза и патофизиологии боли и роль витаминов группы В в терапии болевых синдромов // *Эффективная фармакотерапия.* 2016. №36. С.28-35.
24. Kim MK, Shin YJ. Immediate Effects of Ankle Balance Taping with Kinesiology Tape for Amateur Soccer Players with Lateral Ankle Sprain: A Randomized Cross-Over Design // *Med SciMonit.* 2017. №23 P.5534-5541.
25. Van den Bekerom MP, Kerkhoffs GM, McCollum GA, Calder JD, van Dijk CN. Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013. №21(6). P.1390-1395.
26. Shin JC, Kim JH, Nam D, Park GC, Lee JS. Add-on effect of kinesiotape in patients with acute lateral ankle sprain: a randomized controlled trial // *Trials.* 2020. №21(1). P.176.
27. Gatchel RJ, McGeary DD, McGeary CA, Lippe B. Interdisciplinary Chronic Pain Management: Past, Present, and Future // *Am Psychol.* 2014. №69(2). P.119-130.
28. Jackson T, Thomas S, Stable V, Han X, Shotwell M et al. Prevalence of chronic pain in low-income and middle-income
12. Petersen W, Rembitzki IV, Koppenburg AG, Ellermann A, Liebau C et al. Treatment of acute ankle ligament injuries: a systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(8):1129-1141.
13. Pavone V, Vescio A, Di Silvestri CA, Andreacchio A, Sessa G et al. Outcomes of the calcaneo-stop procedure for the treatment of juvenile flatfoot in young athletes. *J Child Orthop.* 2018;12(6):582-589.
14. Khodasevich LS, Khodasevich AL, Kuzin SG. Fatal Injuries in Sports. *European Journal of Physical Education and Sport.* 2013;1:38-48.
15. Bykov YuN, Kalyagin AN. Differential diagnosis of neuropathic pain. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.* 2015;1:4-10. (In Russ.) DOI: 10.14412/2074-2711-2015-1-4-10
16. Astakhov VA, Glad'ko SA, Kurina EA, Panyukov AI, Popova YuO et al. Pain and pain measurement at oncology patients in the Hospis (Review of a problem and methods of the possible (probable) decision). *Palliativnaya meditsina i reabilitatsiya.* 2014;2:28-32. (In Russ.)
17. Imametdinova GR, Chichasova NV, Igolkina EV. Approaches to treating pain in terms of the mechanisms of its development. *Modern Rheumatology.* 2013;7;1:59-65. (In Russ.) DOI: 10.14412/1996-7012-2013-2370
18. Reshetnyak VK, Kukushkin ML. Tsentral'nye i perifericheskie mekhanizmy fiziologicheskoy i patologicheskoy boli. *Clinical Pathophysiology.* 2015;1:1-17. (In Russ.)
19. Khabirov FA, Granatov EV, Akhmedova GM, Aver'yanova LA, Babicheva NN et al. Neurophysiological methods for evaluating pain sensitivity and nociceptive pathways. *Rossiyskiy zhurnal boli.* 2015;(47)2:41-45. (In Russ.)
20. Prato V, Taberner FJ, Hockley JRF, Callejo G, Arcourt A et al. Functional and Molecular Characterization of Mechanosensitive «Silent» Nociceptors. *Cell Rep.* 2017;(11)21:3102-3115.
21. Kress Kh, Karateev AE, Kukushkin ML. Effektivnyy kontrol' boli: nauchno obosnovannyye terapevticheskie podkhody. *Russian Medical Journal.* 2016;12:757-764. (In Russ.)
22. Davydov OS. The peripheral and central mechanisms of transition of acute to chronic pain and the possible role of cyclooxygenase-2 inhibition in the prevention of pain syndrome chronization. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.* 2016;8;2:10-16. (In Russ.) DOI: 10.14412/2074-2711-2016-2-10-16
23. Kovalchuk VV, Amanova EO, Minnullin TI, Kanteeva LE. Features of Etiopathogenesis and Pathophysiology of Pain and the Role of B Vitamins in Treatment of Patients with Pain. *Effektivnaya farmakoterapiya.* 2016;36:28-35. (In Russ.)
24. Kim MK, Shin YJ. Immediate Effects of Ankle Balance Taping with Kinesiology Tape for Amateur Soccer Players with Lateral Ankle Sprain: A Randomized Cross-Over Design. *Med SciMonit.* 2017;23:5534-5541.
25. Van den Bekerom MP, Kerkhoffs GM, McCollum GA, Calder JD, van Dijk CN. Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1390-1395.
26. Shin JC, Kim JH, Nam D, Park GC, Lee JS. Add-on effect of kinesiotape in patients with acute lateral ankle sprain: a randomized controlled trial. *Trials.* 2020;21(1):176.
27. Gatchel RJ, McGeary DD, McGeary CA, Lippe B. Interdisciplinary Chronic Pain Management: Past, Present, and Future. *Am Psychol.* 2014;69(2):119-130.
28. Jackson T, Thomas S, Stable V, Han X, Shotwell M et al. Prevalence of chronic pain in low-income and middle-in-

countries: a systematic review and meta-analysis // *Lancet*. 2015. Vol.385, P.10.

29. **Хубулава Г.Г.** К вопросу о боли как физиологической, онтологической и экзистенциальной категории. Феноменологический подход // *Медицина и организация здравоохранения*. 2017. Т. 2. №4. С.25-36.

30. **Нагорная А.В., Дж. Бурк.** История боли: от молитвы до болеутоляющих // *Человек: образ и сущность*. 2015. №1(26). С.264-282.

31. **Pikoff HB.** Psychological mislabeling of chronic pain: lessons from migraine in the 20th century // *Pain Manag.* 2017. №7(2). P.127-132.

32. **Раимкулов Б.Н., Раимкулова К.Б., Раимкулова Х.Б., Баешов Р.А., Бхат Н.А.** Общая характеристика боли. Механизм развития боли (обзор литературы) // *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2016. №2. С.324-327.

33. **Кобылин И.** История боли: аффект, языковые игры и биополитика страдания // *Новое литературное обозрение*. 2017. №3(145). С.350-361.

34. **Дамулин И.В., Струценко А.А.** Боль: патогенетические, клинические и терапевтические аспекты // *Трудный пациент*. 2018. Т.16, №11. С.40-44.

35. **Менделевич Е.Г.** Соматизация тревожных расстройств в практике невролога: алгоритмы и подходы к дифференцированному лечению // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2014. № 4. С.81-86.

36. **Потапов А.Л.** Послеоперационная анальгезия опиоидами и биопсихосоциальная модель боли // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2015. Т.12, №3. С.15-18.

37. **Пойдунов А.А.** Оценка способности юных кикбоксеров переносить физическую боль // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки*. 2018. Т.23, №174. С.84-90.

38. **Rowan MP, Berg KA, Milam SB, Jeske NA, Roberts JL et al.** 17beta-estradiol rapidly enhances bradykinin signaling in primary sensory neurons in vitro and in vivo // *J Pharmacol Exp Ther*. 2010. №335(1). P.190-196.

39. **Балашова Т.В., Мнацакян Л.А., Андреева Н.А., Павлов В.А., Шуматов В.Б.** Эпидемиология и половые особенности боли // *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2013. №1(51). С.16-20.

40. **Weyer AD, Zappia KJ, Garrison SR, O'Hara CL, Dodge AK et al.** Nociceptor Sensitization Depends on Age and Pain Chronicity (1,2,3) // *eNeuro*. 2016. №3(1). P.0115-15.2015.

41. **Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S.** Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis // *Br J Sports Med*. 2017. №51(2). P.113-125.

42. **Heuberger JAAC, Cohen AF.** Review of WADA Prohibited Substances: Limited Evidence for Performance-Enhancing Effects // *Sports Med*. 2019. №49(4). P.525-539.

43. **Huber C, Swanenburg J, Leusch M, Tscholl PM.** Beeinflusst die Kühleispraysanwendung am Fuß die dynamische Stabilisationsfähigkeit // *Sportverletz Sportschaden*. 2015. №29(2). P. 99-106. (In German).

44. **Буторина А.В., Кондратенко Р.О., Нестеров С.Б.** Разработка и апробация охлаждающего аэрозоля для спортивной медицины // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование*. 2015. №1. С.18-26.

45. **Shah A, Vidoni A, McGarry S, Davies M, James S et al.** Ethyl chloride spray for musculoskeletal ultrasound-guided

come countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2015;385(2):10.

29. **Khbulava GG.** To the question of pain as a physiological, ontological and existential category. phenomenological approach. *Medicine and health care organization*. 2017;2,4:25-36. (In Russ.)

30. **Nagornaya AV, J. Bourke.** The story of pain: From prayer to painkillers. *Human being: Image and essence. Humanitarian aspects*. 2015;(26)1:264-282. (In Russ.)

31. **Pikoff HB.** Psychological mislabeling of chronic pain: lessons from migraine in the 20th century. *Pain Manag.* 2017;7(2):127-132.

32. **Raimkulov BN, Raimkulova KB, Raimkulova HB, Baeshov RA, Bhat NA.** Obshchaya kharakteristika boli. Mekhanizm razvitiya boli (obzor literatury). *Vestnik KazNMU*. 2016;2:324-327. (In Russ.)

33. **Kobylin I.** Istoriya boli: affekt, yazykovye igry i biopolitika stradaniya. *Novoe literaturnoe obozrenie*. 2017;(145)3:350-361. (In Russ.)

34. **Damulin IV, Strutsenko AA.** Pain: Pathogenetic, Clinical, and Therapeutic Aspects. *Difficult patient*. 2018;16,11:40-44. (In Russ.) DOI: 10.24411/2074-1995-2018-10029

35. **Mendelevich EG.** Somatization of anxiety disorders in the practice of a neurologist: Algorithms and approaches to differentiated treatment. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2014;(4):81-86. (In Russ.) DOI: 10.14412/2074-2711-2014-4-81-86.

36. **Potapov AL.** Posleoperatsionnaya analgeziya opioidami i biopsikhosotsial'naya model' boli. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*. 2015;12,3:15-18. (In Russ.)

37. **Poydunov AA.** Assessment of young sportsmen's ability to endure physical pain. *Tambov University Review. Series Humanities*. 2018;23,174:84-90. (In Russ.)

38. **Rowan MP, Berg KA, Milam SB, Jeske NA, Roberts JL et al.** 17beta-estradiol rapidly enhances bradykinin signaling in primary sensory neurons in vitro and in vivo. *J Pharmacol Exp Ther*. 2010;335(1):190-6.

39. **Balashova TV, Mnatsakanyan LA, Andreeva NA, Pavlov VA, Shumatov VB.** Epidemiology and sex-related differences in pain. *Pacific Medical Journal*. 2013;1(51):16-20. (In Russ.)

40. **Weyer AD, Zappia KJ, Garrison SR, O'Hara CL, Dodge AK et al.** Nociceptor Sensitization Depends on Age and Pain Chronicity (1,2,3). *eNeuro*. 2016;3(1):0115-15.

41. **Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S.** Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(2):113-125.

42. **Heuberger JAAC, Cohen AF.** Review of WADA Prohibited Substances: Limited Evidence for Performance-Enhancing Effects. *Sports Med*. 2019;49(4):525-539.

43. **Huber C, Swanenburg J, Leusch M, Tscholl PM.** Beeinflusst die Kühleispraysanwendung am Fuß die dynamische Stabilisationsfähigkeit? [Short-Term Cryotherapy – Putting Dynamic Foot and Ankle Stability at Risk?]. *Sportverletz Sportschaden*. 2015; 29(2):99-106. DOI: 10.1055/s-0034-1399100.

44. **Butorina AV, Kondratenko RO, Nesterov SB.** Development and testing of cooling spray for sports medicine. *Scientific Journal NRU ITMO: Refrigeration and Air Conditioning*. 2015;1:18-26. (In German).

45. **Shah A, Vidoni A, McGarry S, Davies M, James S et al.** Ethyl chloride spray for musculoskeletal ultrasound-guided injections: An alternative to subcutaneous injection of local anesthetic solution. *J Clin Ultrasound*. 2018;46(2):129-131.

injections: An alternative to subcutaneous injection of local anesthetic solution // J Clin Ultrasound. 2018. №46(2). P.129-131.

46. **Yen SC, Folmar E, Friend KA, Wang YC, Chui KK.** Effects of kinesiotaping and athletic taping on ankle kinematics during walking in individuals with chronic ankle instability: A pilot study // *Gait Posture*. 2018. №66. P.118-123.

47. **Holgado D, Hopker J, Sanabria D, Zabala M.** Analgesics and Sport Performance: Beyond the Pain-Modulating Effects // *PM R*. 2018; №10(1) P.72-82.

48. **Trofa DP, Miller JC, Jang ES, Woode DR, Greisberg JK et al.** Professional Athletes' Return to Play and Performance After Operative Repair of an Achilles Tendon Rupture // *Am J Sports Med*. 2017. №45(12). P.2864-2871.

46. **Yen SC, Folmar E, Friend KA, Wang YC, Chui KK.** Effects of kinesiotaping and athletic taping on ankle kinematics during walking in individuals with chronic ankle instability: A pilot study. *Gait Posture*. 2018;66:118-123.

47. **Holgado D, Hopker J, Sanabria D, Zabala M.** Analgesics and Sport Performance: Beyond the Pain-Modulating Effects. *PMR*. 2018;10(1):72-82.

48. **Trofa DP, Miller JC, Jang ES, Woode DR, Greisberg JK, et al.** Professional Athletes' Return to Play and Performance After Operative Repair of an Achilles Tendon Rupture. *Am J Sports Med*. 2017;45(12):2864-2871.

Сведения об авторах:

Морозов Артем Михайлович, ассистент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, к.м.н. (+7(904)015-51-81; ammorozovv@gmail.com). ORCID ID: 0000-0003-4213-5379

Сергеев Алексей Николаевич, заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, доцент, д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-9657-8063

Кадыков Виктор Алексеевич, доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-7516-3467

Аскеров Эльшад Магомедович, доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-2567-6088

Халилова Тэлли Али кызы, студентка ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0000-0002-1320-5756

Городничев Кирилл Игоревич, студент ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0000-0001-7776-5712

Пахомов Михаил Алексеевич, студент ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0000-0002-3541-0128

Information about the authors:

Artem M. Morozov, M.D., Ph.D. (Medicine), Assistant Lecturer of the Department of General surgery of the Tver State Medical University. (+7(904)015-51-81; ammorozovv@gmail.com). ORCID ID: 0000-0003-4213-5379

Aleksey N. Sergeev, M.D., D.Sc. (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of General Surgery of the Tver State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-9657-8063

Victor A. Kadykov, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of General surgery of the Tver State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-7516-3467

Elshad M. Askerov, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of General surgery of the Tver State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-2567-6088

Telli A. k. Khalilova, 4th year Student of the Tver State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-1320-5756

Kirill I. Gorodnichev, Student of the Tver State Medical University. ORCID ID: 0000-0001-7776-5712

Mikhail A. Pakhomov, Student of the Tver State Medical University. ORCID ID: 0000-0002-3541-0128

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 15.09.2019

Принята к публикации: 13.12.2019

Received: 15 September 2019

Accepted: 13 December 2019

Анализ физических, генетических и психологических методов профилактики травм опорно-двигательной системы у высококвалифицированных спортсменов

А.С. Самойлов, М.Н. Величко, А.Ю. Терсков, А.С. Доможирова, А.М. Белякова, Е.И. Разумец, Д.В. Волченко, О.А. Созонов, Е.Я. Шпиз

ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В статье приведен обзор существующих методик профилактики спортивного травматизма, применяемых в настоящее время в России и за рубежом. Проанализированы методы лечебной физической культуры, описан механизм действия методик ЛФК, изучены перспективы развития данного направления. Также представлены генетические исследования с целью профилактики травм опорно-двигательной системы, подняты вопросы предрасположенности к различным видам спорта в зависимости от генотипа. Описаны психологические аспекты профилактики спортивного травматизма, в частности проанализирован мировой опыт психопрофилактики травм в спорте высших достижений.

Ключевые слова: спортивная травма, спорт высших достижений, лечебная физическая культура, профилактика спортивного травматизма, психология спортивной травмы

Для цитирования: Самойлов А.С., Величко М.Н., Терсков А.Ю., Доможирова А.С., Белякова А.М., Разумец Е.И., Волченко Д.В., Созонов О.А., Шпиз Е.Я. Анализ физических, генетических и психологических методов профилактики травм опорно-двигательной системы у высококвалифицированных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.46-57. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.46

The analysis of physical, genetic and psychological methods of musculoskeletal system injuries prevention in elite athletes

Aleksandr S. Samoilov, Maksim N. Velichko, Aleksandr Y. Terskov, Antonina S. Domozhirova, Anna M. Belyakova, Elena I. Razumets, Denis V. Volchenko, Oleg A. Sozonov, Evgeny Ya. Shpiz

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

ABSTRACT

The article reviews the existing methods of injury prevention in sport currently used in Russia and abroad. The article analyzes therapeutic exercises for injury prevention programs and the possible mechanisms of their action. The authors studied the perspectives of prophylactic exercises for injury prevention. The article presents genetic methods for musculoskeletal system injury prevention. The article raises issues of predisposition to various sports depending on the genotype. In addition, the article describes the psychological aspects of the sport injury prevention, in particular, international experience of the injury psycho-prevention in top-level sports.

Key words: injury prevention programs, elite sport, sports injury prevention, psychology of sports injury

For citation: Samoilov AS, Velichko MN, Terskov AY, Domozhirova AS, Belyakova AM, Razumets EI, Volchenko DV, Sozonov OA, Shpiz EYa. Analysis of physical, genetic and psychological methods of preventing injuries of the musculoskeletal system in elite athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2020; 10(1):46-57 (In Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.46

1. Введение

Участие в соревнованиях для спортсмена всегда связано с высокими физиологическими, биомеханическими и психическими нагрузками [1]. Травмы могут случиться на любом этапе профессиональной деятельности спортсмена и представляют значительные экономические, медицинские, личные и общественные потери. В Европе приблизительно 4,5 миллиона спортсменов ежегодно проходят лечение по поводу травм [2]. Тяжелые повреждения сопровождаются негативными эмоциональными реакциями, такими как тревога, гнев и депрессия [3] и снижением психологического и физиологического благополучия [4]. Более того, в недавних зарубежных и отечественных исследованиях было показано, что некоторые травмы воспринимаются спортсменами как события, которые могут оказать существенное влияние на карьеру, а также жизненный путь спортсмена в целом [5].

Цель исследования – выяснить роль лечебной физкультуры, а также генетических и психологических методов в профилактике травм опорно-двигательной системы у спортсменов высокой квалификации на современном этапе.

Задачи исследования: 1. Провести литературный поиск в базах e-Library, PubMed (MedLine), Web of Science, Google Scholar, Elsevier и др.; 2. Изучить имеющиеся методики ЛФК, используемые для предотвращения спортивных травм; 3. Проанализировать современные исследования генетических факторов риска повышения травматизма в спорте; 4. Исследовать психологические аспекты профилактики спортивного травматизма.

2. Снижение травматизма средствами спортивной специфической лечебной физкультуры (ЛФК)

Уровень травматизма растет независимо от вида спорта и типа занятий из-за увеличения количества людей, профессионально занимающихся спортом и роста конкуренции в спортивной среде. Спортивная травма подразумевает дисфункцию организма, которая обычно вызывает боль и резко ограничивает или вовсе прерывает тренировочную и соревновательную деятельность. Изменения в обстановке, связанные с травмой, пропуск соревнований, влияют на личные аспекты жизни спортсмена и его привычный уклад.

Учитывая высокий уровень травматизма в соревновательном спорте, а также его очевидные негативные последствия, представляется весьма актуальной разработка и внедрение в практику эффективных стратегий его профилактики [6]. Крайне важным представляется и своевременное использование методов психологической и психофизиологической диагностики состояния спортсменов на различных этапах спортивной деятельности [7].

Понятие спортивной травмы и классификация таких случаев являются субъективными как с точки зрения врача, так и пациента. Исследования показали, что любители чаще травмируются во время тренировок, а профессионалы во время соревнований. Повреждения

у профессиональных спортсменов обычно менее серьезные, тогда как умеренные и тяжелые травмы преобладают у любителей [8]. Считается, что профилактические программы тренировок больше необходимы молодым атлетам, так как у них еще не выработался опыт, который может обеспечивать более правильное выполнение упражнений. Стоит отметить, что тренеры являются ключом к продвижению методик профилактики травматизма, так как могут напрямую влиять на регулярное и правильное выполнение профилактической лечебной физкультуры [9].

Многочисленные программы ЛФК, направленные на профилактику спортивных травм, на сегодняшний день уже доказали свою эффективность. Хорошо исследованы профилактические свойства общей физической активности в отношении многочисленных заболеваний и факторов риска, связанных со здоровьем [2, 10]. При этом такие популярные командные виды спорта, как футбол, гандбол, волейбол и баскетбол, в глобальном масштабе дают почти две трети всех спортивных травм [11, 12]. Контактные виды спорта, требующие серьезной физической подготовки и умения играть с высокой интенсивностью, характеризуются значительным риском травматизма, как для профессиональных спортсменов, так и для любителей, независимо от возраста [13]. Лечение является сложным, трудоемким и дорогостоящим мероприятием как для общества, так и для отдельного человека. В связи с этим, крайне важным компонентом деятельности спортсмена является профилактика травматизма с помощью различных видов силовых тренировок, проприоцептивных упражнений и их комбинаций, доступных практически каждому, и чаще всего не требующих постоянной помощи медицинского персонала.

Большинство исследований эффективности профилактических силовых тренировок имеют недостатки, касающиеся точного обозначения вида повреждения и различий между острыми и перегрузочными синдромами. Предполагается, что механизм предотвращения острых травм включается опосредованно через воздействие силовых тренировок на улучшение координации, техники отработки тренировочных и соревновательных ситуаций, а также через укрепление окружающих тканей, снижение критических нагрузок на суставы и улучшение психологического восприятия спортивной деятельности. Говоря о перегрузочных повреждениях, стоит отметить, что постепенное увеличение нагрузок, учёт способности к ремоделированию и васкуляризации ткани считаются важными факторами в тканевом балансе и, следовательно, в риске получения перегрузочной травмы. Эти феномены доказали свою состоятельность при выполнении упражнений, направленных на коррекцию треккинга надколенника. Данный подход гипотетически может быть эффективен для всех перегрузочных синдромов.

Полностью индивидуализированные программы под наблюдением тренера сложны в реализации. В большин-

стве крупномасштабных исследований такие параметры, как ознакомление, индивидуальное обучение рабочей нагрузке спортсмена/тренера, целевые параметры фаз реабилитационного процесса, соответствующие вариации и критерии этапов восстановления должны, прежде всего, быть «реалистичными». То есть как минимум, их выполнение и освоение не должно занимать много времени. Большинство исследований подтверждают мнение о том, что травмы от перегрузок возникают, когда ткани хронически перенапряжены. Поэтому предполагается, что профилактические меры, помимо простого избегания боли или уменьшения количества тренировок/соревнований, могут включать предварительное кондиционирование, вариации в упражнениях и улучшение координации, а также техники из программы силовых тренировок. Несмотря на постоянное совершенствование таких программ, принципы и рекомендации, имеющиеся в нашем распоряжении, уже сейчас важны для спортсменов, а также в качестве направления для будущих исследований.

В настоящее время доказана эффективность упражнений в плане увеличения порога повреждения тканей, улучшения психологической подготовленности, совершенствования технической составляющей в контексте предотвращения острых травм и кондиционирования тканей для профилактики перегрузочных повреждений. Спортсмены и тренеры, однако, часто пренебрегают ранними этапами профилактики, которые должны быть проведены в межсезонный период и на других этапах подготовки вне соревнования. Профилактические занятия ЛФК должны начинаться как можно раньше, так как такого рода тренировки улучшают в том числе и спортивную результативность. А этой есть задача спортивной подготовки в широком смысле.

3. Перспективы развития методов ЛФК для профилактики спортивного травматизма

Этиологическими факторами возникновения спортивных травм, на которые можно воздействовать, считают: мышечный дисбаланс (например, неправильное соотношение силы мышц задней поверхности бедер к силе квадрицепсов), мышечную усталость, мышечное напряжение, недостаточную разминку и наличие предыдущих травм. Эти факторы обладают аддитивным эффектом и при превышении определенного порога теоретически могут привести к повреждению [14].

Перечисленные этиологические факторы были предложены для объяснения причин травм области голеностопного сустава, и, вероятно, их можно увидеть при других локализациях повреждений в опорно-двигательной системе спортсменов. Недостаточная сила так называемых «мышц корпуса» была предложена в качестве важного фактора риска травм паховой области и, возможно, других повреждений, связанных с некачественной биомеханической передачей нагрузки.

Будущие исследования по профилактике травматизма в спорте должны учитывать силу мышц корпуса

при разработке индивидуальных и групповых программ ЛФК. В генезе острых повреждений имеют большое значение индивидуальные когнитивные способности, возможности пространственной ориентации, постуральный баланс и навыки координации, а также оценка таких новых сфер как функционирование мышечных цепей и когерентных мышечных фасций в контексте целостного понимания тела.

В соревновательном спорте наиболее частыми травмами являются повреждения связок [11, 15] и перенапряжения мышц [12]. Недавние исследования показывают, что травмы возникают в основном в течение первых и последних 15 минут игры, что подчеркивает возможную важность разминки и влияние усталости на спортсменов [12]. Большая часть повреждений (60–90%) относится к нижним конечностям, в особенности к голеностопному и коленному суставам (передняя крестообразная связка), области бедра (четырёхглавая мышца и подколенные сухожилия). Учитывая всю очевидность этих проблем, необходимо понимание механизмов получения травм и управление рисками их получения. В настоящее время проблему пытаются решить при помощи профилактических программ ЛФК. В англоязычной литературе для этого используется термин: «Injury Prevention Programs» – программы предотвращения травм (IPP).

По проблемам разработки подобных программ было проведено большое количество исследований [16]. В большинстве из них целью было оценить эффективность лечебной физкультуры в плане снижения количества спортивных травм. При этом требовалось отдельно проанализировать имеющиеся силовые тренировки, стретчинг, упражнения для развития проприоцептивной системы и их сочетания, а также дать отдельную оценку программы в плане воздействия на частоту хронических и острых повреждений.

Общая оценка влияния ЛФК на травматизм неоднозначна. Анализ научных работ не выявил однозначного положительного эффекта от стретчинга, тогда как комплексные тренировки, упражнения для проприоцептивной системы и силовые тренировки демонстрируют тенденцию к увеличению общей физической подготовленности и через это к снижению травматизма [16].

В связи с этим, есть необходимость в дальнейшем исследовании профилактического эффекта силовых тренировок на более широкий спектр травм, так как анализ показывает большой потенциал посредством использования данного типа вмешательства. Так, например, Parkkari и соавт. (2001) описали 16 контролируемых исследований, где были обобщены основные концепции по возможной профилактике спортивных травм, такие как внешние факторы (в том числе ЛФК, окружающая среда, оборудование) и внутренние (в том числе физические характеристики, годность к занятиям, возраст, пол, психологические моменты) факторы риска [17]. При этом, для оценки эффективности программы пред-

лагалась четырехступенчатая модель Van Mechelen's [18]. Эта модель предполагает, что механизм травматизации должен быть известен заранее. После имплементации программы для оценки ее эффективности рекомендуется провести повторную оценку травматизма в исследуемой группе. По результатам исследований, стало ясно, что спортивные организации не хотят осуществлять политику, направленную на безопасное занятие спортом до тех пор, пока она не будет принята тренерами и спортсменами [19]. Предоставление доказательств эффективности отдельных программ часто не может само по себе положительно повлиять на степень приверженности их выполнению. Тренеры больше заботятся о сохранении устоявшейся для данного вида спорта практики. Cumps и соавт. (2007) обнаружили, что использование привычного для спортсменов инвентаря имеет решающее значение для качественного выполнения программы ЛФК у баскетболистов [20]. Программы, которые включают в себя как общие, так и специфические для спорта упражнения, показали эффективность в снижении частоты травм голеностопного и коленного суставов. Например, программы, разработанные для футбола, доказали свою эффективность за пределами данного вида спорта [21]. Скандинавские упражнения для мышц задней группы бедра эффективно снижали количество травм сухожилий и, следовательно, они могут быть примером отдельного базового упражнения для предотвращения растяжения подколенных сухожилий, которое работает в широком диапазоне применений.

Вышеупомянутый отсутствующий консенсус по поводу разработки программ ЛФК для конкретных видов спорта может быть одной из возможных причин отсутствия практического применения этих программ. Тем не менее, предполагалось, что правильное выполнение уже имеющихся, работающих упражнений важнее для эффекта предотвращения повреждений, чем выбор упражнения, которое можно считать специфическим [22].

Следует учитывать такой аспект как специфика движения. Например, командные игровые виды спорта имеют одинаковую базовую модель движения, типичную для определенных травматических ситуаций. Для них характерны маневры с многократным ускорением и замедлением, прыжковые нагрузки. В настоящее время считается, что тренировки каждого спортсмена должны в определенном смысле имитировать соревнования, чтобы повысить результативность. Харре (1982) описал это как «принцип специфичности» [23]. Таким образом, можно предположить, что акцент программ должен быть направлен на компоненты движений, присущие конкретным видам спорта, поскольку это обеспечит оптимальную производительность на фоне снижения частоты травм в критических ситуациях.

Программы, состоящие из разных движений, были также в целом успешными. Показано, что использование широкого спектра упражнений, относящихся как к конкретным видам спорта, так и к общим движениям во

время ОФП, эффективно снижало общий уровень травматизма.

Другим аспектом является время внедрения профилактических программ ЛФК, так как количество травм выше в первые четыре недели сезона [24]. Можно предположить, что поддержание определенного уровня подготовки во время межсезонья является неотъемлемой частью программы профилактики. С другой стороны, нельзя не учитывать эффект перегрузки, вызванный повторяющимися спортивными специфическими движениями. Он представляет собой еще одну потенциальную проблему – чрезмерно интенсивное применение профилактической программы приводило к увеличению количества травм в сравнении с контрольной группой, как показано в одном исследовании [21].

Результаты систематического литературного поиска показывают, что комплексные и общие программы профилактики ЛФК имеют большой потенциал в плане снижения риска спортивных травм. Это согласуется с другими систематическими обзорами, опубликованными ранее [8, 24-26]. Кроме того, программы могут быть легко внедрены в обычную тренировочную практику. Показано, что одной из эффективных стратегий реализации программ ЛФК является использование их в качестве разминки (10-20 минут) во время каждой тренировки. Кроме того, профилактическая ЛФК должна применяться последовательно в течение всего года и акцентировать внимание на правильной технике, а не на сложности упражнений.

Оценка и внедрение профилактических программ тренировок имеет важное значение, так как травмы связаны с дорогостоящим лечением и длительной реабилитацией. Например, в 2006 году Медицинский центр оценки и исследований ФИФА в сотрудничестве с Научно-исследовательским центром спортивной травмы Осло и Центром ортопедической и спортивной медицины Санта-Моники разработали программу профилактики травматизма в футболе FIFA 11+. Программа включает в себя 15 структурированных упражнений [27], состоящих из стабилизации мышц корпуса, эксцентрической тренировки мышц бедра, проприоцептивной тренировки, динамической стабилизации и плиометрических упражнений, выполняемых из стандартизированных исходных позиций. Эффективность программы была подтверждена различными исследованиями с участием спортсменов обоих полов. Выявилось значительное снижение числа случаев бесконтактных травм. Программа изначально была разработана для любительского футбола, однако несколько исследований продемонстрировали ее эффективность для других видов спорта, например, баскетбола [28]. Программа состоит из 3 этапов с 15 упражнениями в определенной последовательности и основана на выполнении ее во время разминки не реже двух раз в неделю. Исследования также показали, что квалифицированный тренер и медицинский мониторинг являются факторами, которые влияют

на эффективность программы FIFA 11+ [21]. Кроме того, для получения результатов требуется не менее 10-12 недель.

Тем не менее, нет единого мнения о «золотом стандарте» упражнений или комбинации упражнений для предотвращения спортивных травм, из чего можно сделать вывод, что соотношение общих и специфических компонентов в плане влияния на эффективность профилактических программ ЛФК до сих пор неизвестно. Может ли тренер использовать одну и ту же программу профилактической лечебной физкультуры для футболистов и волейболистов с одинаковым успехом, или предпочтительна реализация спорт-специфичной программы? Ответ пока не очевиден.

4. Оценка генотипа спортсменов с определением факторов риска получения травм

Генетика спортсменов может оказывать существенное влияние на уровень их работоспособности. Исследования с междисциплинарным подходом привели к более глубокому пониманию различных генетических научных концепций, которые помогают идентифицировать потенциальных спортсменов высшего уровня, обучать их и воспитывать в них спортсменов мирового класса [29].

Спортивная генетика и эндокринология могут внести свой вклад в определение пригодности человека к определенному виду спорта, индивидуальному формированию графика тренировочного процесса, восстановлению после тренировок, предотвращению травм [30-32].

Кроме врожденной предрасположенности к высокой переносимости физической нагрузки, еще одной важной сущностью является генетическая склонность к травмам. Некоторые из спортивных генетических исследований выявили наличие генетических предрасположенностей к более высокому мышечному, сухожильному и костно-хрящевому статусу, что снижает восприимчивость к травмам даже при участии в спортивных тренировках высокой интенсивности. Исследования показали, что существует даже генетическая предрасположенность к лучшему восстановлению после тренировки. Спортивные результаты в значительной степени зависят от физиологических данных спортсменов [30]. Например, морфологические преимущества, такие как длинные тонкие ноги, могут быть выгодным фактором для бега на длинные дистанции, как это видно у некоторых кенийских и эфиопских элитных бегунов.

Генетика играет неотъемлемую роль в спортивных показателях и становится все более важным фактором в попытке снизить частоту травм. С целью снижения спортивного травматизма и оптимизации питания недавние исследования геномных ассоциаций выявили генетические маркеры, связанные с риском некоторых спортивных повреждений и состояний, связанных с физической активностью, в надежде, что эти маркеры могут использоваться отдельными спортсменами для

персонализации тренировок и режимов питания. Было обнаружено более 124 однонуклеотидных полиморфизмов, связанных с разрывом передней крестообразной связки, повреждением ахиллова сухожилия, низкой минеральной плотностью кости и стрессовыми переломами, остеоартритом, дефицитом витаминов/минералов и признаками серповидно-клеточной анемии. Был проведен поиск литературы по генетическим исследованиям в трех категориях здоровья, которые ранее не использовались в контексте спортивной генетики: стрессовый перелом, дефицит витаминов и минералов и остеоартроз. Было найдено большое количество полиморфизмов ДНК (113) в этих категориях наряду с 11 полиморфизмами, которые ранее были связаны со спортивными травмами (разрыв передней крестообразной связки, повреждение ахиллова сухожилия и серповидно-клеточная анемия) [33].

Был идентифицирован ген ACTN, ответственный за ассоциацию скорости и силы мышечной деятельности [34]. Этот ген был первоначально идентифицирован как «ген скорости». Последние исследования в области спортивной генетики подтвердили, что аллель R гена ACTN3 тесно связана со скоростными и силовыми свойствами мышц. Некоторые исследования показали, что генотип RRCTN3 более чувствителен к силовой тренировке [34]. Причина может заключаться в более высоких уровнях биодоступности тестостерона среди генотипов RR.

Многие исследования также подтвердили, что генотип RRCTN3 является более благоприятным с точки зрения предотвращения травм и восстановления после травм за счет синтеза белка в мышцах. Генотип RR гена может быть ответственен за менее агрессивный износ мышечных волокон при физической нагрузке, а также меньшее повреждение мышц во время тренировок высокой интенсивности. Несколько генов-кандидатов связаны с синтезом и регуляцией коллагена, основного биологического фактора и компонента для формирования сухожилий, связок, хрящей.

Еще одна часть генома связана с недостатком витаминов и минералов. Упражнения приводят к биохимическим изменениям в мышцах, которые подвергают метаболические пути стрессу и увеличивают потребность в микроэлементах. Обычные тренировки увеличивают потерю питательных микроэлементов, что требует большего потребления питательных микроэлементов для наращивания, поддержания и восстановления мышечной массы [35]. Кроме того, надлежащие уровни кальция и витамина D важны для поддержания здоровья костей, в то время как железо, цинк и комплекс витаминов B важны для гематологической функции. Имеются данные о генах, регулирующих уровни железа, циркулирующего витамина E, циркулирующего витамина D, сывороточного кальция, магния, витамина B12, витамина B6, витамина B9, фитостерола и гомоцистеина в плазме [36,37].

Athlome Project Consortium был создан в 2015 году для коллективного изучения ограниченных данных о генотипе и фенотипе, имеющихся у элитных спортсменов, а также с целью адаптации к тренировкам и травмам скелетно-мышечной системы [38]. Конечной целью этого предприятия является информирование о персонализированном обучении и профилактике травм. На промежуточных этапах необходимо выявить тех, кто подвержен повышенному риску травматизации скелетно-мышечной системы. Тех, у кого участие в соревнованиях или просто занятие физкультурой на бытовом уровне может привести к острым и хроническим травмам скелетно-мышечной системы [39].

Попытка идентификации генных вариаций, которые могут привести к увеличению или уменьшению риска спортивных травм, была предпринята для ряда состояний, включая повреждение связок, сухожилий, мышц, и травм костей. На сегодняшний день в данной сфере было опубликовано только одно общегеномное ассоциативное исследование (GWAS), в котором не было выявлено каких-либо значительных вариаций генов, способствующих повреждению ахиллова сухожилия или передней крестообразной связки (ПКС) [40]. Размеры выборки в исследованиях генов-кандидатов были довольно малы (обычно от 100 до 200 случаев) [41]. После проведения большого анализа данных литературы по эффективности лечебной физкультуры в плане профилактики травм стало ясно, что существует значительная индивидуальная вариабельность в ответах на физическую нагрузку. Следствием этого является то, что некоторые люди «плохо реагируют» (улучшают свою физическую форму лишь незначительно после определенной тренировки), в то время как другие реагируют хорошо или очень хорошо («хорошо реагирующие»). Реакция на тренировку также зависит от типа и продолжительности протокола тренировок. Например, интенсивные прерывистые упражнения или интервальные тренировки приобрели популярность в последние несколько лет и являются мощным стимулом для многих физиологических адаптаций, обычно связанных с традиционными непрерывными тренировками средней интенсивности [42].

Генетическое тестирование особенно показано в следующих сценариях; положительный семейный анамнез наследственного заболевания сердца (например, кардиомиопатии, аортопатии) или подозрение на этот тип заболевания (например, эпизоды обморока, аритмии, остановка сердца, внезапная смерть); или для случая, когда фенотип спортсмена четко указывает на наличие наследственного заболевания (синдром Марфана) [43]. Спортивные организации, желающие проводить генетические исследования при состояниях, которые могут приводить к повышенному риску внезапной сердечной смерти, должны привлекать практикующего врача для необходимого клинического обследования и консультирования до тестирования.

5. Психологическая подготовка как метод профилактики спортивного травматизма

Для разработки эффективных методов и программ профилактики важно выделить факторы риска, которые увеличивают вероятность спортивных травм. Необходимо рассмотреть, во-первых, как психологические факторы могут повысить риск получения травмы, а во-вторых, как программы психологической коррекции могут быть использованы для снижения риска спортивного травматизма.

6. Психологические предпосылки спортивной травмы

Несмотря на общепризнанную высокоразвитую школу отечественной спортивной психологии, исследования влияния психологических факторов на уровень спортивного травматизма весьма немногочисленны и начаты относительно недавно [44,45]. В зарубежной литературе в области профилактики и прогнозирования спортивных травм активные исследования проводятся с 80-х годов прошлого столетия. В результате научных изысканий зарубежных коллег было разработано несколько теоретических моделей, описывающих процесс получения травмы с психологической точки зрения. Наиболее цитируемой и используемой основой для исследований является модель стресса и спортивных травм [46]. Согласно этой модели, на уровень риска получения повреждения влияет величина стрессовых реакций спортсмена, а также субъективная оценка потенциально стрессовых ситуаций (соревнования, тренировки). На обе переменные влияют три категории психологических факторов; личностные особенности спортсмена, история воздействия стрессоров и так называемые стратегии совладания, или копинг-стратегии. Кроме того, модель предполагает, что психологическая коррекция эффективна в уменьшении риска травм за счет снижения величины стрессовых реакций и изменения когнитивной оценки [46]. Модель была разработана в качестве основы для острой травмы. Опубликованный в 2016 г. мета-анализ показал, что данная модель в полной мере может быть применима в качестве основы для исследований предикторов спортивной травмы [5]. Все три категории психологических факторов, описываемых моделью, оказывают косвенное влияние на уровень травматизма через стрессовые реакции. Однако, узкая направленность модели на когнитивные стрессовые реакции (например, негативные оценки) была отмечена как потенциальное ограничение использования данной концепции.

Учитывая, что стрессовые реакции были признаны наиболее сильными предикторами травм [47], большое внимание в зарубежных исследованиях по профилактике спортивного травматизма было направлено на эти переменные.

Стрессовая модель служит основой для изучения острых травм. Однако в последнее время повышенное внимание уделяется взаимосвязи между психологиче-

скими факторами и риском хронических повреждений, которые обычно не имеют четко идентифицируемого начала [47]. Здесь, как и при острых травмах, личностные факторы, история воздействия стрессоров и неэффективные копинг-стратегии являются ключевыми. Кроме того, психофизиологические (такие как когнитивное утомление), а также социокультурные факторы, как полагают шведские специалисты, влияют на риск высоко травматизма. Особый интерес вызывает тот факт, что социокультурные нормы, такие как табуирование жалоб на боль и другие симптомы, были определены как фактор, который может увеличить количество травм. Культурные ценности и нормы могут влиять на восприятие спортсменами того, какие типы поведения желательны и ценятся в команде. В частности, в качестве потенциальных факторов риска были определены культурные ожидания в соревновательном спорте, в том числе в борьбе за высокое положение в команде, такие как запрет на жалобы на боль и незначительные повреждения, а также продолжение соревноваться при наличии травмы [48].

7. Мировой опыт психопрофилактики травматизма у спортсменов

В мировой литературе выделяют несколько видов различных психологических вмешательств, призванных снизить риск получения травмы в результате изменения реакции на стресс. Различные программы, такие как сессии когнитивно-поведенческой терапии, подход «осознанность-принятие-выполнение обязательств», групповые тренинги психологических навыков [47], использовались для снижения риска травм. В целом все эти вмешательства основаны на предположениях Уильямс и Андерсена (1998), а также Грумса и Онате [49], что вмешательства должны быть сосредоточены на нейрочкогнитивных процессах, таких как внимание, память. Нейрочкогнитивные процессы, в свою очередь, влияют на управление движением, зрительно-моторную функцию и восприимчивость к травмам [49].

За последние десятилетия был проведен ряд исследований эффективности психокоррекционных мероприятий в снижении риска возникновения спортивных травм. Помимо вида самого вмешательства, крайне важно учитывать, что существуют еще и объективные факторы, влияющие на результат исследования. Например, вполне вероятно, что эффект профилактических вмешательств связан с количеством психокоррекционных сессий до того момента, как поведение пациента изменяется на желаемое [50]. Другим фактором, который может повлиять на результаты исследований психокоррекции, является методологическое качество исследования.

В различных исследованиях используются несколько подходов к психокоррекционному вмешательству, таких как когнитивно-поведенческая терапия и тренинги психологических навыков. Независимо от подхода, эти исследования показывают значительный эффект, предполагая, что вмешательства были успешными. Различные

подходы к психологическому вмешательству могут быть одинаково эффективными в ряде различных контекстов, как это подтверждают, например, Липси и Уилсон [51]. В проведенном мета-анализе, включающем 302 исследования, они показали, что между подходами нет различий в эффективности. Из 302 исследований только шесть дали отрицательный эффект (то есть вмешательство негативно воздействовало на участников экспериментальной группы). Учитывая, что большинство подходов являются эффективными, предполагается, что возможность обсуждать вопросы повседневной жизни со специалистом в области психологии является одним из ключевых факторов в программах профилактики травматизма.

Тем не менее, исследования психологической коррекции с целью профилактики травм немногочисленны по сравнению с применением других методов [52]. Разумно предположить, что профилактические психологические вмешательства, улучшающие навыки спортсменов, могут улучшить спортивные показатели. Тренинг психологических навыков позволяет уменьшить величину стрессовых реакций, что может быть объяснением снижения травматизма. Поэтому необходимо учитывать психологическую составляющую, чтобы иметь возможность предотвратить травмы в соответствии с возможными факторами риска.

Поскольку было установлено, что стресс имеет существенную связь с уровнем травматизма, были инициированы интервенционные исследования, основанные на психологических программах, имеющих целью уменьшения величины стрессовых реакций. Несмотря на то, что в этих исследованиях использовались различные программы психологической коррекции, все они представили доказательства того, что психологическая коррекция уменьшает риск возникновения травмы. Чтобы оценить, как и для кого работают психологические вмешательства, будущие исследования должны включать опосредование (например, изменения в реакциях на стресс) и смягчающие переменные (например, субъективное качество отношений между участником и исследователем). На основе таких знаний представляется возможным разработать специализированные программы для разных групп спортсменов.

8. Выводы

1. В целом было показано, что физическая активность эффективно уменьшает количество травм при занятиях спортом. Целесообразно формировать составные программы из заданий, которые уже доказали свою эффективность при использовании в качестве самостоятельных профилактических интервенций. При этом, в разработке эффективных профилактических программ лечебной физкультуры акцент должен быть сохранен на эффективных силовых тренировках, в которых используется какое-то одно терапевтическое воздействие.

2. Результаты исследований применения генетического скрининга для оценки риска травм скелетно-мышечной системы

шечной системы могут дать информацию для изменения программ тренировок, а также физиотерапевтического вмешательства для предотвращения травм. Текущий уровень доказательств, однако, не поддерживает клиническое использование генетического скрининга. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы получить более глубокое понимание перечня генов, которые способствуют риску травмы, и эффективности персонализированных тренировочных режимов в снижении частоты травм по сравнению с обычной тренировкой.

3. Психическая подготовленность спортсмена играет важную роль в профессиональной деятельности спортсмена. Несмотря на то, что в исследованиях использовались различные программы психологической коррекции, все они представили доказательства того, что

психологическая коррекция уменьшает риск возникновения травмы. Чтобы оценить, как и для кого работают психологические вмешательства, будущие исследования должны включать опосредование (например, изменения в реакциях на стресс) и смягчающие переменные (например, субъективное качество отношений между участником и исследователем). На основе таких знаний представляется возможным разработать специализированные программы для разных групп спортсменов.

Таким образом, выполненный анализ выявил необходимость применения комплексного междисциплинарного подхода в выборе и дальнейшей разработке наиболее перспективных и рациональных методов индивидуализации профилактики и лечения травм у спортсменов.

Список литературы

1. Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е., Самамикоджеди Н., Каркищенко Н.Н., Таламбум Е.А. и др. Использование современных аппаратно-программных комплексов для изучения особенностей адаптации организма к физическим нагрузкам // Биомедицина. 2011. №2. С.65-72.
2. **Kisser R, Bauer.** Sport injuries in the European Union. 16(1):A211. https://www.researchgate.net/publication/273567865_Sport_injuries_in_the_European_Union. Accessed November 7, 2019.
3. **Wiese-Bjornstal DM.** Psychology and socioculture affect injury risk, response, and recovery in high-intensity athletes: a consensus statement // *Scand J Med Sci Sports*. 2010. Vol.20, Suppl 2. P.103-111.
4. **Maffulli N, Longo UG, Gougoulias N, Caine D, Denaro V.** Sport injuries: a review of outcomes // *Br Med Bull*. 2011. Vol.97. P.47-80.
5. **Ivarsson A, Stambulova N, Johnson U.** Injury as a career transition: Experiences of a Swedish elite handball player // *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2016. Vol.16, №4. P.365-381
6. **Ачкасов Е.Е., Литвиненко А.С., Куршев В.В.** Ударно-волновая терапия при заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата, обусловленных занятием спортом // *Вестник восстановительной медицины*. 2015. №1(65). С.42-50.
7. **Ключников М.С., Разуец Е.И.** Мониторинг психофизиологического состояния спортсменов на УТС // *Спортивный психолог*. 2016. №4(43). С.16-21.
8. **Elm EV, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC et al.** Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies // *BMJ*. 2007. Vol.335. P.806-808.
9. **Cox AJ, Gleeson M, Pyne DB, Callister R, Fricker PA et al.** Cytokine gene polymorphisms and risk for upper respiratory symptoms in highly-trained athletes // *Exerc Immunol Rev*. 2010. Vol.16. P.8-21.
10. US Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health A Report of the Surgeon General. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. 1996. <https://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/sgrfull.pdf>

References

1. **Runenko SD, Achkasov EE, Samamikodzhedi N, Karkishchenko NN, Talambum EA et al.** The use of modern hardware-software complexes for the study of the features of adaptation of organism to physical exercises. *Journal Biomed*. 2011;1(2):65-72. (In Russ.)
2. **Kisser R, Bauer.** Sport injuries in the European Union. 16(1):A211. https://www.researchgate.net/publication/273567865_Sport_injuries_in_the_European_Union. Accessed November 7, 2019.
3. **Wiese-Bjornstal DM.** Psychology and socioculture affect injury risk, response, and recovery in high-intensity athletes: a consensus statement. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(2):103-111.
4. **Maffulli N, Longo UG, Gougoulias N, Caine D, Denaro V.** Sport injuries: a review of outcomes. *Br Med Bull*. 2011;97:47-80.
5. **Ivarsson A, Stambulova N, Johnson U.** Injury as a career transition: Experiences of a Swedish elite handball player. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2016Oct;16(4):365-381.
6. **Achkasov EE, Litvinenko AS, Kurshev VV.** Shockwave therapy in diseases and injuries of the musculoskeletal system due sports. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2015;1(65):42-50.(In Russ.)
7. **Klyuchnikov MS, Razumets EI.** Monitoring of the psychophysiological state of athletes on the training camp. *Sports psychologist*. 2016;4(43):16-21.(In Russ.)
8. **Elm EV, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC et al.** Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ*. 2007;335:806-808.
9. **Cox AJ, Gleeson M, Pyne DB, Callister R, Fricker PA et al.** Cytokine gene polymorphisms and risk for upper respiratory symptoms in highly-trained athletes. *Exerc Immunol Rev*. 2010;16:8-21.
10. US Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health A Report of the Surgeon General. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. 1996. <https://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/sgrfull.pdf>
11. **Hootman JM, Dick R, Agel J.** Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury

11. **Hootman JM, Dick R, Agel J.** Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives // *J Athl Train.* 2007. Vol.42(2). P.311-319.
12. **Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M.** Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer) // *Am J Sports Med.* 2011. Vol.39(6). P.1226-1232.
13. **Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A.** The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries // *Br J Sports Med.* 2002. Vol.36(6). P.436-441.
14. **Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB.** Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis // *Br J Sports Med.* 2018. Vol.52(24). P.1557-1563.
15. **Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM.** Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports? a systematic review // *Sports Med.* 2012. Vol.42(9). P.791-815.
16. **Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB.** The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials // *Br J Sports Med.* 2014. Vol.48(11). P.871-877.
17. **Parkkari J, Kujala UM, Kannus P.** Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work // *Sports Med.* 2001. Vol.31(14). P.985-995.
18. **Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC.** Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts // *Sports Med.* 1992. Vol.14(2). P.82-99.
19. **Finch C.** A new framework for research leading to sports injury prevention // *J Sci Med Sport.* 2006. Vol.9(1-2). P.3-9.
20. **Cumps E, Verhagen E, Meeusen R.** Efficacy of A Sports Specific Balance Training Programme on The Incidence of Ankle Sprains in Basketball // *J Sports Sci Med.* 2007. Vol.6(2). P.212-219.
21. **Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N et al.** The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players. A Cluster Randomized Controlled Trial // *Am J Sports Med.* 2012. Vol.40. P.996-1005.
22. **Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M et al.** Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players // *Am J Sports Med.* 2011. Vol.39(1). P.57-63.
23. **Harre D.** Principles of Sports Training: Introduction to the Theory and Methods of Training (English). Berlin: Sportverlag, 1982.
24. **Stevenson MR.** Sport, age, and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia // *Br J Sports Med.* 2000. Vol.34. P.188-194.
25. **Abernethy L, Bleakley C.** Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review // *Br J Sports Med.* 2007. Vol.41. P.627-638.
26. **Rosler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T et al.** Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis // *Sports Medicine.* 2014. Vol.44. P.1733-1748.
27. **Bizzini M, Dvorak J.** FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review // *Br J Sports Med.* 2015. Vol.49. №9. P.577-579.
28. **Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G et al.** Mechanisms for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries Knee Joint Kinematics in 10 Injury Situations from Female Team Handball and Basketball. *Am J Sports Med.* 2010;38:2218-2225.
29. **Belli T, Crisp AH, Verlengia R.** Greater muscle damage in athletes with ACTN3 R577X (RS1815739) gene polymorphism after an ultra-endurance race: a pilot study. *Biol Sport.* 2017;34(2):105-110.
- prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007;42(2):311-319.
12. **Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M.** Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226-1232.
13. **Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A.** The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(6):436-441. DOI:10.1136/bjism.36.6.436
14. **Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB.** Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2018;52(24):1557-1563. DOI:10.1136/bjsports-2018-099078
15. **Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM.** Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports? a systematic review. *Sports Med.* 2012;42(9):791-815.
16. **Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB.** The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2014;48(11):871-877. DOI:10.1136/bjsports-2013-092538
17. **Parkkari J, Kujala UM, Kannus P.** Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. *Sports Med.* 2001;31(14):985-995.
18. **Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC.** Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.* 1992;14(2):82-99.
19. **Finch C.** A new framework for research leading to sports injury prevention. *J Sci Med Sport.* 2006;9(1-2):3-9.
20. **Cumps E, Verhagen E, Meeusen R.** Efficacy of A Sports Specific Balance Training Programme on The Incidence of Ankle Sprains in Basketball. *J Sports Sci Med.* 2007;6(2):212-219.
21. **Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N et al.** The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players. A Cluster Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2012;40:996-1005.
22. **Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M et al.** Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):57-63.
23. **Harre D.** Principles of Sports Training: Introduction to the Theory and Methods of Training (English). *Sportverlag.* 1982.
24. **Stevenson MR.** Sport, age, and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia. *Br J Sports Med.* 2000;34:188-194.
25. **Abernethy L, Bleakley C.** Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41:627-638.
26. **Rosler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T et al.** Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine.* 2014;44:1733-1748.
27. **Bizzini M, Dvorak J.** FIFA 11: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *Br J Sports Med.* 2015;49(9):577-579.
28. **Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G et al.** Mechanisms for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries Knee Joint Kinematics in 10 Injury Situations from Female Team Handball and Basketball. *Am J Sports Med.* 2010;38:2218-2225.
29. **Belli T, Crisp AH, Verlengia R.** Greater muscle damage in athletes with ACTN3 R577X (RS1815739) gene polymorphism after an ultra-endurance race: a pilot study. *Biol Sport.* 2017;34(2):105-110.

29. **Belli T, Crisp AH, Verlengia R.** Greater muscle damage in athletes with ACTN3 R577X (RS1815739) gene polymorphism after an ultra-endurance race: a pilot study // *Biol Sport*. 2017. Vol.34(2). P.105-110.
30. **Ahmetov II, Egorova ES, Gabdrakhmanova LJ, Fedotovskaya ON.** Genes and Athletic Performance: An Update // *Med Sport Sci*. 2016. Vol.61. P.41-54.
31. **Kim JH, Jung ES, Kim C-H, Youn H, Kim HR.** Genetic associations of body composition, flexibility and injury risk with ACE, ACTN3 and COL5A1 polymorphisms in Korean ballerinas // *J Exerc Nutrition Biochem*. 2014. Vol.18, №2. P.205-214.
32. **Ficek K, Cieszczyk P, Kaczmarczyk M.** Gene variants within the COL1A1 gene are associated with reduced anterior cruciate ligament injury in professional soccer players // *J Sci Med Sport*. 2013. Vol.16, №5. P.396-400.
33. **Buniello A, MacArthur JAL, Cerezo M, Harris LW, Hayhurst J et al.** The NHGRI-EBI GWAS Catalog of published genome-wide association studies, targeted arrays and summary statistics 2019 // *Nucleic Acids Research*. 2019. Vol.47. D1005-1012.
34. **Colbey C, Cox AJ, Pyne DB, Zhang P, Cripps AW et al.** Upper Respiratory Symptoms, Gut Health and Mucosal Immunity in Athletes // *Sports Med*. 2018. Vol.48, №1. P.65-77.
35. **Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S.** American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance // *Med Sci Sports Exerc*. 2009. Vol.41. P.709-731.
36. **Ahn J, Yu K, Stolzenberg-Solomon R, Simon KC, McCullough ML et al.** Genome-wide association study of circulating vitamin D levels // *Hum Mol Genet*. 2010. Vol.19. P.2739-2745.
37. **Johansen CT, Wang J, Lanktree MB, Cao H, McIntyre AD et al.** Excess of rare variants in genes identified by genome-wide association study of hypertriglyceridemia // *Nat Genet*. 2010. Vol.42. P.684-687.
38. **Pitsiladis YP, Tanaka M, Eynon N, Bouchard C, North KN et al.** Athlome project consortium: a concerted effort to discover genomic and other «omic» markers of athletic performance // *Physiol Genomics*. 2016. Vol.48(3). P.183-190.
39. **Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE et al.** The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction // *Br J Sports Med*. 2014. Vol.48(22). P.1613-1619.
40. **Kim SK, Roos TR, Roos AK, et al.** Genome-wide association screens for Achilles tendon and ACL tears and tendinopathy // *PLoS ONE*. 2017. Vol.12(3). P.e0170422.
41. **September AV, Posthumus M, Collins M.** Application of genomics in the prevention, treatment and management of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures // *Recent Pat DNA Gene Seq*. 2012. Vol.6(3). P.216-223.
42. **Gibala MJ, Hawley JA.** Sprinting Toward Fitness // *Cell Metab*. 2017. Vol.25(5). P.988-990.
43. **Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A.** 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC) // *Eur Heart J*. 2015. Vol.36(41). P.2793-2867.
44. **Леонов С.В.** Переживание спортивной травмы // *Национальный психологический журнал*. 2012. №2(8). С.136-143.
45. **Разумец Е.И., Бакуняева Д.С.** Психологические особенности реабилитации спортсменов после травм опорно-
30. **Ahmetov II, Egorova ES, Gabdrakhmanova LJ, Fedotovskaya ON.** Genes and Athletic Performance: An Update. *Med Sport Sci*. 2016;61:41-54.
31. **Kim JH, Jung ES, Kim C-H, Youn H, Kim HR.** Genetic associations of body composition, flexibility and injury risk with ACE, ACTN3 and COL5A1 polymorphisms in Korean ballerinas. *J Exerc Nutrition Biochem*. 2014;18(2):205-214.
32. **Ficek K, Cieszczyk P, Kaczmarczyk M.** Gene variants within the COL1A1 gene are associated with reduced anterior cruciate ligament injury in professional soccer players. *J Sci Med Sport*. 2013;16(5):396-400.
33. **Buniello A, MacArthur JAL, Cerezo M, Harris LW, Hayhurst J et al.** The NHGRI-EBI GWAS Catalog of published genome-wide association studies, targeted arrays and summary statistics 2019. *Nucleic Acids Research*. 2019;47:D1005-1012.
34. **Colbey C, Cox AJ, Pyne DB, Zhang P, Cripps AW et al.** Upper Respiratory Symptoms, Gut Health and Mucosal Immunity in Athletes. *Sports Med*. 2018;48(1):65-77.
35. **Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S.** American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:709-731.
36. **Ahn J, Yu K, Stolzenberg-Solomon R, Simon KC, McCullough ML et al.** Genome-wide association study of circulating vitamin D levels. *Hum Mol Genet*. 2010;19:2739-2745.
37. **Johansen CT, Wang J, Lanktree MB, Cao H, McIntyre AD et al.** Excess of rare variants in genes identified by genome-wide association study of hypertriglyceridemia. *Nat Genet*. 2010;42:684-687.
38. **Pitsiladis YP, Tanaka M, Eynon N, Bouchard C, North KN et al.** Athlome project consortium: a concerted effort to discover genomic and other «omic» markers of athletic performance. *Physiol Genomics*. 2016;48(3):183-190.
39. **Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE et al.** 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.
40. **Kim SK, Roos TR, Roos AK.** Genome-wide association screens for Achilles tendon and ACL tears and tendinopathy. *PLoS ONE*. 2017;12(3):e0170422.
41. **September AV, Posthumus M, Collins M.** Application of genomics in the prevention, treatment and management of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures. *Recent Pat DNA Gene Seq*. 2012;6(3):216-223.
42. **Gibala MJ, Hawley JA.** Sprinting Toward Fitness. *Cell Metab*. 2017;25(5):988-990.
43. **Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A, et al.** 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J*. 2015;36(41):2793-2867.
44. **Leonov S.** Experiencing sports injury. *National Psychological Journal*. 2012;2(8):136-143. (In Russ.)
45. **Razumets E., Bakunyaeva D.** Psychological features of the rehabilitation of athletes after injuries of the musculoskeletal system In the collection: Values, traditions and innovations of modern sports Materials of the International Scientific Congress. Belarusian State University of Physical Education. 2018:192-193. (In Russ.)
46. **Williams JM, Andersen MB.** Psychosocial antecedents of

двигательного аппарата. В сборнике: Ценности, традиции и новации современного спорта. Материалы Международного научного конгресса. Белорусский государственный университет физической культуры. 2018. С.192-193.

46. **Williams JM, Andersen MB.** Psychosocial antecedents of sport injury: review and critique of the stress and injury model // *J Appl Sport Psychol.* 1998. Vol.10(1). P.5-25.

47. **Ivarsson A, Johnson U, Andersen MB, Tranaeus U, Stenling A et al.** Psychosocial Factors and Sport Injuries: Meta-analyses for Prediction and Prevention // *Sports Med.* 2017. Vol.47(2). P.353-365.

48. **Tranaeus U, Johnson U, Engström B, Skillgate E, Werner S.** Psychological antecedents of overuse injuries in Swedish elite floorball players // *Athletic Insight: The Online Journal of Sport Psychology.* 2014. Vol.6(2). P.155-172.

49. **Grooms DR, Onate JA.** Neuroscience Application to Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention // *Sports Health.* 2016. Vol.8(2). P.149-152.

50. **Stiles WB, Barkham M, Connell J, Mellor-Clark J.** Responsive regulation of treatment duration in routine practice in United Kingdom primary care settings: replication in a larger sample // *J Consult Clin Psychol.* 2008. Vol.76(2). P.298-305.

51. **Lipsey MW, Wilson DB.** The efficacy of psychological, educational, and behavioral treatment. Confirmation from meta-analysis // *Am Psychol.* 1993. Vol.48(12). P.1181-1209.

52. **Klügl M, Shrier I, McBain K.** The prevention of sport injury: an analysis of 12,000 published manuscripts // *Clin J Sport Med.* 2010. Vol.20(6). P.407-412.

sport injury: review and critique of the stress and injury model. *J Appl Sport Psychol.* 1998;10(1):5-25.

47. **Ivarsson A, Johnson U, Andersen MB, Tranaeus U, Stenling A et al.** Psychosocial Factors and Sport Injuries: Meta-analyses for Prediction and Prevention. *Sports Med.* 2017;47(2):353-365.

48. **Tranaeus U, Johnson U, Engström B, Skillgate E, Werner S.** Psychological antecedents of overuse injuries in Swedish elite floorball players. *Athletic Insight: The Online Journal of Sport Psychology.* 2014;6(2):155-172.

49. **Grooms DR, Onate JA.** Neuroscience Application to Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. *Sports Health.* 2016;8(2):149-152.

50. **Stiles WB, Barkham M, Connell J, Mellor-Clark J.** Responsive regulation of treatment duration in routine practice in United Kingdom primary care settings: replication in a larger sample. *J Consult Clin Psychol.* 2008;76(2):298-305.

51. **Lipsey MW, Wilson DB.** The efficacy of psychological, educational, and behavioral treatment. Confirmation from meta-analysis. *Am Psychol.* 1993;48(12):1181-1209.

52. **Klügl M, Shrier I, McBain K, et al.** The prevention of sport injury: an analysis of 12,000 published manuscripts. *Clin J Sport Med.* 2010;20(6):407-412.

Информация об авторах:

Самойлов Александр Сергеевич, генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, член-корр. РАН, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-1227-2332

Величко Максим Николаевич, заведующий отделением спортивной травматологии и спортивной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0003-1859-0857

Терсков Александр Юрьевич, руководитель Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0003-1664-360

Доможирова Антонина Сергеевна, врач по лечебной физкультуре Отделения спортивной травматологии и спортивной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0003-0556-8909

Белякова Анна Михайловна, врач травматолог-ортопед Отделения спортивной травматологии и спортивной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0002-1746-0578

Разумец Елена Игоревна, медицинский психолог Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (+7(903)184-81-38, razumecei@sportfmba.ru). ORCID: 0000-0002-0325-4220

Волченко Денис Вячеславович, врач травматолог-ортопед Травматолого-ортопедического отделения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0003-2553-2436

Созонов Олег Анатольевич, врач травматолог-ортопед Травматолого-ортопедического отделения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0002-1586-0244

Шпиз Евгений Яковлевич, врач травматолог-ортопед Травматолого-ортопедического отделения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0002-8267-9082

Information about the authors:

Alexandr S. Samoylov, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of Burnasyan SRC-FMBC. ORCID ID: 0000-0002-1227-2332

Maksim N. Velichko, M.D., Head of the Department of Sports Traumatology and Sports Medicine of Burnasyan SRC-FMBC. ORCID ID: 0000-0003-1859-0857

Alexandr Y. Terskov, M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Center of Sports Traumatology and Rehabilitation of Burnasyan SRC-FMBC. ORCID ID: 0000-0002-0568-1437

Antonina S. Domozhirova, M.D., Physiotherapist of the Department of Sports Traumatology and Sports Medicine of Burnasyan SRC-FMBC. ORCID ID: 0000-0003-0556-8909

Anna M. Belyakova, M.D., Traumatologist of the Department of Sports Traumatology and Sports Medicine of Burnasyan SRC-FMBC, ORCID ID: 0000-0002-1746-0578

Elena I. Razumets, Medical psychologist of the Center of Sports Traumatology and Rehabilitation of Burnasyan SRC-FMBC (+7(903)184-81-38, razumecei@sportfmba.ru). ORCID ID: 0000-0002-0325-4220

Denis V. Volchenko, M.D., Ph.D. (Medicine), Traumatologist of the Department of Traumatology of the Burnasyan SRC-FMBC.
ORCID ID: 0000-0003-2553-2436

Oleg A. Sozonov, M.D., Traumatologist of the Department of Traumatology of Burnasyan SRC-FMBC. ORCID ID: 0000-0002-1586-0244

Evgeny Ya. Shpiz, M.D., Traumatologist of the Department of Traumatology of Burnasyan SRC-FMBC. ORCID ID: 0000-0002-8267-9082

Финансирование: исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы «Разработка методических рекомендаций по профилактике травм опорно-двигательного аппарата у высококвалифицированных спортсменов в различных видах спорта» по заказу ФМБА России

Funding: The study was performed in the framework of the research «Development of guidelines for the prevention of injuries of the musculoskeletal system in elite athletes in various sports» commissioned by Federal Medical Biological Agency of Russia

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

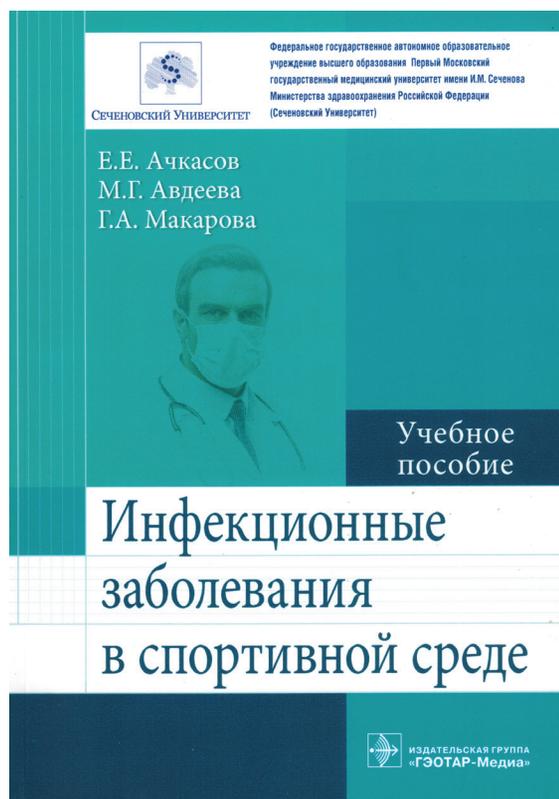
Поступила в редакцию: 05.07.2019

Принята к публикации: 12.11.2019

Received: 5 July 2019

Accepted: 12 November 2019

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



Инфекционные заболевания в спортивной среде

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

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

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

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

Обеспеченность витаминами спортсменов различных видов спорта: оценка по содержанию в рационе и сыворотке крови

*А.В. Погожева, Э.Э. Кешабянц, Н.А. Бекетова, В.М. Коденцова,
О.А. Вржесинская, О.В. Кошелева*

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи,
Министерство науки и высшего образования РФ, Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучение обеспеченности витаминами спортсменов различных видов спорта. **Материалы и методы:** в период тренировочного процесса обследовано 400 спортсменов различных видов спорта и специализаций: единоборцы, спортсмены игровых, циклических, сложно-координационных видов спорта. Проведена оценка поступления витаминов А, С, В₁, В₂ и РР с рационом питания и обеспеченности витаминами А, Е, С, В₂ и бета-каротином по содержанию в сыворотке крови. **Результаты:** При оценке потребления витаминов в соотношении с энергетической ценностью рациона, у подавляющего большинства спортсменов выявлено недостаточное потребление витаминов В₁, В₂ и РР. Лишь 15,2% лиц были адекватно обеспечены всеми изученными витаминами. Наиболее часто обнаруживалась сниженная концентрация рибофлавина в сыворотке крови. **Выводы:** Необходимо увеличение содержания в рационе спортсменов витаминов группы В путем приема биологически активных добавок к пище (БАД) с высоким их содержанием.

Ключевые слова: питание спортсменов, пищевой рацион, потребление витаминов, обеспеченность витаминами

Для цитирования: Погожева А.В., Кешабянц Э.Э., Бекетова Н.А., Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Кошелева О.В. Обеспеченность витаминами спортсменов различных видов спорта: оценка по содержанию в рационе и сыворотке крови // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.58-66. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.58

Vitamin content of athletes of various sports: assessment of the diet and blood serum level

*Alla V. Pogozheva, Evelina E. Keshabyants, Nina A. Beketova, Vera M. Kodentsova,
Oksana A. Vrzhesinskaya, Olga V. Kosheleva*

Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the vitamins level in athletes of various sports. **Materials and methods:** during the training process, 400 athletes of various sports and specializations were examined: martial artists, game sport athletes, cyclic, complex coordination sports. We assessed the dietary intake of vitamins А, С, В₁, В₂ and РР and the blood serum level of vitamins А, Е, С, В₂ and beta-carotene. **Results:** The assessment the dietary intake of vitamins in relation to the energy value revealed insufficient intake of vitamins В₁, В₂ and РР in vast majority of the athletes. Only 15.2% of athletes demonstrated adequate level of all vitamins. Most frequently we found a reduced blood serum riboflavin concentration. **Conclusions:** An increase of B vitamins dietary intake by athletes through a high level of dietary vitamin supplements.

Key words: nutrition of athletes, food ration, vitamin intake, vitamin status

For citation: Pogozheva AV, Keshabyants EE, Beketova NA, Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Kosheleva OV. Vitamin content of athletes of various sports: assessment of the content in the diet and blood serum. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1): 58-66 (In Russ.). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.58

1. Введение

Важнейшим фактором, обеспечивающим адаптацию организма спортсмена к нагрузке, является питание. Произошедшие в последнее время изменения условий проведения соревнований предопределяют разработку новых адекватных и сбалансированных рационов питания с целью повышения общей и специальной работоспособности, эффективности адаптации к интенсивным физическим и психологическим нагрузкам, оптимизации процессов постнагрузочного восстановления, динамической коррекции функционального состояния, предупреждения и терапии патологических состояний, связанных с занятиями спортом [1-3].

Для спортсменов различных видов спорта важна адекватная обеспеченность витаминами, потребность в которых возрастает при интенсивных занятиях спортом, что обусловлено значительными нервно-эмоциональными и физическими нагрузками, повышающими интенсивность обмена веществ. В ходе тренировок на выносливость развивается окислительный стресс, который можно нивелировать применением витаминов-антиоксидантов: Е, С и бета-каротина. При интенсивной тренировке, связанной с накоплением мышечной массы, организму требуется больше витамина В₆. Для спортсменов также очень важно присутствие в рационе адекватного количества витамина D, дефицит которого вызывает мышечную слабость, снижение минерализации костной ткани, что при повышенной нагрузке сопровождается переломами костей [1,4-7]. Витамин С способствует увеличению синтеза коллагена; утолщению хряща; уменьшению боли в суставах. В связи с этим его часто включают в специализированные продукты для питания спортсменов в сочетании с коллагеном и желатином [8].

Существует тесная взаимосвязь между энергетической ценностью рациона и содержанием в нем витаминов. Спортсмены обычно употребляют пищу в большем количестве, чем люди, ведущие сидячий образ жизни. На каждую дополнительную тысячу килокалорий потребность в витаминах возрастает на 33%. На статус витамина В₂ влияет физическая активность. При возрастании физической активности и расхода энергии экскреция рибофлавина с мочой уменьшается, а степень активации ФАД-зависимой глутатионредуктазы эритроцитов экзогенно добавленным кофактором увеличивается, что свидетельствует об ухудшении обеспеченности витамином В₂. В связи с этим потребность в этих витаминах в ряде стран выражается в расчете на 1 мегаджоуль [9].

На основании экспериментальных исследований установлено, что потребность в ниацине также зависит от потребления энергии. У субъектов, потреблявших рационы с энергетической ценностью не менее 8,4 МДж / день (2000 ккал / сут.), содержащих, по крайней мере, 1 мг ниацинового эквивалента (НЭ) / МДж (4,4 мг НЭ / 1000 ккал) никаких признаков дефицита ниацина не выявля-

лось. Диеты, обеспечивающие не менее 1,3 мг НЭ / МДж (5,5 мг НЭ / 1000 ккал), достаточны для предотвращения истощения и сохранения запасов ниацина в организме, о чем свидетельствует резкое увеличение выделения с мочой метаболитов ниацина при увеличении потребления ниацина. С учетом потребности в энергии при различных уровнях физической активности, потребление выражается как в абсолютных величинах, и в расчете на 1 мегаДж (что соответствует 238 ккал) [9, 10].

Показано, что потребление витаминов в количестве ниже рекомендуемых норм может свидетельствовать о риске возникновения в дальнейшем витаминной недостаточности. Так, например, спортсмены циклических видов спорта, единоборцы и др. часто ограничивают потребление калорий и находятся под угрозой витаминного дефицита [3, 11].

Нехватка витаминов или минеральных веществ может негативно влиять на работоспособность, однако эффект дополнительного приема витаминов сверх рекомендуемых норм может проявляться только при их исходном дефиците, который возникает, в частности при длительном применении низкокалорийных, вегетарианских и безглютеновых диет [12]. В тоже время обоснованных норм рекомендуемого потребления витаминов для спортсменов до сих пор не существует [13,14].

Цель исследования – изучение обеспеченности витаминами спортсменов различных видов спорта по их содержанию в рационе и сыворотке крови.

2. Материалы и методы исследования

Обследовано 400 спортсменов (290 мужчин и 110 женщин) высокой квалификации, различных видов спорта и специализаций (табл. 1), среди них было:

- 166 единоборцев (дзюдо, самбо, кикбоксинг, бокс, смешанные единоборства, греко-римская и вольная борьба, карате, тхэквандо), из них 123 мужчин (средний возраст 22,1±0,5 года) и 43 женщины (средний возраст 22,2±0,8 года),
- 89 спортсменов игровых видов спорта (баскетбол, волейбол, водное поло, футбол, керлинг, хоккей на траве), из них 68 (в том числе, 21 ватерполист олимпийской сборной и 23 футболиста второго дивизиона) мужчин (средний возраст 24,2±0,3 г) и 21 женщина (средний возраст 25,9±1,5 г),
- 67 спортсменов циклических видов спорта (легкая атлетика – беговые дисциплины, гребля академическая, биатлон, лыжные гонки, велоспорт, плавание), из них 43 мужчин (средний возраст 21,2±0,52 г) и 24 женщины (средний возраст 20,9±1,3 г).
- 78 спортсменов сложно-координационных видов спорта (спортивная гимнастика, синхронное плавание, конный спорт, прыжки в воду, прыжки на батуте, спортивная акробатика), из них 56 мужчин (средний возраст 18,9±0,8 лет) и 22 женщины (средний возраст 18,2±1,2 лет).

Таблица 1

Распределение спортсменов по полу

Table 1

Distribution of athletes by gender

Вид спорта / Sport type	Мужчины / Men	Женщины / Women	Всего / Total
Единоборства / Martial arts	123	43	166
Циклические / Cyclic sports	43	24	67
Игровые / Game sports	68	21	89
Ватерполисты / Water polo players	21	-	
Футболисты / Football players	23	-	
Сложно-координационные / Complex coordination sports	56	22	78
Итого / Total	290	110	400

Всем спортсменам проводили оценку питания и пищевого статуса, согласно общепринятым методам [15-18]. Исследование проводили в период тренировочного процесса. Протокол исследования был одобрен комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». От всех участников обследования было получено письменное информированное согласие.

Изучение фактического питания проводили методом 24-часового воспроизведения питания и частотным методом. Для фиксирования фактического питания были разработаны вопросники. Опрос методом 24-часового воспроизведения питания проводили 2-3 раза в неделю в разные дни, а частотным методом – 2 раза в разные сезоны. Кодировку пищевых продуктов и блюд осуществляли с использованием электронной базы данных химического состава пищевых продуктов и блюд ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» [19].

Обеспеченность спортсменов витаминами оценивали по их уровню в сыворотке крови, взятой натощак из локтевой вены. Концентрацию ретинола (витамин А), α - и γ -токоферолов (витамин Е), β -каротина определяли с помощью ВЭЖХ, рибофлавина (витамина В₂) – флуориметрически с использованием рибофлавинсвязывающего апобелка, аскорбиновой кислоты (витамина С) – визуальным титрованием реактивом Тильманса. Критерием дефицита витамина С являлся уровень в сыворотке крови аскорбиновой кислоты <0,4 мг/дл; витамина В₂ – рибофлавина <5,0 нг/мл; витамина А – ретинола <30 мкг/дл; витамина Е – сумма токоферолов <0,8 мг/дл; β -каротина – концентрация <10 мкг/дл [20].

Результаты обрабатывали с помощью программ IBM SPSS Statistics для Windows (версия 20.0 IBM, США). Для характеристики вариационного ряда рассчитывали среднее арифметическое (M), медиану (Me), стандартную ошибку среднего (m), минимум (min), максимум (max), 25-й и 75-й перцентиль. Для выявления статистической значимости различий непрерывных величин

использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни для независимых переменных. Для оценки различий между процентными долями выборок использовали критерий Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Анализ продуктового набора рационов всех обследованных спортсменов показал недостаток в нем хлебопродуктов и блюд из зерновых, в том числе продуктов из муки грубого помола и цельного зерна, картофеля, рыбы и рыбопродуктов, молока и молочных продуктов, овощей и фруктов. В целом отдавалось предпочтение молоку высокой степени жирности (>3%) и творогу жирностью >9%. Отмечена высокая частота потребления футболистами сахара и кондитерских изделий (3,3 раза в день) [19, 21, 22].

Анализ среднего по группе потребления микронутриентов показал, что содержание витаминов в абсолютных величинах в рационе ватерполистов соответствовало или превышало рекомендуемые нормы (табл. 2). Недостаточный уровень в рационе витамина С выявлен у спортсменов сложно-координационных видов спорта, витаминов В₁ и В₂ – у единоборцев, спортсменов сложно-координационных видов спорта и футболистов. Недостаток в питании витамина А отмечен у спортсменов циклических, сложно-координационных видов спорта и футболистов. Недостаточное потребление ниацина было характерно только для женщин. Недостаток витаминов группы В был обусловлен низким потреблением молочных и цельнозерновых продуктов.

Принципиальный интерес представляла оценка обеспеченности спортсменов по потреблению витаминов в соотношении с энергетической ценностью рациона. В таблице 3 представлены результаты оценки обеспеченности витаминами группы В при расчете их количества на 1000 ккал рациона.

Таблица 2

Содержание витаминов в рационе спортсменов различных видов спорта (M±m)

Table 2

The content of vitamins in the diet of athletes of various sports (M±m)

Вид спорта / Sport type	Витамин, мг / Vitamin, mg				
	A	C	B ₁	B ₂	PP
Единоборства / Martial arts					
Мужчины / Men	2,81±0,27	98,9±10,9	1,2±0,1	1,5±0,1	20,4±1,3
Женщины / Women	1,69±0,37	90,5±19,2	0,8±0,1	1,3±0,2	12,5±1,3
Циклические / Cyclic sports					
Мужчины / Men	0,68±0,06	115,8±29,1	1,5±0,13	1,6±0,16	22,1±1,6
Женщины / Women	0,57±0,08	93,2±21,6	0,9±0,11*	1,7±0,24	16,4±2,2
Сложно-координационные / Complex coordination sports					
Мужчины / Men	0,38±0,10	38,0±10,3	1,4±0,2	1,6±0,2	22,0±3,7
Женщины / Women	0,15±0,02	73,8±15,8	0,6±0,1	0,9±0,1	11,0±1,8
Игровые / Game sports					
Мужчины / Men	1,67±0,88	93,2±18,0	1,2±0,10	1,9±0,30	23,9±2,4
Женщины / Women	0,46±0,52	76,5±25,4	0,8±0,1*	1,1±0,1*	14,8±2,0*
Ватерполисты / Water polo players					
Мужчины / Men	2,14±0,33	191,1±18,0	3,1±0,3	2,9±0,2	43,1±3,3
Футболисты / Football players					
Мужчины / Men	1,06±0,28	99,2±16,2	1,1±0,1	1,6±0,2	22,7±1,9

* p<0,05 – статистически значимое различие между показателями мужчин и женщин

* p<0,05 – significant differences between the indexes of men and women

Таблица 3

Содержание некоторых витаминов, соотнесенное с энергетической ценностью рациона спортсменов (M±m)

Table 3

The content of certain vitamins correlated with the energy value of the athletes' diet (M±m)

Вид спорта / Sport type	Витамин (норма), мг/1000 ккал / Vitamin (reference), mg/1000 kcal		
	B ₁ (>0,6)	B ₂ (>0,75)	PP (>8,0)
Единоборства / Martial arts			
Мужчины / Men	0,49±0,02	0,65±0,03	7,87±0,31
Женщины / Women	0,46±0,02	0,59±0,03	7,97±0,38
Циклические / Cyclic sports			
Мужчины / Men	0,52±0,03	0,68±0,05	8,31±0,53
Женщины / Women	0,57±0,04	0,61±0,05	8,48±0,67
Сложно-координационные / Complex coordination			
Мужчины / Men	0,44±0,05	0,64±0,06	7,99±1,07
Женщины / Women	0,45±0,05	0,49±0,05	6,90±0,93
Игровые / Game sports			
Мужчины / Men	0,44±0,06	0,69±0,08	8,38±1,42
Женщины / Women	0,45±0,02	0,69±0,06	8,39±0,48
Мужчины / Men	0,46±0,03	0,73±0,10	8,96±0,60
Женщины / Women	0,43±0,04	0,64±0,06	7,79±0,74

При таком анализе, оказалось, что ни в одной из групп уровень потребления витамина В1 не достигал рекомендуемой нормы. Потребление витамина В2 соответствовало рекомендуемому только у женщин, занимающихся единоборствами и циклическими видами спорта. Потребление ниацина, соотнесенное с энергией, приближалось к рекомендуемым нормам за исключением мужчин в сложно-координационных видах спорта.

Частота недостаточного потребления витаминов В₁ и В₂ при анализе индивидуальных данных выявлялась у подавляющего количества спортсменов не зависимо от вида спорта, несколько реже имелся недостаток ниацина. В циклических видах спорта дефицит витамина В₁ у женщин встречался чаще, чем у мужчин. Женщины, принимающие участие в игровых видах спорта, лучше, чем мужчины, были обеспечены витамином РР (табл. 3).

Полученные результаты по потреблению витаминов согласуются с данными по оценке обеспеченности витаминами группы В спортсменов других видов спорта (бобслеисты, биатлонисты), а также всего взрослого населения России в целом [11, 20, 23, 24].

Расчетные данные по потреблению витамина В₂ согласуются с результатами оценки его статуса по концентрации рибофлавина в сыворотке крови спортсменов.

Как видно из таблицы 4, у спортсменов наиболее выраженным был недостаток витамина В₂: медиана и среднее концентрации рибофлавина находились около нижней границы нормы (единоборства и сложнокоординационные виды спорта). У спортсменов циклических и игровых видов спорта медиана содержания рибофлавина была ниже нормы в 2,3 и в 2,8 раза, а дефицит витамина обнаружили у подавляющего большинства обследован-

ных: у 88,2% и 88,9%, соответственно (рис. 1). Все спортсмены были хорошо обеспечены витамином С: нижний квартиль превышал нижнюю границу нормы на 25-75%; дефицит антиоксиданта (концентрация аскорбиновой кислоты в сыворотке крови <0,4 мг/дл) выявлялся только у 1 спортсменки (спортивная гимнастика).

Дефицит витамина А обнаруживали редко: примерно у каждого 10-го спортсмена (рис. 1). Дефицит жирорастворимых витаминов-антиоксидантов – витамина Е и β-каротина обнаруживался в среднем у каждого 5-го и 4-го обследованного. В циклических видах спорта недостаток витамина Е выявляли чаще, чем в других видах спорта: у 30,8% лиц.

Как видно из рисунка 2, лишь 15,2% лиц были адекватно обеспечены всеми изученными витаминами. Относительное количество спортсменов с дефицитом 1 витамина варьировало в зависимости от вида спорта и в среднем составило 55,6% (от 38,1 до 76,9%), двух – 22,2% (от 7,7 до 28,6%). Сочетанный недостаток 3х изученных витаминов встречался редко: менее чем у 10% обследованных спортсменов.

Обнаруженные витаминные дефициты требуют проведения коррекции содержания в рационах витаминов группы В. При этом необходимо учесть, что эффективность дополнительного приема витаминов зависит от их дозы. Совместное действие витаминов группы В обеспечивает эффект, который невозможно достичь при изолированном применении каждого из них [25].

Дефицит витамина D широко распространен среди населения нашей страны, в том числе среди спортсменов [26]. Хотя в данном исследовании обеспеченность спортсменов этим витамином не оценивали, можно предположить, что выявленный недостаток 2 витаминов имеет место на фоне дефицита витамина D.

Таблица 4

Концентрация витаминов в сыворотке крови спортсменов, (M±m), Me (25-й -75-й перцентиль)

Table 4

Vitamin blood serum concentration in the athletes, (M±m), Me (25th -75th percentile)

Витамин / Vitamin	Вид спорта / Sport type			
	Единоборства / Martial arts	Сложнокоординационные / Complex coordination sports	Циклические / Cyclic sports	Игровые / Game sports
Витамин С, мг/дл / Vitamin C, mg/dl	0,78±0,03 0,70 (0,60-1,00)	0,91±0,07 0,90 (0,70-1,20)	0,81±0,09 0,70 (0,50-1,05)	0,78±0,05 0,70 (0,50-1,00)
Витамин В2, нг/мл / Vitamin B2, ng/ml	4,8±0,4 4,4 (2,5-6,3)	5,5±1,1 5,1 (2,6-6,4)	2,5±0,2 2,2 (1,2-4,0)	3,3±0,8 1,8 (1,4-6,4)
Витамин А, мкг/дл / Vitamin A, µg/dl	38,9±1,4 37,6 (32,2-46,2)	35,7±1,7 34,2 (30,3-41,6)	34,5±1,4 34,0 (31,5-37,3)	39,2±1,7 37,1 (32,3-46,8)
β-Каротин, мкг/дл / β-Carotene, µg /dl	15,9±1,6 14,6 (7,3-20,6)	21,2±3,2 20,6 (12,1-23,1)	18,4±2,8 16,3 (8,3-29,7)	22,9±3,0 20,5 (15,7-24,7)
Витамин Е, мг/дл / Vitamin E, mg/dl	1,21±0,07 1,17 (0,84-1,57)	0,95±0,08 0,90 (0,72-1,12)	1,14±0,09 1,13 (0,85-1,34)	1,10±0,06 1,13 (0,89-1,32)

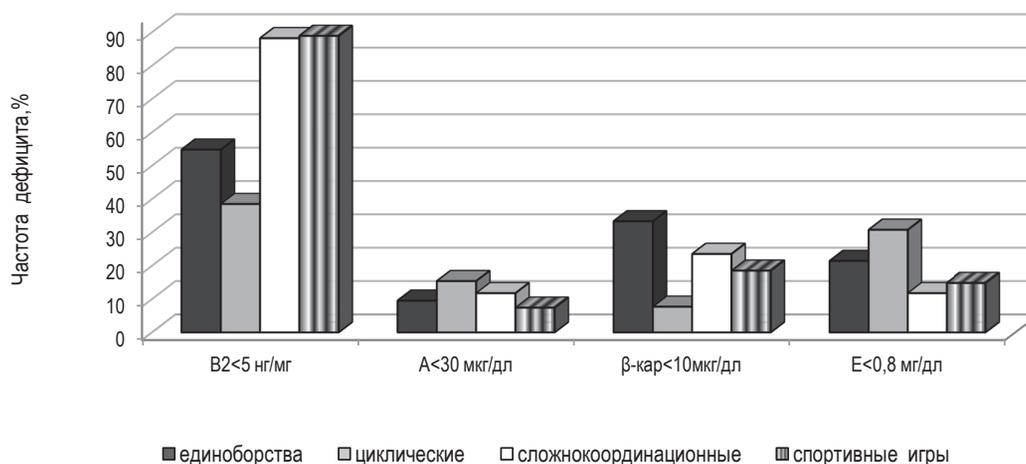


Рис. 1. Частота выявления дефицита витаминов в сыворотке крови спортсменов
Pic. 1. The blood serum vitamin deficiency frequency in the athletes

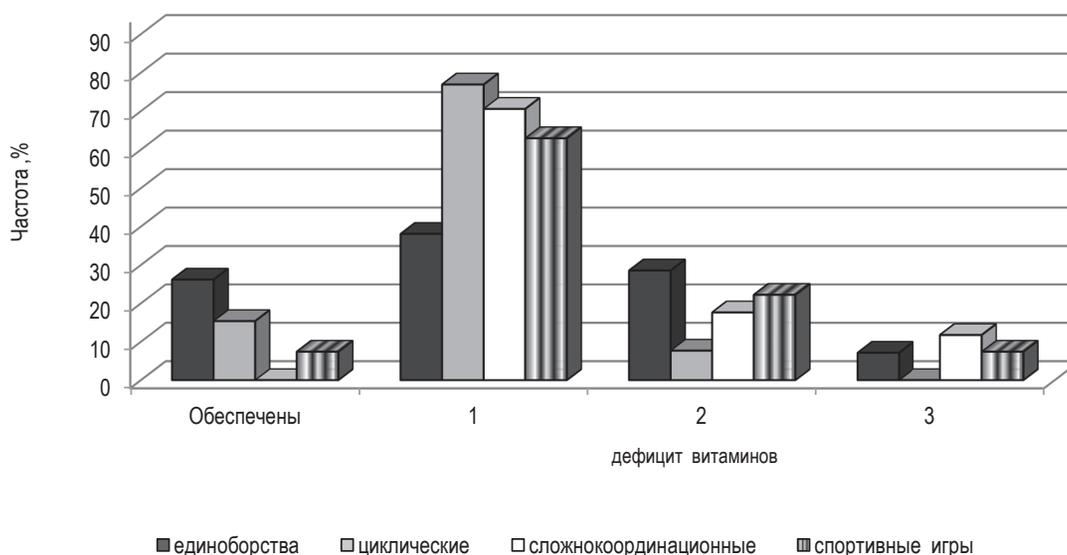


Рис. 2. Частота выявления дефицита 1-3 витаминов в сыворотке крови спортсменов
Pic. 2. The blood serum 1-3 vitamin deficiency frequency in the athletes

4. Выводы

1. По концентрации в сыворотке крови наиболее часто у обследованных спортсменов обнаруживался дефицит витамина B₂, частота выявления которого составила в среднем 46,5%, варьировала у спортсменов различных видов спорта от 38,5% до 88,9%.

2. Дефицит жирорастворимых витаминов-антиоксидантов – А, Е и β-каротина – по концентрации в сыворотке крови обнаруживался в среднем у 10,1%, 19,2% и 24,2% спортсменов.

3. У подавляющего большинства спортсменов (>95%) концентрация аскорбиновой кислоты в сыворотке крови соответствовала нормальной обеспеченности витамином С.

4. Лишь 15,2% лиц были адекватно обеспечены всеми изученными витаминами. Дефицит какого-либо одного из измеряемых витаминов выявлялся примерно у каж-

дого второго спортсмена, 2-х – у каждого пятого, 3-х – у каждого десятого.

5. При оценке содержания витаминов группы В в рационе относительно его энергетической ценности, оказалось, что у подавляющего большинства спортсменов потребление этих витаминов было недостаточным.

6. Необходимо увеличение содержания в рационе спортсменов витаминов группы В путем их приема в составе биологически активных добавок к пище (БАД) с высоким их содержанием (200-300% от рекомендуемого суточного потребления) в течение 1-2 месяцев, а в дальнейшем – в дозе 100%.

7. С учетом вновь открытых функций витамина D и широкой распространенности его дефицита, в том числе среди спортсменов, целесообразен также дополнительный прием витамина D в дозировке 10-15 мкг в сутки.

Список литературы

1. Никитюк Д.Б., Погожева А.В., Батулин А.К. Особенности питания единоборцев // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С.55-62.
2. Денисова Н.Н., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э. Особенности питания спортсменов силовых видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №3. С.81-87.
3. Денисова Н.Н., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э., Баева В.С. Питание и водно-питьевой режим спортсменов циклических видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №2. С.37-46.
4. Коленцова В.М., Рисник Д.В. Витамин D: медицинские и социально-экономические аспекты // Вопросы диетологии. 2017. Т.7, №2. С.33-40.
5. Munoz D, Barrientos G, Alves J, Grijota FJ, Robles MC et al. Oxidative stress, lipid peroxidation indexes and antioxidant vitamins in long and middle distance athletes during a sport season // The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2017. Vol.58, №12.
6. Larson-Meyer D, Woolf K, Burke L. Assessment of Nutrient Status in Athletes and the Need for Supplementation // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. Vol.28, №2, P.139-158.
7. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. Vol.28, №2. P.104-125.
8. Shaw G, Lee-Barthel A, Ross ML, Wang B, Baar K. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis // The American Journal of Clinical Nutrition. 2017, Vol.105, №1. P.136-143.
9. Updating of the PNNS guidelines: revision of the food-based dietary guidelines. ANSES opinion. Collective expert report 12 December 2016 <https://www.anses.fr/en/content/anses-opinion-and-report-updating-pnns-guidelines-revision-food-based-dietary-guidelines>.
10. EFSA (European Food Safety Authority), 2017. Dietary reference values for nutrients: Summary report // EFSA supporting publication. 2017; 92p.
11. Anyżewska A, Dzierżanowski I, Woźniak A, Leonkiewicz M, Wawrzyniak A. Rapid weight loss and dietary inadequacies among martial arts practitioners from Poland // International journal of environmental research and public health. 2018, Vol.15, №11. P.2476.
12. Cialdella-Kam L, Kulpins D, Manore MM. Vegetarian, Gluten-Free, and Energy Restricted Diets in Female Athletes // Sports. 2016. Vol.4, №4. P.50.
13. Close GL, Hamilton DL, Philp A, Burke LM, Morton JP. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance // Free Radical Biology Medicine. 2016, Vol.98. P.144-158.
14. Costa, RJ, Knechtle B, Tarnopolsky M, Hoffman MD. Nutrition for ultramarathon running: Trail, track, and road // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2019. Vol.29, №2. P.130-140.
15. Burke LM, Peeling P. Methodologies for Investigating Performance Changes With Supplement Use // Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. Vol.28, №2, P.159-169.
16. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2016. Vol.48, №3. P.543-568.

References

1. Nikityuk DB, Pogozheva AV, Baturin AK. Nutritional habits of combat athletes. *Sports medicine: science and practice*. 2018;8:55-62. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.55. (In Russ.)
2. Denisova NN, Pogozheva AV, Keshabyants EE. Nutritional habits of athletes in speed-and-strength sports. *Sports medicine: science and practice*. 2018;8(3):81-87. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.81. (In Russ.)
3. Denisova NN, Pogozheva AV, Keshabyants EE, Baeva VC. Food and water-drinking regime in endurance sports. *Sports medicine: science and practice*. 2018;8(2):37-46. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.37. (In Russ.)
4. Kodentsova VM, Risnik DV. Vitamin D: medical and socio-economic aspects. *Nutrition*. 2017;7(2):33-40. DOI: 10.20953/2224-5448-2017-2-33-40. (In Russ.)
5. Munoz D, Barrientos G, Alves J, Grijota F, Robles M et al. Oxidative stress, lipid peroxidation indices and antioxidant vitamins in long and middle distance athletes during a sport season. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(12).
6. Larson-Meyer D, Woolf K, Burke L. Assessment of Nutrient Status in Athletes and the Need for Supplementation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018;28(2):139-158.
7. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018;28(2):104-125.
8. Shaw G, Lee-Barthel A, Ross ML, Wang B, Baar K. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2017;105(1):136-143.
9. Updating of the PNNS guidelines: revision of the food-based dietary guidelines. ANSES opinion. Collective expert report 12 December 2016 <https://www.anses.fr/en/content/anses-opinion-and-report-updating-pnns-guidelines-revision-food-based-dietary-guidelines>.
10. EFSA (European Food Safety Authority), 2017. Dietary reference values for nutrients: Summary report. *EFSA supporting publication*. 2017;92.
11. Anyżewska A, Dzierżanowski I, Woźniak A, Leonkiewicz M, Wawrzyniak A. Rapid weight loss and dietary inadequacies among martial arts practitioners from Poland // *International journal of environmental research and public health*. 2018;15(11):2476.
12. Cialdella-Kam L, Kulpins D, Manore MM. Vegetarian, Gluten-Free, and Energy Restricted Diets in Female Athletes. *Sports*. 2016;4:50.
13. Close GL, Hamilton DL, Philp A, Burke LM, Morton JP. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology Medicine*. 2016;98:144-58.
14. Costa, RJ, Knechtle B, Tarnopolsky M, Hoffman MD. Nutrition for ultramarathon running: Trail, track, and road. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019;29(2):130-40.
15. Burke LM, Peeling P. Methodologies for Investigating Performance Changes With Supplement Use. *Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018;28(2):159-169.
16. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016;48(3):543-68.

17. Mahan LK, Raymond J // Krause's food and the nutrition care process. Saint Louis, MO: Elsevier. 2017. 13th ed. P.98-121.

18. Mahan LK, Raymond J // Krause's food and the nutrition care process. Saint Louis, MO: Elsevier. 2017. 13th ed. P.173-190.

19. Мартинчик А.Н., Кешабянц Э.Э., Погожева А.В., Денисова Н.Н. Оценка фактического питания спортсменов циклических видов спорта с позиций принципов здорового питания // Современные вопросы биомедицины. 2018. Т.2, №2. С.11-17.

20. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Витаминная обеспеченность взрослого населения Российской Федерации (1987-2017 гг.) // Вопросы питания. 2018. Т.87, №4. С.62-68. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10043.

21. Никитюк Д.Б., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э. Оценка фактического питания и пищевого статуса спортсменов-единоборцев // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №2. С.47-53.

22. Кешабянц Э.Э., Денисова Н.Н., Погожева А.В., Мартинчик А.Н. Оценка фактического питания и пищевого статуса спортсменов циклических видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №2. С.39-45.

23. Раджабкадиев Р.М., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Выборная К.В. и др. Содержание некоторых витаминов в рационе питания и сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов // Вопросы питания. 2018. Т.87, №5. С.43-51.

24. Потолицына Н.Н., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Витаминный статус у представителей различных видов спорта перед соревнованиями // Человек. Спорт. Медицина. 2019. Т.19, №3. С.20-27.

25. Коденцова В.М., Рисник Д.В. Витаминно-минеральные комплексы для взрослых с высоким содержанием витаминов // Медицинский алфавит. 2018. Т.2, №31. С.15-20.

17. Mahan LK, Raymond J. *Krause's food and the nutrition care process*. Saint Louis, MO: Elsevier. 2017;(13):98-121.

18. Mahan LK, Raymond J. *Krause's food and the nutrition care process*. Saint Louis, MO: Elsevier. 2017;(13):173-190.

19. Martinchik AN, Keshabyants EE, Pogozheva AV, Denisova NN. Evaluation of the actual nutrition of cyclical sports athletes from the standpoint of the principles of healthy nutrition. *Modern issues of Biomedicine*. 2018;2(2):11-7. <http://svbskfmba.ru/images/journals/2018-2/2018-2.pdf>. (In Russ.)

20. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Vitamin status of the adult population of the Russian Federation: 1987-2017. *Problems of Nutrition*. 2018;87(4):62-68. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10043. (In Russ.)

21. Nikitiuk DB, Pogozheva AV, Keshabyants E. E. Evaluation of the actual nutrition and nutritional status of combat athletes. *Sports medicine: science and practice*. 2018;8(2):47-53. DOI:10.17238/ISSN2223-2524.2018.2.47. (In Russ.)

22. Keshabyants EE, Denisova NN, Pogozheva AV, Martinchik AN. Evaluation of the actual nutrition and nutritional status of cyclic sports athletes. *Sports medicine: science and practice*. 2019;9(2):39-45. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.39. (In Russ.)

23. Radzhabkadiyev RM, Vrzhesinskaya OA, Beketova NA, Kosheleva OV, Vybornaya KV et al. Content of some vitamins in food ration and blood serum of professional athletes. *Problems of Nutrition*. 2018;87(5):43-51. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10052. (In Russ.)

24. Potolitsyna NN, Nutrikhin AV, Bojko ER. Vitamin status in athletes of different sports before competitions. *Human Sport Medicine*. 2019;19(3):20-7. DOI: 10.14529/hsm190303. (In Russ.)

25. Kodentsova VM, Risnik DV. Vitamin-mineral supplements for adults with increased vitamin content. *Medical alphabet*. 2018;2(31):15-20. (In Russ.)

Информация об авторах:

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

Кешабянц Эвелина Эдуардовна, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии. ORCID ID: 0000-0001-9762-2647

Бекетова Нина Алексеевна, старший научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, к.х.н. ORCID ID: 0000-0003-2810-2351

Коденцова Вера Митрофановна, главный научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, проф., д.б.н. ORCID ID: 0000-0002-5288-1132

Вржесинская Оксана Александровна, ведущий научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, к.б.н. ORCID ID: 0000-0002-8973-8153

Кошелева Ольга Васильевна, научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии. ORCID ID: 0000-0003-2391-9880

Information about the authors:

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

Evelina E. Keshabyants, M.D., Senior researcher of the Laboratory of Epidemiology of Nutrition and Genodiagnosics of Alimentary-Dependent Diseases of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0001-9762-2647

Nina A. Beketova, PhD (chemistry), Senior researcher of the laboratory of vitamins and minerals of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0003-2810-2351

Vera M. Kodentsova, D.Sc. (Biology), Prof., Chief researcher of the laboratory of vitamins and minerals of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0002-5288-1132

Oksana A. Vrzhesinskaya, Ph.D (biology), Leading researcher of the laboratory of vitamins and minerals of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0002-8973-8153

Olga V. Kosheleva, Researcher at the laboratory of vitamins and minerals of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. ORCID ID: 0000-0003-2391-9880

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

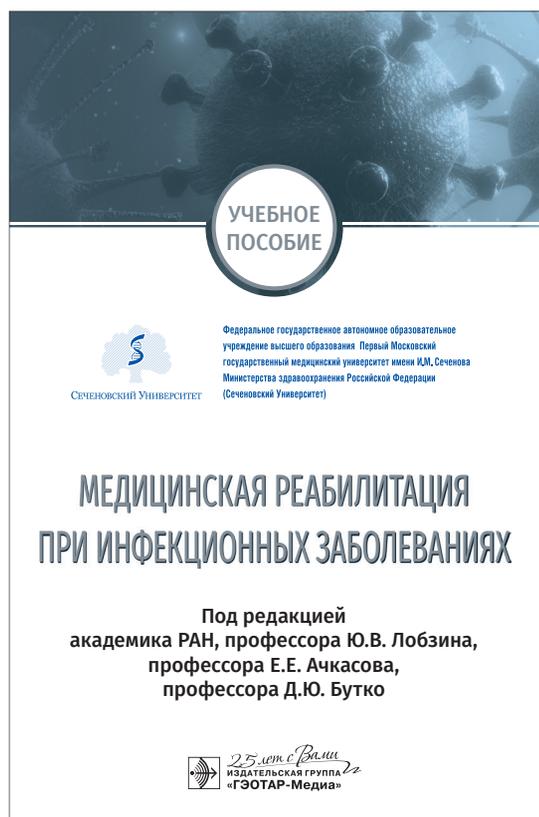
Поступила в редакцию: 25.09.2019

Принята к публикации: 14.01.2020

Received: 25 September 2019

Accepted: 14 January 2020

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



Медицинская реабилитация при инфекционных заболеваниях

Под редакцией

Ю.В. Лобзина, Е.Е. Ачкасова, Д.Ю. Бутко

В учебном пособии изложены принципы реабилитации при инфекционных заболеваниях. Отражены исторические предпосылки и теоретико-методологические основы реабилитации инфекционных больных, вопросы организации реабилитационной помощи и патофизиологические особенности инфекционного процесса, лечебная физкультура и физиотерапия, нутритивная поддержка и психологические аспекты реабилитации при инфекционных заболеваниях. Представлена методология оценки эффективности реабилитации. Отдельные главы посвящены частным вопросам реабилитации при бактериальных, вирусных и паразитарных инфекциях, а также туберкулезу. Рассмотрены критерии допуска к занятиям спортом после перенесенных инфекционных заболеваний. Тестовые задания для самоконтроля уровня знаний с ответами и контрольные вопросы способствуют улучшению усвоения материала, изложенного в учебном пособии и рекомендуемой литературе.

Издание предназначено студентам медицинских образовательных учреждений высшего образования, обучающимся по специальностям «Лечебное дело», «Стоматология», «Медико-профилактическое дело» и «Педиатрия», может быть полезно клиническим ординаторам, обучающимся по специальностям «Лечебная физкультура и спортивная медицина», «Инфекционные болезни» и «Физиотерапия», а также специалистам в области медицинской реабилитации, инфекционистам и врачам смежных специальностей.

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

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.67

УДК: 61:796/799+612.161.1

Особенности инфекционной патологии у спортсменов-дайверов в сложных климатических условиях

В.И. Пустовойт, А.С. Самойлов, Р.В. Никонов

ФГБУ Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: усовершенствовать методику оценки функциональных резервов организма, позволяющую при своевременном определении понизить вероятность возникновения инфекционного заболевания спортсменов-дайверов в период проведения подготовки и соревнований в странах с тяжелыми климатическими условиями. **Материалы и методы:** выполнен математико-статистический анализ результатов обследования и частоты инфекционной заболеваемости в период с 2018 по 2019 гг. для 47 спортсменов-дайверов мужского пола, средний возраст которых составил $30,5 \pm 3,56$ лет. Обследование проводилось с использованием методов объемной компрессионной осциллометрии (ОКО) и вариабельности сердечного ритма (ВСР). **Результаты:** в ходе анализа показателей объемной компрессионной осциллометрии и вариабельности сердечного ритма определены наиболее значимые ($p < 0,05$) признаки (систолическое и диастолическое артериальное давление, среднее гемодинамическое и боковое артериальное давление, расход энергии на передвижение одного литра крови, общее и удельное периферическое сопротивление сосудов, среднее квадратичное отклонение, квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов, разность Max-Min, отношение Max/Min, амплитуда моды 50, амплитуда моды 7.8 и индекс напряжения регуляторных систем), позволяющие своевременно определить функциональное состояние организма водолазов, соответствующее уровню преморбидного или критического. В результате полученных данных появилась возможность прогнозирования вероятных осложнений в состоянии здоровья. **Выводы:** постоянный мониторинг состояния здоровья позволяет своевременно определить нарушение адаптационных механизмов, сопровождающихся снижением противовирусной и противомикробной резистентностью организма спортсменов-дайверов. Предложена методика диагностики функционального состояния организма спортсменов-дайверов, имеющая высокую диагностическую информативность и базирующаяся на основании оценки методами (ОКО) и (ВСР). Интегральная оценка экстремального и критического состояния обладает тесной корреляционной связью ($p < 0,05$; $r > 0,70$) с острыми инфекционными заболеваниями.

Ключевые слова: спортсмены; инфекционные болезни; функциональное состояние; дайверы; острые инфекционные заболевания; адаптация

Для цитирования: Пустовойт В.И., Самойлов А.С., Никонов Р.В. Особенности инфекционной патологии у спортсменов-дайверов в сложных климатических условиях // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.67-75. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.67

Divers' infectious pathologies in severe climate

Vasilyi I. Pustovoit, Alexandr S. Samoilo, Roman V. Nikonov

*State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center,
Moscow, Russia*

ABSTRACT

Objective: to improve the methodology of timely functional body's reserves assessment, to reduce the probability of an infectious disease in divers during the training and competition period in the countries with severe climate. **Materials and methods:** We performed the mathematical and statistical analysis of the examination data and the frequency of infectious diseases in 2018-2019 in 47 male divers (mean age $30,5 \pm 3,56$). The study involved volumetric compression oscillometry (VKO) and heart rate variability (HRV). **Results:** in the volumetric compression oscillometry and heart rate variability analysis, we determined the most significant ($p < 0,05$) signs (systolic and diastolic blood pressure, mean hemodynamic and lateral arterial pressure, energy consumption for the movement of one liter of blood, total and specific peripheral vascular resistance, root mean square deviation, square root of the sum of the differences in a series of cardio intervals, Max-Min difference, Max / Min ratio, mode 50 amplitude, mode 7,8 amplitude and stress index of regulatory systems). These signs enable timely evaluation of the divers' functional state indicating a premonitory or critical health level. The study findings allow prediction of probable health complications. **Conclusions:** regular health monitoring enables the timely diagnosis of the adaptive mechanism disorders associated with decreased antiviral and antimicrobial resistance of divers. The methodology for the body functional state evaluation is proposed which has high diagnostic value and is based on the VKO and HRV assessment. The methodology of the integrated assessment for extreme and critical conditions has a close correlation ($p < 0,05$; $r > 0,70$) with acute infectious diseases.

Key words: athletes; infectious diseases; functional state; divers; acute infectious diseases; adaptation

For citation: Pustovoit V, Samoilo A, Nikonov R. Athletes-divers' infectious pathology features under difficult climatic conditions. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):67-75 (In Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.67

1. Введение

Спортивный дайвинг с каждым годом вызывает все больший интерес среди молодежи. С целью достижения высоких результатов спортсменам-дайверам в период подготовки к соревнованиям приходится часто тренироваться в различных регионах земного шара, а условия труда (температура, повышенное парциальное давление газовой и водной среды, физические нагрузки) нередко приближены к экстремальным. Постоянное участие в соревнованиях требует наличия максимальной функциональной готовности к работе, в том числе и в различных странах, что выдвигает на передний план проблему акклиматизации и временной адаптации к новым условиям пребывания.

Некоторыми авторами [1-8] доказано, что факторы окружающей среды оказывают негативное влияние на организм спортсменов-дайверов и способствуют развитию несостоятельных компенсаторно-приспособительных реакций, являющихся важным признаком ухудшения состояния здоровья, снижения уровня надежности функциональных систем и адаптационных резервов организма. Это выражается в снижении местного или общего иммунного ответа, вследствие чего повышается инфекционная заболеваемость водолазов.

Участие в спортивных мероприятиях в странах со средним колебанием суточной температуры от 35 до 50°C и относительной влажности воздуха от 30 до 70% оказывает отрицательное воздействие на организм слабо адаптированных спортсменов-дайверов, что выражается в снижении аппетита и, как следствие, возникновению дефицита массы тела. В сочетании с высоким уровнем физической нагрузки это приводит к значительному снижению иммунитета и неспецифической резистентности организма спортсменов [6, 9] и при отсутствии своевременной коррекции уровня здоровья на фоне эколого-профессионального хронического напряжения способствует развитию осложнений после перенесенных острых инфекционных заболеваний (затяжной бронхит и пневмония) [2, 3].

Цель исследования — усовершенствовать методику оценки функциональных резервов организма, позволяющую при своевременном определении понизить вероятность возникновения инфекционного заболевания спортсменов-дайверов в период подготовки и соревнований в странах с тяжелыми климатическими условиями.

Задачи исследования:

1. Оценить частоту и структуру заболеваний спортсменов-дайверов в период подготовки к соревнованиям в местах постоянного проживания и с тяжелыми климатическими условиями.
2. Выделить группы функционального состояния организма спортсменов-дайверов в период подготовки к соревнованиям на основании оценки методами объемной компрессионной осциллометрии (ОКО) и вариабельности сердечного ритма (ВСР).

3. Проанализировать зависимость между уровнями функционального состояния организма и заболеваемостью спортсменов-дайверов.

2. Материалы и методы

Регистрацию инфекционной заболеваемости проводили по результатам первичного осмотра и дальнейшего наблюдения в период с 2018 по 2020 гг. за 47 спортсменами-дайверами мужского пола среднего возраста $30,5 \pm 3,56$ лет. Тренировки проводили ежедневно в условиях как сухого, так и влажного тропического климата по 2 раза в день на открытой воде (вечерняя около 2 ч, утренняя от 1 до 2 ч). Уровень спортивной квалификации на момент наблюдения соответствовал I взрослому разряду и выше. Стаж занятия спортом в среднем $10 \pm 2,8$ лет. Обследование спортсменов проводили с целью определения уровня функционального состояния организма и своевременной оценки риска развития патологии в условиях спортивной деятельности. При анализе заболеваемости не учитывали зоонозные и острые кишечные инфекции. Наличие инфекционного заболевания фиксировали от начала интенсивных тренировок на сборах, как в местах постоянного проживания, так и в местах с тяжелыми климатическими условиями спортивного труда на основании обращений, клинических проявлений, анамнестических данных.

Дизайн исследования утвержден решением этического комитета ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России от 18.10.2018 № 10/2 и соответствует Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотру в 2013 г.

Уровень функционального состояния организма спортсменов оценивали один раз в неделю за 1 ч до начала тренировки, используя методы объемной компрессионной осциллометрии (ОКО) и вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Оценка первым методом (ОКО) осуществлялась при помощи аппаратно-программного комплекса «Глобус 8.9». Он основывается на определении уровней артериального давления спортсменов-дайверов путем регистрации объемных артериальных осциллограмм оригинальной измерительной системой комплекса. Способ позволяет оценить параметры сердечной деятельности, уровень артериального давления, эластичность стенок артерии и проходимость сосудистого русла. За одно измерение оцениваются следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), артериальное пульсовое давление (АДп), боковое систолическое артериальное давление (БАД), среднее гемодинамическое артериальное давление (СрАД), сердечный индекс (СИ), сердечный выброс (СВ), ударный объем (УО), ударный индекс (УИ), артериальное ударное давление (АДуд), скорость нарастания артериального давления в фазу быстрого изгнания (СКАДп) крови левым желудочком, показатели расхода энергии на передвижение одного литра крови (РЭ), ско-

рость кровотока линейная (СКлин), мощность сокращения левого желудочка (МСЛЖ), объемная скорость выброса (ОСВ) скорость пульсовой волны (СПВ), податливость сосудистой системы (ПСС), общее периферическое сосудистое сопротивление сосудов (ОПСС), удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС).

Оценка функционального состояния вторым методом (ВСР) реализована на приборе «Варикард – 2.51 и Диамед – МБС» в соответствии с рекомендациями группы российских экспертов [3, 4], Североамериканского общества электростимуляции и электрофизиологии и Европейских стандартов общества кардиологов 1996 г. [5, 10, 11]. Метод ВСР позволяет осуществлять регистрацию электрокардиосигнала, имеющего качественный характер с автономной расстановкой меток R зубцов. За одно измерение прибор определяет следующие показатели: количество ударов в минуту (ЧСС), среднее значение длительности интервалов (R-R интервалы), максимальное значение, минимальное значение (Mn), разность Max-Min (MxDMn), отношение Max/Min (MxRMn), квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов RMSSD, число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % по отношению к общему числу кардиоинтервалов в массиве pNN50, среднее квадратичное отклонение (SDNN), коэффициент вариации (CV), дисперсия (D), мода (Mo), амплитуда моды (AMoSDNN), амплитуда моды (AMo50), амплитуда моды (AMo7.8), показатель автокорреляционной функции (CC1), показатель автокорреляционной функции (CC0), число аритмий (NAr), индекс напряжения регуляторных систем (Si), суммарная мощность спектра (TP), мощность HF, мощность LF, мощность VLF, мощность ULF, max высокочастотной составляющей (HFmx), max низкочастотной составляющей (LFmx), max сверхнизкочастотной составляющей (ULFmx), период Max спектра HF (HFt), период Max спектра LF (LFt), период Max спектра VLF (VLFt), период Max спектра ULF (ULFt), мощность HF%, мощность LF%, мощность VLF%, отношение LF/HF, VLF/HF, индекс централизации (VLF+LF)/HF, показатель активности регуляторных систем (ПАРС) и интегральный показатель регуляторных систем (ИПРС).

Данные методы дают возможность в течение нескольких минут оценить уровень функционального состояния регуляторных систем в условиях нормы и патологии, определить уровень адаптации спортсменов-дайверов к условиям окружающей среды.

Результаты анализа инфекционной заболеваемости, ОКО и ВСР вносились в табличный редактор Excel for Windows 2016 для последующей статистической обработки с помощью специализированного пакета прикладных программ KNIME и Statistica 6 for Windows [12, 13].

Для обработки и анализа результатов инфекционной заболеваемости спортсменов-дайверов был выбран ряд

методов статистической группировки и описания признаков (средней квадратической (стандартной) ошибки средних значений, относительной величины частоты и распределения, среднего арифметического значения, среднего квадратического отклонения). Корреляционный анализ проводился с применением коэффициента ранговой корреляции Спирмена и параллельных координат, оценку достоверности разности средних величин осуществляли при помощи t-критерия Стьюдента [13]. При анализе учитывалась инфекционная заболеваемость водолазов, результаты значений ОКО, ВСР, графические представления данных получили с помощью программ KNIME и Statistica 6 for Windows [12, 13].

3. Результаты

Анализ заболеваемости водолазов проводили в период тренировочного процесса по спортивному дайвингу и показал, что в условиях, нехарактерных для постоянного места жительства, в сухом или влажном тропическом климате пик развития острых персистирующих инфекционных заболеваний и обострение хронических болезней приходится на $26 \pm 3,6$ сутки от начала интенсивного тренировочного процесса, тогда как в местах постоянного проживания пиков не регистрировали (рис. 1).

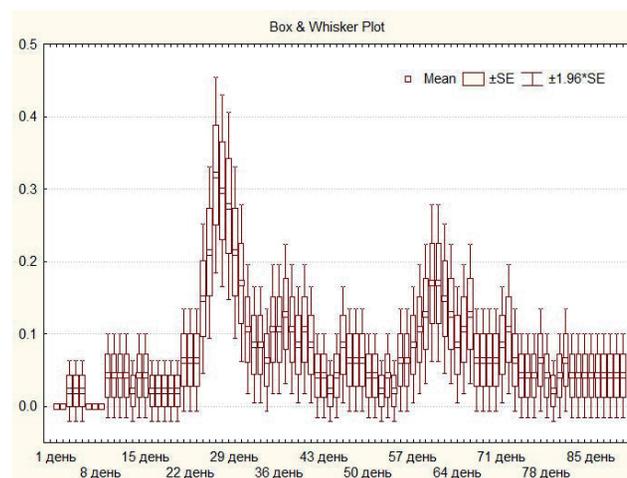


Рис. 1. Зависимость доли заболеваемости в днях, от начала тренировочного процесса в нехарактерном месте для постоянного места жительства

Fig. 1. Dependence proportion of morbidity in days, on the beginning of training process in an unusual place for living

В среднем, инфекционная заболеваемость водолазов в тот же временной период сборов, проходящих в местах постоянного проживания, регистрировалась в пределах 4,25% больных (2 спортсмена), тогда как в местах с измененными климатическими условиями возрастала до 31,92% заболевших (14 человек), что исключало возможность участия спортсменов-дайверов в процессе подготовки и непосредственно в соревнованиях.

Основной удельный вес при регистрации болезней приходился на четвертую и пятую недели от начала сбо-

ров, в дальнейшем заболеваемость значительно снижалась – в два ($7 \pm 1,4$) или три ($4,7 \pm 1,1$) раза и составила 14,9 и 9,9% соответственно.

Характерной особенностью инфекционных болезней в период сборов являлась неравномерность их возникновения по месяцам года. При анализе годовой динамики по основным нозологическим формам отчетливо выявляются пики инфекционной заболеваемости в определенные месяцы. Например, острые респираторные заболевания преимущественно регистрировались в феврале – марте, мае – июне и сентябре, а в июле – августе преобладали герпесвирусные инфекции.

Следует подчеркнуть, что в местах с измененными климатическими условиями и в местах постоянного проживания в структуре инфекционных болезней большую долю занимала группа инфекционной патологии дыхательных путей (25,53 и 10,6% соответственно) за все периоды интенсивной подготовки спортсменов-дайверов.

На первом месте по частоте встречаемости регистрировали острые респираторные заболевания (ОРЗ) – 19,14% (9 человек), ангина отмечалась у 4,25% спортсменов (2 человека). При этом данные заболевания сопровождались осложнениями в виде бронхита в 18,18% (2 человека) и пневмонии в 9,09% (1 человек) случаев, характеризовавшихся большой длительностью и тяжелым течением, что составляет существенную долю трудопотерь, в то время как в местах постоянного проживания данные осложнения не регистрировались.

На втором месте по частоте встречаемости находится обострение герпесвирусной инфекции 12,77% (6 человек), тогда как в местах постоянного проживания – 2,13% (2 человека). На третьем месте 8,5% (4 человек) в местах с измененными климатическими условиями и 4,25% (2 человек) в местах постоянного проживания

отоларингологические заболевания.

Опираясь на литературные данные [1, 3, 5, 8], можно предположить, что в условиях спортивного труда, нехарактерного для постоянного места жительства, регистрируются более высокие показатели заболеваемости водолазов острыми респираторными и обострением герпесвирусной инфекции в связи с недостаточно высоким уровнем адаптационных и функциональных резервов, истощение которых приводит к снижению полноценного иммунного ответа.

В ходе проведения анализа была установлена тесная корреляционная связь ($p < 0,05$; $r > 0,70$) между фактом постановки диагноза инфекционного заболевания и функциональным состоянием организма, оцененным с использованием ВСП и ОКО как экстремальное (преморбидное) и критическое.

Данные методы оценки показали, что у спортсменов-дайверов отмечались существенные сдвиги ряда показателей сердечно-сосудистой системы, характеризующих функциональное состояние и резервы организма. Анализ результатов ОКО в преморбидном состоянии показал, что такие признаки, как повышение ДАД, САД, БАД, СрАД, РЭ, ОПСС и УПСС статистически значимо ($p < 0,05$) отличались от регистрируемых в оптимальных условиях спортивного труда (табл. 1). Указанные показатели изменялись в зависимости от степени перенапряжения организма и характеризовали изменение уровня функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов. Регистрировалась тесная корреляционная связь ($p < 0,05$; $r > 0,70$) между ухудшением функционального состояния организма дайверов в критическую сторону и повышением интенсивности и продолжительности выполнения тяжелого тренировочного цикла в неблагоприятных климатических условиях [14].

Таблица 1

Шкала оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов-дайверов

Table 1

Scale of assessment of functional state of cardiovascular system athletes divers

Состояние / State Показатель / Indicator	Границы параметров ОКО в преморбидном состоянии у спортсменов / Boundaries of OKO parameters in premorbid state in athletes		Границы параметров ОКО в функциональном оптимальном состоянии организма / Boundaries of OKO parameters in optimal state in athletes		Значимость / Importance
	Нижняя / Lower	Верхняя / Upper	Нижняя / Lower	Верхняя / Upper	
ДАД	$87 \pm 0,2$	$95,6 \pm 0,7$	$60,2 \pm 0,4$	$68,5 \pm 0,1$	$p < 0,001$
САД	$134,3 \pm 1$	$139,4 \pm 1,2$	$120,2 \pm 0,9$	$124,8 \pm 0,9$	$p < 0,05$
БАД	$119,1 \pm 0,8$	$127,7 \pm 1,1$	$101,4 \pm 0,7$	$105,8 \pm 0,7$	$p < 0,01$
СрАД	$99,3 \pm 0,7$	$107,5 \pm 1$	$80,2 \pm 0,7$	$85,3 \pm 0,7$	$p < 0,01$
РЭ	$13,2 \pm 0,09$	$14,3 \pm 0,1$	$10,7 \pm 0,08$	$11,4 \pm 0,09$	$p < 0,001$
ОПСС	1370 ± 13	1451 ± 17	$1072 \pm 7,6$	$1142 \pm 9,6$	$p < 0,001$
УПСС	$33,6 \pm 0,4$	$36,5 \pm 0,4$	$26 \pm 0,2$	$27,9 \pm 0,2$	$p < 0,001$

* - расшифровка аббревиатуры в тексте

* - decryption of the abbreviation in the text

Аналогичная картина отмечалась при анализе ВСР в группах с автономным и центральным типом вегетативной регуляции у спортсменов-дайверов (табл. 2). Изменения показателей оказались значимы как в продромальном, так и критическом состоянии организма водолазов. Использование метода ВСР позволило с высокой достоверностью определить отклонения функционального состояния в критическую сторону, в некоторых случаях с развитием острых инфекционных заболеваний.

Диагностика основана на семи наиболее значимых ($p < 0,001$) регистрируемых методом ВСР параметрах, которые были сгруппированы по своей способности достоверно классифицировать уровень функционального состояния организма спортсменов-дайверов. В основную группу полученных признаков вошли: RMSSD, SDNN, MxDMn, MxRMn, AMo50, AMo7.8 и Si.

Таблица 2

Шкала оценки функционального состояния регуляторных систем спортсменов-дайверов с автономным типом регуляции

Table 2

Scale of assessment of functional state of regulatory systems Athletes-divers with autonomous type of regulation

Состояние / State Показатель / Indicator	Значения ВСР в преморбидном состоянии у спортсменов / Values of SMR in premorbid state in athletes		Значения в оптимальном функциональном состоянии организма / Values in the optimal functional state of the body		Значимость / Importance
	От / From	До / Till	От / From	До / Till	
RMSSD	251,6±2,1	332,2±5,3	32,2±1,7	60±1,3	$p < 0,001$
SDNN	339,5±16,8	281,2±9,8	52,1±3	73,1±2,8	$p < 0,01$
MxDMn	104,3±2,8	0,11±0,01	298,2±6,6	445,5±2,3	$p < 0,01$
MxRMn	1,17±0,08	1,2±0,01	1,4±0,006	1,6±0,03	$p < 0,01$
AMo50	108,6±2,8	79±6,7	40,8±0,5	32,9±0,7	$p < 0,001$
AMo7.8	16,7±0,4	12,8±3	8±0,1	7±0,1	$p < 0,01$
Si	392,4±10	808±45,2	76,8±0,9	41,2±0,7	$p < 0,001$

Таблица 3

Шкала оценки функционального состояния регуляторных систем спортсменов-дайверов с центральным типом регуляции

Table 3

Scale of assessment of functional state of regulatory systems Athletes-divers with a central type of regulation

Состояние / State Показатель / Indicator	Значения ВСР в преморбидном состоянии у спортсменов / Values of SMR in premorbid state in athletes		Значения в оптимальном функциональном состоянии организма / Values in the optimal functional state of the body		Значимость / Importance
	От / From	До / Till	От / From	До / Till	
RMSSD	120,4±4,3	145,6±3,8	210,5±3,9	283,3±6,8	$p < 0,01$
SDNN	327,4±9,4	501,5±41,7	137,8±8,9	161,2±8,2	$p < 0,001$
MxDMn	268,2±15,8	354,6±11,3	66,7±3,3	97,4±3,1	$p < 0,01$
MxRMn	1,15±0,03	1,19±0,02	1,28±0,01	1,41±0,02	$p < 0,01$
AMo50	91,5±2,9	131,9±8,1	42,2±0,9	54,8±0,9	$p < 0,001$
AMo7.8	14,7±0,5	20,9±1,2	8,2±0,4	10,1±0,3	$p < 0,05$
Si	540,2±12,6	1 297±203,2	153,9±1,6	89,6±2,6	$p < 0,001$

Как описано ранее, функциональное состояние спортсменов-дайверов изменялось в критическую сторону в условиях возрастания интенсивности и продолжительности тренировочного процесса в сочетании с воздействием неблагоприятных эколого-профессиональных факторов. Для интегральной оценки функциональной готовности была разработана шкала, в которую вошли результаты обследования дайверов методами ОКО и ВСР.

На рис. 2 представлены математические модели итогового расчета статистически значимых ($p < 0,05$) признаков, полученных методами ОКО (ось X) и ВСР (ось Y), с градацией на 8 уровней, а ось (Z) характеризует наличие или отсутствие острых инфекционных заболеваний. Трехмерная визуализация позволяет наглядно продемонстрировать паттерны и корреляции между переменными данными, где зеленая зона соответствует функциональному «оптимальному» состоянию организма спортсменов и отвечает 7–8 баллам по оцениваемым показателям и не требует коррекции состояния здоровья. Желтая зона фиксируется между 5–6 баллами,

характеризует «допустимое» функциональное состояние организма и соответствует переходному уровню (донозологические изменения). Красная зона соответствовала 3–4 баллам, характеризует функциональное «экстремальное» состояние организма дайверов и была специфична для преморбидных изменений. Данным спортсменам вносили изменения в подготовительный и соревновательный процесс. Бордовая зона соответствует «критическому» уровню функционального состояния организма, регистрируется в пределах 1–2 баллов, этим спортсменам была необходима экспресс-коррекция функциональных и адаптационных резервов.

Спортсмены, которые игнорировали врачебные рекомендации и продолжали усиленно тренироваться вопреки низким показателям уровня функционального состояния организма, впадали в «штопор», что приводило к ослаблению и срыву адаптации организма, сопровождающейся резким угнетением биологической защиты и, как следствие, повышением риска заболевания дайверов, острыми инфекционными болезнями.

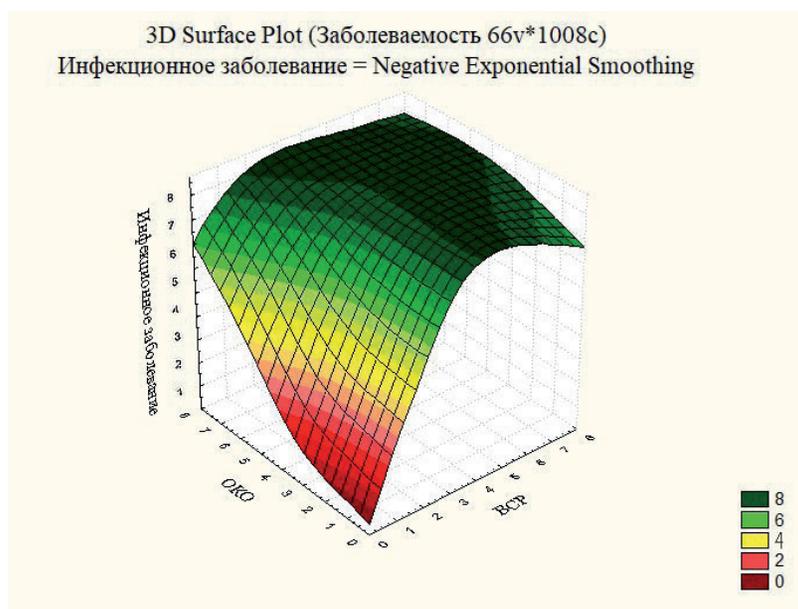


Рис. 2. Зависимость между развитием инфекционного заболевания и уровнями функционального состояния организма спортсменов-дайверов (по оси X – ОКО, по оси Y – ВСР, по оси Z – наличие острой инфекционной патологии)

Pic. 2. Relationship between the development of infectious disease and the levels of functional state of the body of athletes-divers (on the X-axis – CMS, on the Y-axis – SMR, on the Z-axis – presence of acute infectious pathology)

На рис. 3 представлен график с неинвазивными методами диагностики сердечно-сосудистой системы с градацией на 8 уровней. Первому уровню характерно «критическое», а восьмому – «оптимальное» функциональное состояние организма спортсменов с прогнозированием их вероятной связи с состоянием здоровья. С целью повышения комфорта восприятия график представлен в виде параллельных координат, что дало возможность визуализировать количественные данные с множественными переменными и провести сравни-

тельный анализ полученных данных. Расположенные параллельно друг другу оси отражают результаты математической модели итогового расчета статистически значимых ($p < 0,05$) признаков с градацией на 8 уровней, полученных методом ВСР и ОКО по краям графика и факта наличия острого инфекционного заболевания – центральная ось. Таким образом, можно наглядно продемонстрировать, что факт заболевания соответствует первым двум функциональным состояниям при оценке методом ВСР и первым трем – при оценке методом ОКО.

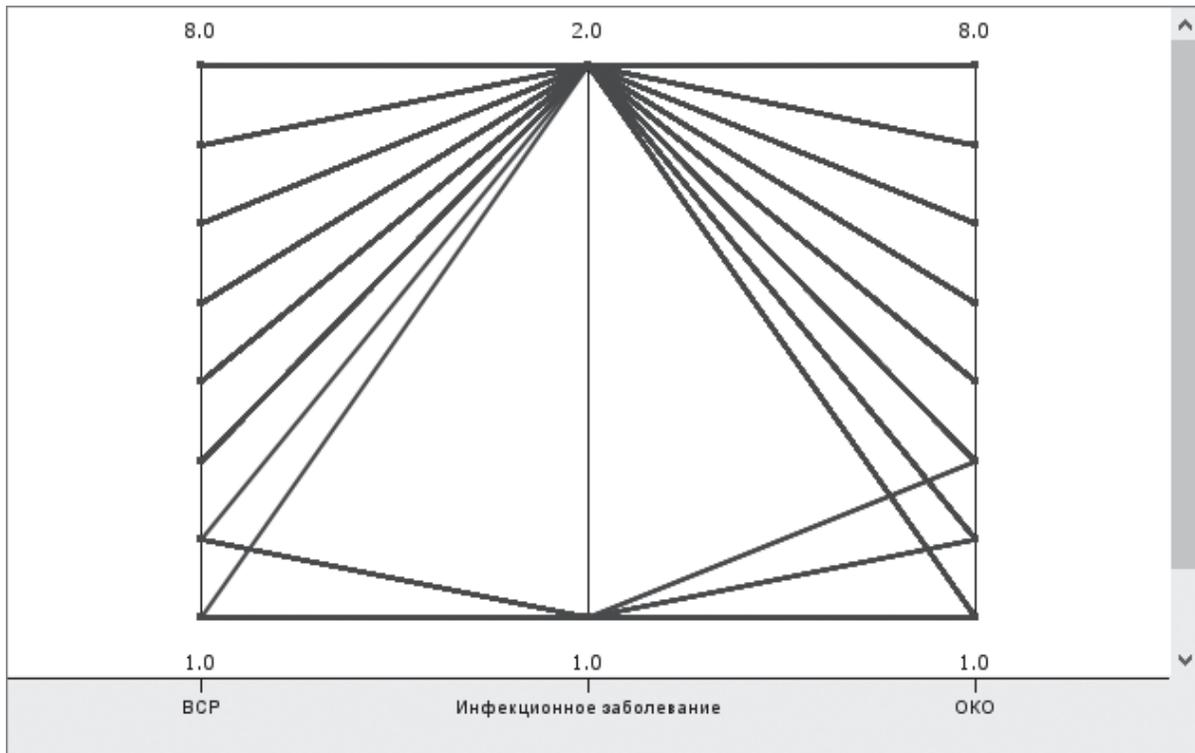


Рис. 3. Взаимосвязь между уровнями функционального состояния организма спортсменов-дайверов и развитием инфекционного заболевания
Pic. 3. Relationship between levels of functional state of athletes divers and development of infectious disease

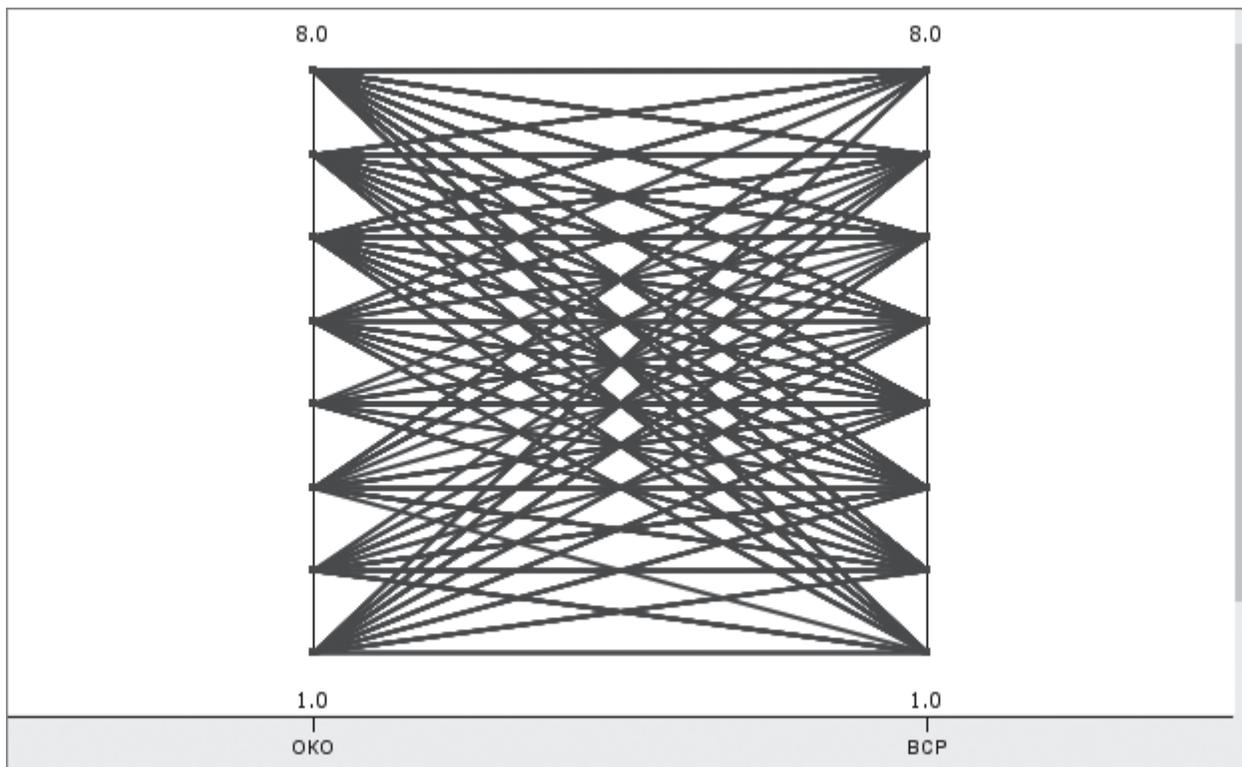


Рис. 4. Сравнение параллельных координат, полученных в результате математико-статистического анализа ВСП и ОКО
Pic. 4. Comparison of parallel coordinates obtained as a result of mathematical-statistical analysis of SMR and QMS

По центральной оси нижнее значение указывает на связь острых инфекционных заболеваний дайверов с экстремальным и критическим уровнем функционального состояния организма. По-видимому, низкий уровень функционального состояния организма спортсменов способствовал снижению функциональной активности форменных элементов крови, что также подтверждалось в работах других авторов [2, 5, 9, 15-17] и способствовало повышению заболеваемости дайверов острыми инфекционными болезнями.

4. Обсуждение результатов

Анализ полученных данных показал, что интегральная оценка функционального состояния организма дайверов методами ОКО и ВСР обладает высокой информативностью и способностью прогнозировать ослабление защитных механизмов у спортсменов с возможным развитием острых инфекционных заболеваний. Некоторыми авторами [2, 5, 11, 15-17] было доказано, что в период тяжелых тренировок развивается спортивный стрессовый иммунодефицит, из-за чего повышается склонность организма спортсменов к формированию персистирующих инфекций и хронических воспалительных процессов, значительно превышающих показатели функционального состояния на базовом этапе занятий в оптимальных условиях спортивной деятельности.

Разработанная модель определения функционального состояния организма позволяет повысить прогностическую эффективность методов диагностики ВСР и ОКО [14], использованных по отдельности, поскольку их одновременное применение взаимно дополняет друг друга и повышает диагностическую достоверность ($p < 0,05$) (рис. 5).

Список литературы

1. McCraty R, Shaffer F. Heart rate variability: new perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk // *Global. Adv. Health Med.* 2015. Vol.4. P.46-61.
2. Демин В.Ф., Ключников С.О., Балькова Л.А., Самойлов А.С. Детская спортивная медицина. М.: Буки Веди, 2017. 472 с.
3. Разинкин С.М., Дворников М.В. Физиология и гигиена летчика в экстремальных условиях. М.: Научная книга, 2019. 560 с.
4. Шлык Н.И., Баевский Р.М. Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов // Материалы VI всероссийского симпозиума. Ижевск, 2016. 608 с.
5. Sassi R, Cerutti S, Lombardi F, Malik M, Huikuri H et al. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society // *Europace.* 2015. Vol.17. P.1341-1353.
6. Носкин Л.А., Герасимова Л.С., Яковенко Е.Н., Медведева Ю.С. и др. Дифференциация сывороточных маркеров гомеостаза у спортсменов высокой квалификации различной специализации // *Физиология человека.* 2017. Т.43, №4. С.430-436.
7. Quintana DS. Statistical considerations for reporting and planning heart rate variability case-control studies // *Psychophysiology.* 2017. Vol.54, №3, P.344-349.

С целью оптимизации и повышения качества тренировочного процесса у спортсменов-дайверов необходимо разработать единую математическую модель, способную работать в полуавтоматическом или автоматическом режиме, для своевременного определения функционального состояния организма спортсменов-дайверов.

5. Выводы

1. На фоне нарушения адаптации спортсменов к факторам окружающей среды отмечалось угнетение естественной резистентности к 4–5 неделям от начала спортивных сборов, что способствовало повышению инфекционной заболеваемости в 7 раз (31,92%) по сравнению с обычными условиями спортивной деятельности (4,25%). По частоте встречаемости на первом месте была инфекционная патология дыхательных путей (25,53%), на втором – обострение хронических герпесвирусных инфекций (12,77%), находящихся в стадии ремиссии и не способных преодолеть защитные барьеры организма в обычных условиях.

2. Разработанные уровни функционального состояния организма спортсменов-дайверов в период подготовки к соревнованиям показали высокую диагностическую информативность и базируются на основании оценки методами ОКО и ВСР.

3. Анализ результатов обследования в период физических нагрузок различной интенсивности и длительности показал наличие тесной корреляционной связи ($p < 0,05$; $r > 0,70$) острых инфекционных заболеваний с экстремальным и критическим уровнем функционального состояния организма спортсменов-дайверов.

Reference

1. McCraty R, Shaffer F. Heart rate variability: new perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk. *Global Adv Health Med.* 2015;4(1):46-61.
2. Demin VF, Klyuchnikov SO, Balykova LA, Samoylov AS. Detskaya sportivnaya meditsina. M.: Buki Vedi 2017. 472p. (In Russ.)
3. Razinkin SM, Dvornikov MV. Fiziologiya i gigiena letchika v ekstremal'nykh usloviyakh. M.: Nauchnaya kniga, 2019. 560p. (In Russ.)
4. Shlyk NI, Bayevsky RM. Heart rate and type of vegetative regulation in assessing the level of health of the population and functional readiness of athletes: materials of the VI All-Russian Symp. Izhevsk, 2016. 608p. (In Russ.)
5. Sassi R, Cerutti S, Lombardi F, Malik M, Huikuri HV et al. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Europace.* 2015;(17):1341-1353.
6. Noskin LA, Gerasimova LS, Yakovenko EN, Medvedeva YS et al. Differentiation of serum markers of homeostasis in highly qualified athletes engaged in various sports. *Human physiology.* 2017;43(4):430-436. (In Russ.)
7. Quintana DS. Statistical considerations for reporting and planning heart rate variability case-control studies. *Psychophysiology.* 2017;54(3):344-349.

8. Laborde S, Lautenbach F, Allen MS. The contribution of coping-related variables and heart rate variability to visual search performance under pressure // *Physiol. Behav.* 2015. Vol.139. P.532-540.

9. Калинин С.А., Шульгина С.М., Антропова Е.Н., Рыкова М.П., Садова А.А. и др. Состояние системы иммунитета человека и животных при физических нагрузках различного генеза // *Иммунология.* 2019. Т.40, №3. С.72-82.

10. Kuehl LK, Deuter CE, Richter S, Schulz A, Ruddel H et al. Two separable mechanisms are responsible for mental stress effects on high frequency heart rate variability: an intra-individual approach in a healthy and a diabetic sample // *Int. J. Psychophysiol.* 2015. Vol.95. P.299-303.

11. Verkuil B, Brosschot JF, Tollenaar MS, Lane RD, Thayer JF. Prolonged non-metabolic heart rate variability reduction as a physiological marker of psychological stress in daily life // *Ann. Behav. Med.* 2016. Vol.50. P.704-714.

12. Specialized package of applications KNIME. Available at: KNIME. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.knime.com/knime-software/knime-analytics-platform> (дата обращения 19.11.2019).

13. Paolella MS. Linear Models and Time-Series Analysis: Regression, ANOVA, ARMA and GARCH (Wiley Series in Probability and Statistics). 2018. 897p.

14. Пустовойт В.И., Самойлов А.С. Разработка основных критериев для оценки степени адаптации организма спортсменов-альпинистов в условиях горного климата // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания.* 2019. №73. С.42-48.

15. Shephard RJ. Development of the discipline of exercise immunology // *Exerc. Immunol. Rev.* 2010. Vol.16. P.194-222.

16. Krüger K, Mooren, F (2014). Exercise-induced leukocyte apoptosis // *Exerc. Immunol. Rev.* 2014. Vol. 20. P.117-134.

17. Ачкасов Е.Е., Авдеева М.Г., Макарова Б.А. Инфекционные заболевания в спортивной среде. М: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 192 с. ISBN 978-5-9704-4288-3

8. Laborde S, Lautenbach F, Allen MS. The contribution of coping-related variables and heart rate variability to visual search performance under pressure. *Physiol. Behav.* 2015;139:532-540.

9. Kalinin SA, Shulgina SM, Antropova EN, Rykova MP, Sadova AA et al. The immune system status of humans and animals during exercises of various origin. *Immunologiya.* 2019;40(3):72-82. (In Russ.) DOI: 10.24411/0206-4952-2019-13008

10. Kuehl LK, Deuter CE, Richter S, Schulz A, Ruddel H et al. Two separable mechanisms are responsible for mental stress effects on high frequency heart rate variability: an intra-individual approach in a healthy and a diabetic sample. *Int. J. Psychophysiol.* 2015;95(3):299-303.

11. Verkuil B, Brosschot JF, Tollenaar MS, Lane RD, Thayer JF. Prolonged non-metabolic heart rate variability reduction as a physiological marker of psychological stress in daily life. *Ann. Behav. Med.* 2016;(50):704-714.

12. Specialized package of applications KNIME. Available at: <https://www.knime.com/knime-software/knime-analytics-platform> (accessed at 25 March 2019).

13. Paolella MS. Linear Models and Time-Series Analysis: Regression, ANOVA, ARMA and GARCH. *Wiley Series in Probability and Statistics.* 2018;897. ISBN: 978-1119431909

14. Pustovoyt VI, Samoilov AS. Development of basic criteria for assessing the adaptation level of athletes-mountaineers' organism to a mountain climate. *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration.* 2019;(73):42-48. (In Russ.) DOI: 10.36604/1998-5029-2019-73-42-48

15. Shephard RJ. Development of the discipline of exercise immunology. *Exerc. Immunol. Rev.* 2010;(16):194-222.

16. Krüger K., Mooren, FC. (2014). Exercise-induced leukocyte apoptosis. *Exerc. Immunol. Rev.* 2014;(20):117-134.

17. Achkasov EE, Avdeeva MG. Infektsionnye zabolevaniya v sportivnoy srede. GEOTAR Media. 2018;192. (In Russ). ISBN 978-5-9704-4288-3

Информация об авторах:

Пустовойт Василий Игоревич, младший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной спортивной медицины ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н. (+7(926)530-58-56, vipust@yandex.ru). ORCID ID: 0000-0003-3396-5813

Самойлов Александр Сергеевич, генеральный директор ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, член-корр. РАН, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-9241-7238

Никонов Роман Владимирович, аспирант кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. ORCID ID: 0000-0003-2088-5312

Information about the authors:

Vasylyi I. Pustovoyt, M.D., Ph.D. (Medicine), Junior Researcher of the Laboratory of Big Data and Precision Sports Medicine of the SRC of the FMBC (+7(926)530-58-56, vipust@yandex.ru). ORCID ID: 0000-0003-3396-5813

Alexander S. Samoilov, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, General Director of the SRC of the FMBC. ORCID ID: 0000-0002-9241-7238

Roman V. Nikonov, Graduate Student of the Department of Restorative Medicine, Sports Medicine, Resort Science and Physiotherapy with the Course of Nursing of the SRC – FMBC. ORCID ID: 0000-0003-2088-5312

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study was not sponsored

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 21.11.2019

Принята к публикации: 05.02.2020

Accepted: 21 November 2019

Received: 05 February 2020

Психофизиологические и психологические особенности волейболисток-юниоров высокой квалификации

*Е.И. Дулова, А.А. Решетова, А.Е. Иголкина, Д.А. Кравчук, И.Н. Митин,
К.С. Назаров, А.В. Жолинский*

*ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации
Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: проанализировать психологические и психофизиологические особенности волейболисток-юниоров высокой квалификации. **Материалы и методы:** в исследовании приняли участие 19 волейболисток-юниоров, средний возраст $17,0 \pm 1,0$ лет. Исследование проводили в предсоревновательном периоде. Для оценки особенностей личности, мотивационной сферы, копинг-стратегий, актуального состояния, особенностей спонтанного использования мысленных образов, способностей к концентрации и переключению внимания использовали: «Фрайбургский личностный опросник», «Шкала спортивной мотивации», «Стратегии преодоления стрессовых ситуаций», опросник для оценки уровня переживаний острого и хронического стресса, опросника «Стиль работы и общения (синдром выгорания)», опросник «Использование образов в спорте», тест Мюнстерберга и тест «Перепутанные линии». Проводили тестирование эффективности стратегий саморегуляции, оценка параметров простой и сложной зрительно-моторной реакции. Полученные данные сопоставлялись с оценкой игровой эффективности спортсменок. **Результаты:** выявлена значимая связь эффективности спортивной деятельности и сниженного уровня стрессового напряжения в актуальном состоянии: высокие быстродействие, стабильность реакций, внутренняя мотивация, сниженные невротичность, депрессивность, агрессивность, эмоциональная лабильность, развитые навыки саморегуляции, визуализации и идеомоторной тренировки. **Выводы:** выделенные психологические и психофизиологические характеристики могут рассматриваться как составляющие модельного психофизиологического состояния волейболисток.

Ключевые слова: медико-психологическое обеспечение, волейбол, спортсменки-юниоры, психофизиологические особенности, психомоторные реакции, саморегуляция, игровая эффективность

Для цитирования: Дулова Е.И., Решетова А.А., Иголкина А.Е., Кравчук Д.А., Митин И.Н., Назаров К.С., Жолинский А.В. Психофизиологические и психологические особенности волейболисток-юниоров высокой квалификации // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.76-84. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.76

Psychophysiological and psychological features of elite young volleyball players

*Ekaterina I. Dulova, Aleksandra A. Reshetova, Aleksandra E. Igolkina, Daria A. Kravchuk,
Igor N. Mitin, Kirill S. Nazarov, Andrey V. Zholinskiy*

*Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation,
Moscow, Russia*

ABSTRACT

Objective: to analyze the psychological and psychophysiological features of effective volleyball play. **Materials and methods:** the study involved 19 female athletes with average age of 17 ± 1 years. The study was conducted during the pre-competition period. Personality traits, sport motivation, coping strategies, emotional burnout, skills of mental training and visualization, were assessed by adapted Russian-language versions of questionnaires «Freiburg multi-factor personal questionnaire (FPI)», «Sport motivation scale (SMS)», «The Sport Imagery Questionnaire (SIQ)», «Strategic Approach to Coping Scale (SACS)», «Maslach burnout inventory». The levels of chronic and acute stress were assessed by «Acute and chronic stress scale». Attentional set-shifting, concentration of attention were examined by the Munsterberg test and the «Entangled lines» test. The speed and stability of sensorimotor functioning were assessed by Simple Reaction Time test and Choice Reaction Time test. Stress load was simulated by the game-biofeedback approach to examine the effectiveness of self-regulation. The obtained data were compared with the assessment of athletes' gaming efficiency. **Results:** Revealed significant connection between game effectiveness and the reduced level of stress: high speed, reaction stability, internal motivation, decreased neuroticity, depressiveness, aggressiveness, emotional lability, developed skills of self-regulation, visualization and ideomotor training are discussed. **Conclusions:** Revealed psychological and psychophysiological features might be considered as components of the young female volleyball players' model psychophysiological state.

Key words: medical and psychological support, volleyball, elite young athletes, psychophysiological features, psychomotor reactions, self-regulation, game effectiveness

For citation: Dulova EI, Reshetova AA, Igolkina AE, Kravchuk DA, Mitin IN, Nazarov KS, Zholinskiy AV. Psychophysiological and psychological features of elite young volleyball players. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):76-84 (In Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.76

1. Введение

Актуальность изучения психофизиологических особенностей высококвалифицированных спортсменов, относящихся к их профессионально-важным качествам, обусловлена ростом необходимости проведения комплексного медико-психологического обеспечения в командах высококвалифицированных спортсменов. Последнее включает в себя психофизиологическое обеспечение спортсменов, ориентированное на диагностику, коррекцию и оптимизацию психофизиологического состояния на различных этапах спортивной деятельности [1].

Командные виды спорта, традиционно, предъявляют высокие требования к физическим кондициям и техническому развитию игроков [2]. Для современного этапа развития женского волейбола характерны большая длительность соревновательного сезона, повышение динамичности игровой деятельности, ужесточение требований к уровню физической, технико-тактической и психологической подготовки [3, 4]. Волейбол связан с короткими предсоревновательными и длительными соревновательными периодами. Высокая интенсивность тренировок требует тщательного контроля состояния спортсменов с целью предотвращения перетренированности, в этой связи представляется важным мониторинг психофизиологических состояний спортсменов [1, 5].

Правила волейбола не допускают паузы, в процессе которых игрок или команда может завладеть мячом, а на ответные действия (по сравнению с другими игровыми видами спорта) должно быть затрачено меньшее количество времени, кроме того, у игроков нет возможности останавливаться, осуществлять длительный зрительный поиск. Эффективность технико-тактических действий определяется скоростью процессов восприятия, движения, параметрами внимания [4]. Требуется способность сохранять высокий уровень концентрации внимания и его устойчивость на протяжении всего игрового времени [6, 7]. Также важна переключаемость внимания – скорость перехода от одного действия к другому, от одной комбинации к другой, способность внутри приема изменить свои действия, чтобы гибко адаптироваться к неожиданно изменившимся условиям в игре [6, 7]. Точность выполнения тестов на простую и сложную зрительно-моторные реакции отражает функционирование процессов произвольного внимания, способность различения стимулов [8]. Параметры сенсомоторных реакций зависят от психофизиологического состояния спортсмена [6, 8].

Таким образом, способность реагировать физическим движением на внешние стимулы, сензитивность к ним является фундаментальным фактором успеха среди

высококвалифицированных спортсменов, основой их технического мастерства [6, 8]. В этой связи особенно важным представляется исследование уровня развития сенсомоторных качеств спортсменов-волейболистов.

В свою очередь саморегуляция состояния высококвалифицированного спортсмена важна как на этапе тренировок, так и на этапе соревнований. Чрезмерно высокий уровень стрессового напряжения приводит к увеличению мышечного напряжения, что негативно влияет на точность, координацию движений [9]. Происходит сужение поля внимания и проявляется повышенная отвлекаемость – усиленное реагирование на большее количество стимулов, чем необходимо для выполнения задачи. Также наблюдается сдвиг фокуса внимания с внешней среды на внутреннюю (на мысли, чувства, движения), что приводит к увеличению контроля, напряжению мышц и негативно сказывается на расходовании функциональных резервов организма, ускоряя появление утомления [9].

Цель исследования – анализ психофизиологических и психологических особенностей волейболисток высокой квалификации.

2. Материалы и методы

Исследование проводили на базе ФГБУ УТЦ «Новогорск» (Московская область) в период подготовки команды к отборочным турнирам Чемпионата Европы. Исследование являлось частью этапного комплексного обследования спортсменов (далее – ЭКО). В исследовании участвовали спортсменки юниорской сборной России по волейболу (n=19, средний возраст – 17,0±1,0 лет).

Реализация цели исследования потребовала психофизиологической и психологической диагностики спортсменок. Психофизиологическую диагностику осуществляли аппаратно-программным комплексом (далее – АПК) «БОС-Пульс» (разработка ООО «Комсиб», Новосибирск, Россия), который позволяет реализовывать методики:

– Методика «простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР) (модификация М. Мороз) для оценки функционального состояния нервной системы, качества регуляторных механизмов, необходимых для адаптации к деятельности, уровня работоспособности, быстродействия, стабильности, точности реакций, способности удерживать высокий темп и результативность деятельности;

– Методика «Реакция различения или сложная зрительно-моторная реакция» по Хильченко (СЗМР) (модификация В. Черепанова, К. Сугоныева) предполагала тестирование подвижности нервных процессов – переключаемость, способность восстановления нервной системы для подготовки к новой реакции;

– Оценка эффективности стратегий саморегуляции проводилась при прохождении двух тестовых процедур биоуправления игровым объектом при помощи контроля сердцебиения (чем ниже пульс, тем быстрее движется игровой объект) с нарастающей сложностью в ситуации длительного соревнования с виртуальным соперником.

Скорость виртуального соперника устанавливалась индивидуально и зависела от частоты сердечных сокращений испытуемого. Первая тестовая процедура – игра «Вира!» – подводное погружение водолазов на скорость (5 погружений). Вторая тестовая процедура – игра «Ралли» – автогонка с препятствиями, где испытуемому необходимо не только замедлять пульс, но и быстро реагировать на препятствия (камни), которые появляются на шоссе (следовало «проехать» 5 кругов). Время каждого «погружения» и круга в «автогонке» составляло 2 минуты. Согласно показателям сердечного ритма и скорости сенсомоторной реакции рассчитывались показатели эффективности стратегий саморегуляции, ставилась оценка: «неэффективная», «промежуточная» «эффективная», далее она была переведена в балльную систему для количественной оценки результатов исследования («неэффективная» – 0 баллов, «промежуточная» – 1 балл, «эффективная» – 2 балла).

Психологическая диагностика предполагала оценку особенностей личности спортсменов (Фрайбургский личностный опросник); исследование особенностей мотивации спортсменов (русскоязычная версия опросника «Шкала спортивной мотивации», или «Sport Motivation Scale (SMS)»); оценку способности спортсменов справляться со стрессом (опросник «Стратегии преодоления стрессовых ситуаций», или «SACS»); оценку особенностей актуального состояния спортсменов (опросник для оценки уровня переживаний острого и хронического стресса А.Б. Леоновой; русскоязычная версия опросника «Стиль работы и общения (синдром выгорания)» К. Маслача); исследование особенностей спонтанного использования спортсменками мысленных образов (русскоязычная версия опросника «Использование образов в спорте», или «The Sport Imagery Questionnaire (SIQ)»). Кроме того, оценивали способности спортсменов к концентрации и переключению внимания (тест Мюнстерберга и тест «Перепутанные линии»).

С целью выделения психофизиологических особенностей волейболисток, необходимых для достижения эффективности спортивной деятельности, использовали данные игровой эффективности специалиста-статистика сборной команды, зарегистрированные в двух играх отборочного этапа Чемпионата Европы, которые состоялись в течение двух недель после проведения диагностики. Использовали интегральную оценку эффективности выполнения подач, атак, блокирования, приема мячей.

Для статистической обработки данных использовали программу IBM SPSS Statistics, версия 23.

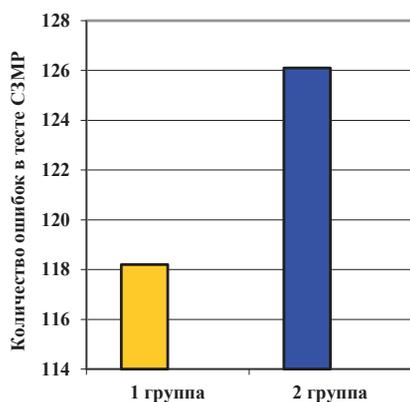
3. Результаты и их обсуждение

У большинства волейболисток (89,4% выборки) наблюдается высокая подвижность нервных процессов в сочетании со сниженной скоростью простой зрительно-моторной реакции, что позволяет квалифицировать у волейболисток психическое пресыщение. Состояние психического пресыщения характеризуется импульсивностью, то есть в сложной ситуации спортсмен действует быстро, но недостаточно точно [10]. Данные разнонаправленные изменения свидетельствуют о перенапряжении регуляторных механизмов спортсменок [10]. Состояние психического пресыщения характеризуется импульсивностью, то есть в сложной ситуации спортсмен действует быстро, но недостаточно точно [10]. Данное состояние может негативно сказываться на выполнении тех тактических действий в процессе игры, в которых особенно важна точность (передачи, подачи, нападающие удары).

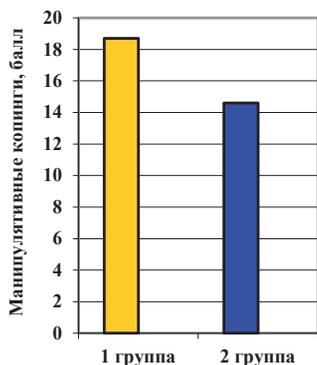
Так, было показано, что у спортсменов в период адаптации к тренировочным нагрузкам время простой зрительно-моторной реакции имеет тенденцию к увеличению, а показатели выполнения сложной сенсомоторной реакции и дополнительных тестов на антиципацию наоборот улучшились к концу тренировочного периода [11]. Приведенные данные свидетельствуют о необходимости дополнительного исследования параметров простой и сложной зрительно-моторной реакции в динамике, а также во время восстановительного периода у волейболисток.

Результаты показывают, что у большинства волейболисток навыки саморегуляции развиты недостаточно (57,9% выборки). Полученный результат согласуется с данными других исследований. Показано, что у спортсменов командных видов спорта навыки саморегуляции могут быть менее развиты, так как их деятельность связана с другими игроками команды. Степень личной ответственности за результат в игре по сравнению с индивидуальными дисциплинами снижена, менее выражено понимание, что их психофизиологическое состояние влияет на результативность [12]. Однако в некоторых работах подчеркивается важность осознания спортсменом того, что его развитые навыки саморегуляции необходимы не только ему, но и команде [12]. Была показана положительная связь степени развития навыков саморегуляции с уровнем стрессоустойчивости: чем лучше развиты навыки саморегуляции, тем выше стрессоустойчивость [13]. Надежность, продуктивность деятельности спортсмена, его выносливость также зависят уровня развития механизмов саморегуляции: так, наиболее успешные высококвалифицированные спортсмены демонстрируют более развитые навыки саморегуляции [14].

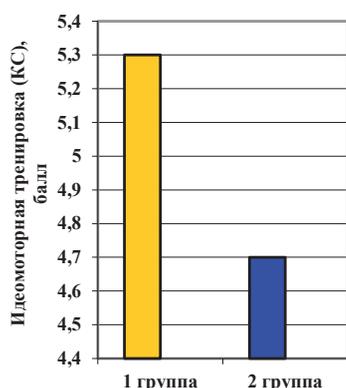
С целью выделения психофизиологических и психологических показателей спортсменок с различным уровнем стрессового напряжения, который влияет на эффективность их деятельности, результаты психодиагностики волейболисток были разделены на две груп-



А



Б



В

Рис. 1. Сравнение средних показателей, по которым найдены значимые различия в группах. А – Количество ошибок в тесте СЗМР, Б – использование манипулятивных копинг-стратегий (балл), В – использование идеомоторной тренировки конкретных приемов (КС) в группах волейболисток (балл) (1 группа – уровень стрессового напряжения на среднем или низком уровне, 2 группа – повышенный уровень стрессового напряжения). Приводятся средние значения (уровень значимости различий $p \leq 0,05$).

Рис. 1. Comparison of average indicators among which significant differences in groups were found. А. The number of errors in Choice Reaction Time test, Б – the use of manipulative coping strategies (points), В – the use of specific techniques ideomotor training in groups of female volleyball players (points) (group 1 – medium or low stress, group 2 – increased level of stress). Mean values are given (significance level of differences $p \leq 0,05$).

пы по уровню переживания стрессового напряжения и эмоционального истощения (1-я группа – повышенный уровень, 9 человек; 2-я группа – средний или низкий уровень данных показателей, 10 человек).

Для оценки различий между группами применяли непараметрический критерий Манна-Уитни (U), так как распределение признаков в выделенных группах не соответствует нормальному виду по критерию Колмогорова-Смирнова ($p < 0,05$). Приведены средние значения показателей в группах, между которыми были найдены значимые различия ($p \leq 0,05$) (рис. 1).

В 1-й группе (средний или низкий уровень стрессового напряжения в актуальном состоянии) наблюдается более частое использование идеомоторной тренировки конкретных специальных приемов (КС) ($U=20,5$, $p=0,044$), большая склонность прибегать к манипулятивным копинг-стратегиям ($U=17,5$, $p=0,023$), а также меньшее количество ошибок в тесте СЗМР (меньшая точность реакций) ($U=20,5$, $p=0,044$), чем во 2-й группе волейболисток (повышенный уровень стрессового напряжения в актуальном состоянии).

Для более точного разделения спортсменок на группы по степени стрессового напряжения и эмоционального истощения в их актуальном состоянии далее был проведен иерархический кластерный анализ по методу Варда. Иерархическая кластеризация используется при небольшом количестве наблюдений [15]. Метод Варда позволяет выделять кластеры приблизительно равных размеров [15]. Перечисленные особенности метода кластеризации обосновывают его применение при анализе данных исследования волейболисток.

Согласно полученной дендрограмме среди волейболисток были выделены 2 группы (1-я группа – 10 спортсменок, 2-я группа – 9 спортсменок).

Для оценки различий между выделенными группами применяли непараметрический критерий Манна-Уитни (U), так как распределение признаков в выделенных группах не соответствует нормальному виду по критерию Колмогорова-Смирнова ($p < 0,05$). Приведены средние значения параметров в группах, между которыми обнаружены значимые различия ($p \leq 0,05$) (рис. 2).

У 1-й группы значимо ниже эмоциональное истощение ($U=2,5$, $p=0,001$), уровень деперсонализации ($U=14$, $p=0,02$), но выше редукция личных достижений ($U=12$, $p=0,012$), выше уровень острого стресса ($U=13,5$, $p=0,018$) и хронического стресса ($U=5$, $p=0,002$). У 1-й группы также ниже спонтанная агрессивность ($U=9$, $p=0,005$), эмоциональная лабильность ($U=9,5$, $p=0,006$), выше маскулинность ($U=16$, $p=0,029$), ниже склонность к асоциальным копингам ($U=5,5$, $p=0,002$) и агрессивным копингам ($U=10$, $p=0,007$).

Данные корреляционного анализа Спирмена, проведенного на общей выборке волейболисток показывают, что чем ниже невротичность, тем выше устойчивость реакций ($r=-0,537$, $p=0,018$), выше способность длительно удерживать высокий темп и безошибочность в

деятельности ($r=-0,545$, $p=0,016$). Кроме того, выявлено, что чем выше индекс острого стресса, тем выше среднее квадратичное отклонение времени реакции, ($r=0,487$, $p=0,034$), то есть ниже стабильность реакций.

Результаты исследования указывают на то, что чем ниже индекс острого стресса волейболисток, ниже невротичность, тем выше была их стабильность реакций и способность длительно удерживать высокий темп и безошибочность деятельности. Невротичность связана с повышением уровня тревожности, истощаемости и утомляемости [16]. Полученные результаты свидетельствуют о взаимосвязи уровня стрессового напряжения, невротичности и сенсомоторного функционирования и необходимости мониторинга данных параметров у спортсменок.

У волейболисток с пониженным уровнем стрессового напряжения наблюдается более высокий уровень редукции личных достижений в сочетании со сниженной спонтанной агрессивностью. Сниженный уровень спонтанной агрессивности свидетельствует о возможности анализировать негативный опыт, обязательности [16]. В этой связи можно предположить, что у данной части исследованной выборки волейболисток проявляется усиление рефлексии и критичности к собственной деятельности.

Анализ личностных особенностей, которые характеризуют волейболисток с наименьшим уровнем стрессового напряжения и эмоционального истощения в актуальном состоянии показал, что у них выше маскулинность, ниже эмоциональная лабильность по сравнению с группой со средним или высоким уровнем стрессового напряжения. Из литературы известно, что более высокие оценки по шкале маскулинности и более низкий уровень эмоциональной лабильности свидетельствуют о повышенной склонности спортсменок к риску, высокой скорости принятия решений, стремлении к самоутверждению, соперничеству [16]. Данные личностные черты также связаны с таким профессионально-важными качествами волейболисток как способность быстрой ориентации и саморегуляции в постоянно меняющихся игровых ситуациях [3, 6].

Анализ способов совладания со стрессом у волейболисток показал, что у спортсменок с меньшим уровнем стрессового напряжения в актуальном состоянии ниже склонность прибегать асоциальным и агрессивным копингам и большая склонность к манипулятивным копинг-стратегиям. Известно, что к манипулятивным действиям чаще прибегают те, кто склонен к доминированию в ситуации конфликта и соперничеству [17]. Более высокий уровень психической устойчивости позволяет реже прибегать к асоциальным и агрессивным копинг-стратегиям, что также способствует лучшей адаптации к нагрузкам [18].

Показано, что у спортсменок с наименьшим уровнем стрессового напряжения в актуальном состоянии выше склонность к использованию образов когнитивного спе-

циального типа (КС), отвечающих, согласно прикладной модели использования мысленных образов в спорте, за мысленную проработку конкретных двигательных навыков [19]. Данный тип мысленных образов, используемых спортсменами, в русскоязычной литературе называют, идеомоторной тренировкой. Образ движения (представление о движении) вызывает само движение, что проявляется в идеомоторных актах – микродвижениях мышц, ответственных за выполнение данного движения в целом [19]. Спортсменки, которые активно используют идеомоторную тренировку, быстрее осваивают правильную технику движений и легче исправляют ошибки, что, по-видимому, и является фактором профилактики стрессовых воздействий спортивной деятельности. Кроме того, использование идеомоторной тренировки повышает эффективность принятия игровых решений [20].

Корреляционный анализ Спирмена применялся для выявления психофизиологических и психологических показателей, которые связаны с уровнем развития стратегий саморегуляции. Было показано, что чем выше способность к концентрации внимания (по тесту Мюнстерберга, $r=0,61$, $p=0,006$) и чем выше частота использования когнитивных общих мысленных образов (мысленная проработка целостных стратегий поведения по тесту «Использование образов в спорте», $r=0,471$, $p=0,042$), тем выше общий уровень эффективности стратегий саморегуляции.

Выявлена значимая связь уровня эффективности стратегий саморегуляции и использования когнитивных общих образов (КО). Данный тип образов предполагает мысленную проработку обобщенных поведенческих стратегий, планов и целостных программ выступления на соревнованиях, что по своей сути является одной из техник произвольной саморегуляции.

Для 10 спортсменок из выборки тренерами проводился анализ игровой эффективности. Волейболистки были разделены на две группы по степени их игровой эффективности (1-я группа – высокий уровень, 5 человек; 2-я группа – средний или низкий уровень, 5 человек). Распределение признаков в выделенных группах не соответствует нормальному виду по критерию Колмогорова-Смирнова ($p<0,05$), поэтому для оценки различий между группами применялся непараметрический критерий Манна-Уитни (U). Далее приведены средние значения показателей в группах, между которыми были найдены значимые различия ($p\leq 0,05$) (рис. 3).

Результаты применения критерия Манна-Уитни показывают, что в 1-й группе (низкая или средняя игровая эффективность) по сравнению со 2-й группой спортсменок, показавших большую степень игровой эффективности, выше уровень депрессивности ($U=3$, $p=0,039$), выше реактивной агрессивности ($U=2$, $p=0,022$), ниже уровень внутренней мотивации ($U=1$, $p=0,008$), ниже интегральный показатель работоспособности по тесту ПЗМР ($U=3$, $p=0,038$).

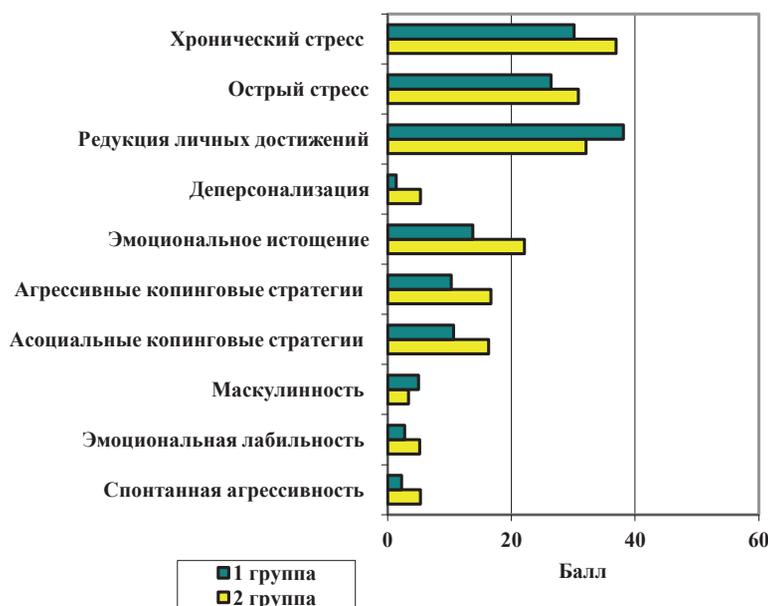


Рис. 2. Сравнительные данные групп волейболисток, полученных при помощи кластерного анализа. Приводятся средние значения (уровень значимости различий $p \leq 0,05$).

Pic. 2. Comparative group data of female volleyball players, obtained by cluster analysis. Mean values are given (significance level of differences $p \leq 0.05$).

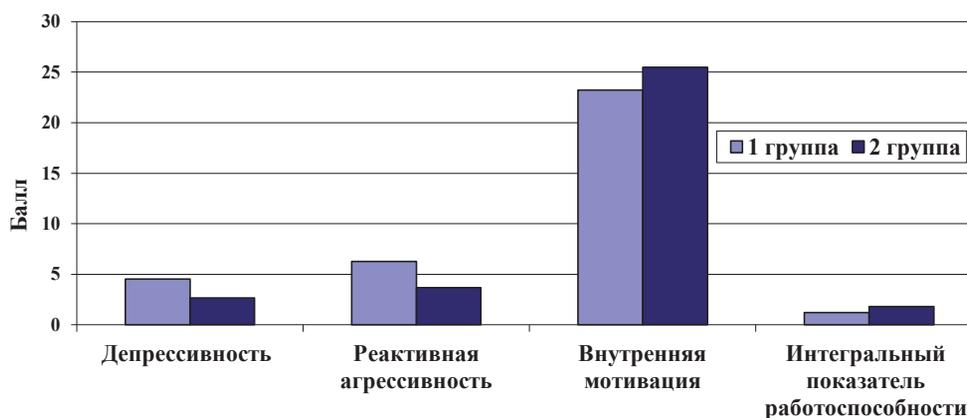


Рис. 3. Данные сравнения групп волейболисток с низкой (1 группа) и высокой (2 группа) игровой эффективностью. Приводятся средние значения (уровень значимости различий $p \leq 0,05$).

Pic. 3. Comparative group data of female volleyball players with low (group 1) and high (group 2) game efficiency. Mean values are given (significance level of differences $p \leq 0.05$).

Кроме того, выявлено, что у более эффективных в выполнении подач, блоков, атак, приемов мяча волейболисток выше уровень работоспособности (данный параметр отражает быстрдействие и стабильность реакций в тесте ПЗМР). Полученные данные согласуются с результатами других исследований связи психофизиологических параметров волейболисток с различным уровнем игровой эффективности. Была показана значимая связь эффективности тактических действий волейболистов в процессе игры и их психофизиологических показателей, которые отражают особенности восприятия и анализа информации [21, 22]. Эффективность выполнения точных подач (в определенную зону площадки, конкретному игроку), точность и скорость атакующих ударов, эф-

фективность игры в защите, скорость выполнения блока значимо связаны со скоростью сенсомоторных реакций [21, 22].

У спортсменок, показавших большую степень игровой эффективности, ниже уровень депрессивности и реактивной агрессивности. Сниженный уровень депрессивности сопровождается отсутствием быстрой утомляемости, психомоторной заторможенности. Кроме того, проявляется большая гибкость в принятии решений, возможность длительно не фиксироваться на ошибках и трудностях [16]. Сниженный уровень реактивной агрессивности может свидетельствовать об их ответственности, обязательности волейболисток, их способности прислушиваться к критическим замечаниям [16].

Известно, что наиболее благоприятными для достижения высоких спортивных результатов является высоко выраженная внутренняя мотивация и регуляция деятельности путем интеграции [23]. Результаты проведенной психодиагностики волейболисток показывает преобладание данных типов мотивации (94,7% выборки). Высокий уровень внутренней мотивации связан с ощущением удовлетворения от преодоления трудностей, с мотивом самосовершенствования, усиления профессионального мастерства, целеустремленностью, что также позволяет предотвратить употребление допинга [23]. Деятельность приносит удовлетворение даже в отсутствии внешнего положительного подкрепления, что позволяет быстрее восстанавливаться после ошибки или проигрыша. Внутренняя мотивация связана также с повышением обучаемости, увеличением заинтересованности в деятельности и самоэффективности, повышением автономии в принятии решений [23]. Было показано, что спортсмены с более выраженной внутренней мотивацией проявляют большую активность в ситуации соперничества и демонстрируют большую результативность на соревнованиях [23]. Результаты приведенного исследования согласуются с результатами диагностики волейболисток при сопоставлении их психологических показателей и параметров игровой эффективности (в группе волейболисток с большей игровой эффективностью внутренняя мотивация статистически значимо выше, чем в группе с низкой и средней).

4. Выводы

1. Показана значимая связь уровня стрессового напряжения и невротичности с параметрами сенсомоторных реакций спортсменок.

Выявлено, что спортсменки с более низким уровнем стрессового напряжения в актуальном состоянии демонстрируют большую точность реакций. При помощи корреляционного анализа было показано, что чем ниже невротичность, тем выше устойчивость реакций, выше способность длительно удерживать высокий темп и безошибочность в деятельности, а чем ниже уровень стресса в актуальном состоянии, тем выше стабильность реакций.

2. Волейболистки-юниоры с наиболее высокими оценками игровой эффективности демонстрируют низкий уровень депрессивности, реактивной агрессивности и высокую степень самодетерминации поведения (внутренней мотивации).

3. Результаты исследования свидетельствуют о значимости развития навыков саморегуляции, идеомоторной тренировки и визуализации у волейболисток.

4. Анализ выделенных в ходе исследования групп позволяет определить «мишени» для коррекции психофизиологического состояния, непродуктивных coping-стратегий, недостаточно эффективных стратегий саморегуляции спортсменок в рамках психофизиологического обеспечения, а также приблизиться к пониманию составляющих модельных состояний спортсменок-волейболисток.

5. Необходимо дополнительно исследовать спортсменок мужской юниорской сборной для выявления гендерных психологических и психофизиологических особенностей, оказывающих влияние на эффективность соревновательной и тренировочной деятельности волейболисток.

Список литературы

1. Митин И.Н., Щербанов В.Ю., Середа А.П., Самоделькина Е.А., Разувец Е.И. Медико-психофизиологическое обеспечение углубленного медицинского обследования спортсменов сборных команд России // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. №.4(54). С.56-61.
2. Giannopoulos N, Vagenas G, Noutsos K, Barzouka K, Bergeles N. Somatotype, Level of Competition, and Performance in Attack in Elite Male Volleyball // Journal of Human Kinetics. 2017, Vol. 58, P.131-140.
3. Пучкова Н.Г., Жмурко Е.И., Погосова И.С. Научно-практические аспекты подготовки волейболисток высокой квалификации в годичном цикле подготовки // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития». Волгоград, 18 ноября 2017. С.173-176.
4. Bojanic D, Bjelica D, Georgijev G. Influence of a basic motor potential on the realization of specific motor skills of elite female volleyball players. // Journal of Physical Education and Sport (JPES). 2016. Vol.16, №2. P.500-504
5. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players // Journal of sports science and medicine. 2014. Vol.13, №3. P.571-579.

References

1. Mitin IN, Shcheblanov VYu, Sereda AP, Samodelkina EA, Razumets EI. Medical-psychophysiological provision in advanced medical examination of Russian national sports teams. *Medicine of Extreme Situations*. 2015;4(54):56-61. (In Russ.)
2. Giannopoulos N, Vagenas G, Noutsos K, Barzouka K, Bergeles N. Somatotype, Level of Competition, and Performance in Attack in Elite Male Volleyball. *Journal of Human Kinetics* volume. 2017;58:131-140
3. Puchkova NG, Zhmurko EI, Pogosova IS. Nauchno-prakticheskie aspekty podgotovki voleybolistok vysokoy kvalifikatsii v godichnom tsikle podgotovki. *Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Novaya nauka: istoriya stanovleniya, sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya»*. 2017:173-176. (In Russ.)
4. Bojanic D, Bjelica D, Georgijev G. Influence of a basic motor potential on the realization of specific motor skills of elite female volleyball players. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*. 2016;16(2):500-504.
5. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal of sports science and medicine*. 2014;13(3):571-579.
6. Markov KK, Nikolaeva OO. Perfection of players' attention

6. Марков К.К., Николаева О.О. Совершенствование качеств внимания игроков в современном волейболе // Фундаментальные исследования. 2013. №6-1. С.164-168.
7. Frýbort P, Kokštejn J. Effect of movement load on the visual motor response time by elite junior soccer players // Česká kinantropologie. 2013. Vol.17, №2. P.29-37.
8. Шутова С.В., Муравьева И.В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т.18, №5-3. С.2831-2840.
9. Nieuwenhuys A, Oudejans RRD. Anxiety and performance: Perceptual-motor behavior in high-pressure contexts // Current opinion in Psychology. 2017. Vol.16. P.28-33.
10. Ильин Е.П. Психофизиология состояний человека. СПб.: Питер, 2005. 412 с.
11. Аслаев С.Т., Шаяхметова Э.Ш., Румянцева Э.Р. Динамика сенсомоторного реагирования и чувства времени в процессе адаптации боксеров к тренировочным нагрузкам // Вестник Башкирского университета. 2012. Т.17, №1. С.86-88.
12. Palmateer T, Tamminen KA. Case Study of Interpersonal Emotion Regulation Within a Varsity Volleyball Team // Journal of Applied Sport Psychology. 2018. Vol.30, №3. P.321-340.
13. Митин И.Н., Матвиенко С.В., Хачатурова Э.В. Технология оценки саморегуляции в структуре психологической подготовленности спортивных сборных команд России // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. №3. С.49-54.
14. Jonker L, Elferink-Gemser MT, Tromp EY, Baker J, Visscher C. Psychological characteristics and the developing athlete: The importance of self-regulation // Routledge handbook of sport expertise. New York: Routledge. 2015. P.317-328.
15. Наследов А.Д. IBMSPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2013. С.416.
16. Крылов А.А., Маничева С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. СПб.: Питер, 2002. 560 с.
17. Кленова М.А., Панкратова Е.С. Взаимосвязь индивидуально-психологических особенностей личности и доминирующих копинг-стратегий // Альманах современной науки и образования. 2015. №8(98). С.66-68.
18. Водопьянова Н.Е., Капустина А.Н. Копинг-стратегии как фактор профессиональной адаптации // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2015. Т.5, №1. С.73-82.
19. Веракса А.Н., Горовая А.Е., Грушко А.И., Леонов С.В. Мысленная тренировка в психологической подготовке спортсмена. М.: Спорт. 2016. 208с.
20. Fortes LS, Freitas-Júnior CG, Paes PP, Vieira LF, Nascimento-Júnior JRA et al. Effect of an eight-week imagery training programme on passing decision-making of young volleyball players // International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2020. Vol.18. P.120-128.
21. Карпов В.Ю., Родин А.В., Погорелый М.В., Поздняков И.П. Взаимосвязь эффективности индивидуальных тактических действий с уровнем развития психофизиологических способностей волейболистов 16-18 лет // Известия сочинского государственного университета. 2013. №1. С.110-113.
22. Polluveer K, Stamm R, Stamm M. Anthropometric and psychophysiological characteristics of top female volleyballers in relation to the players' position on the court // Papers on Anthropology. 2012. Vol.21. P.232-245.
- qualities in modern volleyball. *Fundamental research*. 2013;(6-1):164-168. (In Russ.)
7. Frýbort P, Kokštejn J. Effect of movement load on the visual motor response time by elite junior soccer players. *Česká kinantropologie*. 2013;17(2):29-37.
8. Shutova SV, Muravyova IV. Sensorimotor reactions as characteristics of functional state of CNS. *Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences*. 2013;18(5-3):2831-2840. (In Russ.)
9. Nieuwenhuys A, Oudejans RRD. Anxiety and performance: Perceptual-motor behavior in high-pressure contexts. *Current opinion in Psychology*. 2017;16:28-33.
10. Ил'ин Е.П. Психофизиология состояния человека. СПб.: Питер, 2005. 412 p. (In Russ.)
11. Aslaev ST, Shayakhmetova ESh, Romyantseva ER. Dynamics of sensor-motor reaction and time sense in the process of boxers' adaptation to training loads. *Bulletin of Bashkir University*. 2012;17(1):86-88. (In Russ.)
12. Palmateer T, Tamminen KA. Case Study of Interpersonal Emotion Regulation Within a Varsity Volleyball Team. *Journal of Applied Sport Psychology*. 2018;30(3):321-340.
13. Mitin IN, Matvienko SV, Khachaturova EV. Method of self-regulation assessment in the structure of the psychological preparedness of athletes of the Russian national teams. *Sports medicine: research and practice*. 2014;(3):49-54. (In Russ.)
14. Jonker L, Elferink-Gemser MT, Tromp EY, Baker J, Visscher C. Psychological characteristics and the developing athlete: The importance of self-regulation. In J. Baker and D. Farrow (Eds.). *Routledge handbook of sport expertise*. New York, Routledge. 2015;317-328.
15. Nasledov AD. IBM SPSS Statistics 20 i AMOS: professional'nyi statisticheskiy analiz dannykh. Saint-Petersburg, Piter, 2013. 416p. (In Russ.)
16. Krylov AA, Manicheva SA. *Praktikum po obshchey eksperimental'noy i prikladnoy psikhologii*. Saint-Petersburg, Piter, 2002. 560 p. (In Russ.)
17. Klenova MA, Pankratova ES. Interaction of individual psychological peculiarities of the person and dominating coping strategies. *Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya*. 2015;8(98):66-68. (In Russ.)
18. Vodop'yanova NE, Kapustina AN. Coping strategies as a factor of professional adaptation. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina*. 2015;5(1):73-82. (In Russ.)
19. Veraksa AN, Gorovaya AE, Grushko AI, Leonov SV. Myslennaya trenirovka v psikhologicheskoy podgotovke sportsmena, Moscow, Sport, 2016. 208p. (In Russ.)
20. Fortes LS, Freitas-Júnior CG, Paes PP, Vieira LF, Nascimento-Júnior JRA et al. Effect of an eight week imagery training programme on passing decision-making of young volleyball players. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2020;18:120-128.
21. Karpov VYu, Rodin AV, Pogorelyi MV, Pozdnyakov IP. Correlation of Individual Tactical Activity Efficiency and the Level of Psychophysiological Capacities Development in Volleyball Players, Aged 16-18. *Izvestiya Sochi State University*. 2013;(1-1):110-113. (In Russ.)
22. Polluveer K, Stamm R, Stamm M. Anthropometric and psychophysiological characteristics of top female volleyballers in relation to the players' position on the court. *Papers on Anthropology*. 2012;21:232-245.

23. Pelletier LG, Rocchi MA, Vallerand RJ, Deci EL, Ryan RM. Validation of the revised sport motivation scale (SMS-II) // Psychology of sport and exercise. 2013. Vol.14, №3. P.329-341.

23. Pelletier LG, Rocchi MA, Vallerand RJ, Deci EL, Ryan RM. Validation of the revised sport motivation scale (SMS-II). Psychology of sport and exercise. 2013;14(3):329-341

Информация об авторах:

Дулова Екатерина Игоревна, психолог отдела медико-психологического сопровождения спортсменов сборных команд России ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА (+7(926)156-20-53, dulova.ekaterina@mail.ru). ORCID ID: 0000-0001-7200-7875

Решетова Александра Андреевна, психолог отдела медико-психологического сопровождения спортсменов сборных команд России ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА. ORCID ID: 0000-0002-8721-1171

Иголкина Александра Евгеньевна, научный сотрудник организационно-исследовательского отдела ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА. ORCID ID: 0000-0001-7633-9957

Кравчук Дарья Андреевна, врач-педиатр организационно-исследовательского отдела ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА. ORCID ID: 0000-0001-6035-2858

Митин Игорь Николаевич, ведущий научный сотрудник отдела организации исследований ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-2168-921X

Назаров Кирилл Сергеевич, психолог отдела медико-психологического сопровождения спортсменов сборных команд России ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА. ORCID ID: 0000-0003-1147-6437

Жолинский Андрей Владимирович, директор ФГБУ ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-0267-9761

Information about the authors:

Ekaterina I. Dulova, Psychologist of the Department of medical and psychological support of National team athletes of Russia of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA (+7(926)156-20-53, dulova.ekaterina@mail.ru). ORCID ID: 0000-0001-7200-7875

Aleksandra A. Reshetova, Psychologist of the Department of medical and psychological support of National team athletes of Russia of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA. ORCID ID: 0000-0002-8721-1171

Aleksandra E. Igolkina, Researcher at the Department of research organization of the Federal Research and Clinical Center of Sport Medicine and Rehabilitation of FMBA. ORCID ID: 0000-0001-7633-9957

Daria A. Kravchuk, M.D., Pediatricist at the Department of research organization of the Federal Research and Clinical Center of Sport Medicine and Rehabilitation of FMBA. ORCID ID: 0000-0001-6035-2858

Igor N. Mitin, M.D., Ph.D. (Medicine), Leading Researcher of the Department of research organization of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA. ORCID ID: 0000-0002-2168-921X

Kirill S. Nazarov, Psychologist of the Department of medical and psychological support of National team athletes of Russia of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA. ORCID ID: 0000-0003-1147-6437

Andrey V. Zholinskiy, M.D., Ph.D. (Medicine), Director of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA. ORCID ID: 0000-0002-0267-9761

Финансирование: Работа выполнена в рамках прикладной научно-исследовательской работы по теме: «Разработка типовых программ диагностики и оптимизации модельных психофизиологических состояний высококвалифицированных спортсменов, соответствующих специфике вида спорта» (Шифр – «Модуль-18»), государственное задание ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России на 2019 год № 67.004.18.800

Funding: The work was carried out within framework of State Contract № 67.004.18.800 with the Federal Medical Biological Agency of Russia

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Благодарности: Авторы выражают благодарность всему тренерскому составу команды, в особенности тренеру-статистику команды Юркину Сергею Викторовичу

Acknowledgements: The authors are also grateful to all coaching staff of the team, especially to assistant coach Sergey V. Yurkin

Поступила в редакцию: 29.09.2019

Принята к публикации: 23.05.2019

Received: 29 August 2019

Accepted: 23 May 2019

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.85

УДК: 612.146.4

Влияние ортостатической нагрузочной пробы на насосную функцию сердца спортсменов с двигательными нарушениями нижних конечностей

Л.И. Вахитов, Т.Л. Зефиоров, И.Х. Вахитов

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Министерство науки и высшего образования РФ, Казань, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить реакцию насосной функции сердца (НФС) спортсменов-инвалидов на ортостатическую пробу. **Материалы и методы:** обследованы 20 спортсменов-мужчин (баскетбол на колясках) 21-30 лет. I группа – 9 спортсменов с ампутированными нижними конечностями на уровне верхней трети голени. II группа – 11 спортсменов с травмой позвоночника на уровне Th12, L1, с компрессией и частичным разрывом спинного мозга, параличом и атрофией нижних конечностей. Изучали показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК) в положении лежа и в течение 5-20 секунд после активного перехода из положения лежа в положение сидя. **Результаты:** В I группе ЧСС в положении лежа составила $77,2 \pm 1,4$ уд/мин. При активной смене положения ЧСС увеличилась на $7,3 \pm 1,2$ уд/мин ($p < 0,05$) и составила $84,5 \pm 1,8$. ЧСС во II группе в положении лежа составила $71,3 \pm 1,8$ уд/мин. При смене положения ЧСС увеличилась до $75,7 \pm 2,1$ уд/мин ($p < 0,05$), т.е. на $4,4 \pm 1,6$ уд/мин, что было на $2,9 \pm 1,3$ уд/мин меньше, чем реакция ЧСС на смену положения тела в I группе ($p < 0,05$). Урежение ЧСС в пределах от 4 до 12 уд/мин может свидетельствовать о пониженном тоне симпатического отдела вегетативной нервной системы. УОК в I группе в положении лежа составил $54,3 \pm 1,6$ мл, а после перехода в положение сидя УОК снизился до $45,7 \pm 1,9$ мл ($p < 0,05$), т.е. на $8,6 \pm 1,4$ мл. Во II группе УОК в положении лежа составлял $61,8 \pm 1,9$ мл при активном переходе из положения лежа в положение сидя снизился на $4,3 \pm 1,7$ мл и составил $57,5 \pm 2,1$ мл ($p < 0,05$), что существенно отличается от реакции группы I на $4,3 \pm 1,6$ мл ($p < 0,05$). **Выводы:** Показатели ЧСС и УОК претерпевают большие изменения у спортсменов с ампутацией нижних конечностей, нежели у спортсменов с их атрофией. Выявленная разница, по-видимому, обусловлена уменьшением объема циркулирующей крови у спортсменов I группы. Изменения НФС спортсменов II группы больше связана с нарушением трофики нижних конечностей, что в свою очередь приводит к выраженным нарушениям венозного оттока.

Ключевые слова: баскетболисты-колясочники, активная ортостатическая проба, частота сердечных сокращений, ударный объем крови, насосная функция сердца

Для цитирования: Вахитов Л.И., Зефиоров Т.Л., Вахитов И.Х. Влияние ортостатической нагрузочной пробы на насосную функцию сердца спортсменов с двигательными нарушениями нижних конечностей // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.85-89. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.85

Influence of orthostatic test on the heart pumping function in athletes with lower extremities motor disorders

Linar I. Vakhitov, Timur L. Zefirov, Ildar Kh. Vakhitov

Kazan Federal University, Kazan, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the response of heart pumping function (HPF) of athletes with disabilities to an orthostatic test. **Materials and methods:** 20 wheelchair athletes (21-30 year-old) were examined. Group I are wheelchair basketball players with amputated lower limbs at the level of the upper third of the tibia. II group - athletes with spinal damage and atrophy of lower limbs at the level of Th12, L1, with compression, partial rupture of spinal cord, lower limbs paralysis, and small pelvic organ functional disorder. We compared the heart rate (HR) and stroke volume (SV). The analysis was carried out in two stages: we take measurements in the lying position and within 5 - 20 seconds after an active transition from the lying position to the sitting position. **Results:** In group I, the HR in the lying position was 77.2 ± 1.4 bpm. With the active change of position, the HR increased by 7.3 ± 1.2 bpm ($p < 0.05$) to 84.5 ± 1.8 bpm. The HR in group II in the lying position was 71.3 ± 1.8 bpm. After an active position change, it increased to 75.7 ± 2.1 bpm. The HR response to the change of body position in group II was 4.4 ± 1.6 bpm ($p < 0.05$), which was 2.9 ± 1.3 bpm less than the HR response to a change of body position in group I ($p < 0.05$). HR decrease within 4 to 12 bpm may indicate a reduced tone of sympathetic part of vegetative nervous system. The SV of group I in the lying position was 54.3 ± 1.6 ml. After active transition from lying position to sitting position, the SV decreased to 45.7 ± 1.9 ml ($p < 0.05$). At transition from lying position to sitting position, the SV reaction in athletes with amputated of lower limbs was 8.6 ± 1.4 ml ($p < 0.05$). In wheelchair basketball players with lower limb atrophy, the SV in lying position was 61.8 ± 1.9 ml and decreased by 4.3 ± 1.7 ml at active transition from lying position to sitting position to 57.5 ± 2.1 ml ($p < 0.05$), which differs significantly from the reaction of group I by 4.3 ± 1.6 ml ($p < 0.05$). **Conclusions:** In group I, the difference in HR values in an orthostatic test is significantly higher than in group II.

Key words: wheelchair basketball players, active orthostatic test, heart rate, stroke volume, heart pump function

For citation: Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh. Influence of Orthostatic Test on the Heart Pumping Function in Athletes with Lower Extremities Motor Disorders. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):85-89 (In Russ). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.85

1. Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения инвалиды составляют около 10% населения земного шара. Практический опыт работы отечественных и зарубежных специалистов показывает, что наиболее действенным методом реабилитации инвалидов является систематические занятия физической культурой и спортом [1-8].

Из немногочисленных исследований, характеризующих паралимпийцев с поражениями опорно-двигательного аппарата, лишь единицы посвящены баскетболу на колясках и в основном, направлены лишь на совершенствование тренировочного процесса [9, 10]. Баскетбол, как спортивная дисциплина имеет свои особенности, что обусловлено характером тренировок и поединков – действия резко скоростные, часто прерываемые паузами [11, 12]. Спортсмены с последствиями травм или заболеваний спинного мозга при выполнении технических действий используют чаще всего только верхний плечевой пояс или свободные конечности, в зависимости от уровня и степени поражения могут участвовать и ограниченное количество мышц спины и живота [9-12]. Лица с различными поражениями опорно-двигательного аппарата имеют отличающиеся морфофункциональные и психофизиологические показатели, которые недостаточно исследованы. Значительный интерес у исследователей вызывает изучение закономерностей изменения насосной функции сердца при выполнении ортостатической пробы [2, 3, 5, 13-15].

Идея использовать изменение положения тела в пространстве в качестве входного воздействия для исследования функционального состояния организма реализована в практике функциональной диагностики давно. Ортостатические пробы оказывают значительную роль на гемодинамику спортсменов-инвалидов, поскольку изменение положения тела в пространстве является естественным для баскетбола на колясках [5, 14, 15]. Вероятно, нет ни одной функции организма, параметры которой не изменились бы при активном переходе из горизонтального положения в вертикальное [16-18]. Данный вопрос изучался рядом исследователей и в настоящее время накоплен определенный материал [3]. Однако изменения показателей насосной функции сердца при активном переходе из положения лежа в положение сидя у баскетболистов-колясочников остаются не достаточно изученными.

Цель исследования – изучение особенностей изменения насосной функции сердца у баскетболистов-колясочников при выполнении ортостатической пробы.

Задачи исследования:

Изучить реакцию частоты сердечных сокращений (ЧСС) спортсменов-инвалидов с различными травмами

нижних конечностей при активном переходе из положения лежа в положение сидя;

Проанализировать особенности изменения ударного объема крови (УОК) на ортостатическую пробу в зависимости от степени поражения нижних конечностей.

2. Материалы и методы

2.1. Характеристика исследуемых спортсменов

Обследованы 20 спортсменов-мужчин с ограниченными возможностями здоровья баскетбольной команды «Крылья Барса» (баскетбол на колясках) в возрасте от 21 до 30 лет (средний возраст – $24,0 \pm 3,1$ года). Спортсмены условно были разделены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту и уровню тренированности. В I группу включили 9 спортсменов с ампутациями нижних конечностей на уровне верхней трети голени, 2 из которых с двусторонней ампутацией, остальные 7 спортсменов с односторонней. II группу составили 11 спортсменов с травмой позвоночника на уровне Th12, L1, с компрессией и частичным разрывом спинного мозга, параличом и атрофией нижних конечностей, нарушением функции органов малого таза. Насосную функцию сердца (НФС) изучали в два этапа на основании частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК). На I-ом этапе исследовали показатели НФС спортсменов в положении лежа. На 2-ом этапе изучали срочную реакцию показателей НФС баскетболистов-колясочников в течение 5-20 секунд после активного перехода из положения лежа в положение сидя.

Для оценки достоверности различий использовали стандартные значения t-критерия Стьюдента.

2.2. Методика регистрации

Среди реографических методов определения ЧСС, а так же УОК наибольшее распространение получил метод тетраполярной грудной реографии по Кубичеку [19] в различных модификациях. Неинвазивный характер метода, его простота и доступность для практического применения делают ее одним из наиболее перспективных методов определения изучаемых параметров.

Электроды накладывали согласно схеме; 2 токовых электрода: первый – на голову в области лба, второй – на голень выше голеностопного сустава, 2 измерительных электрода: первый – в области шеи на уровне 7-го шейного позвонка, второй – в области грудной клетки на уровне мечевидного отростка.

В комплексе «Реодин – 500» в качестве базовой медицинской методики использована грудная тетраполярная реография. Основными достоинствами метода являются высокая информативность, полная безопасность для пациента, возможность непрерывного длительного кон-

троля и т.д. Реоприставка для компьютерного анализа РПКА 2 – 01 ТУ 9442-002-00271802-95 предназначен для работы в составе аппаратно-программных комплексов медицинского назначения.

Прибор рекомендован к применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике министерства здравоохранения РФ (протокол №5 от 13.06.2015). Сертификат соответствия РОСС RU. 0001.11ИМО2 №3434630.

3. Результаты и их обсуждение

У спортсменов I группы (с ампутацией нижних конечностей) ЧСС в положении лежа составляла $77,2 \pm 1,4$ уд/мин (табл. 1). При активном переходе из положения лежа в положение сидя ЧСС увеличилась по сравнению с исходными данными на $7,3 \pm 1,2$ уд/мин ($p < 0,05$) и составила $84,5 \pm 1,8$. ЧСС у баскетболистов-колясочников II группы (с атрофией нижних конечностей) в положении лежа составила $71,3 \pm 1,8$ уд/мин. При активном переходе из положения лежа в положение сидя увеличилась до $75,7 \pm 2,1$ уд/мин. Реакция ЧСС на смену положения тела у спортсменов с атрофией нижних конечностей при активном переходе из положения лежа в положение

сидя составила $4,4 \pm 1,6$ уд/мин ($p < 0,05$). Данная реакция ЧСС на смену положения тела оказалась на $2,9 \pm 1,3$ уд/мин меньше, чем реакция ЧСС на смену положения тела у спортсменов с ампутацией нижних конечностей ($p < 0,05$). Урежение ЧСС в пределах от 4 до 12 уд/мин, по мнению ученых [6, 8, 9], свидетельствует о пониженном тоне симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Ударный объем крови (УОК) у спортсменов I группы (с ампутацией нижних конечностей), в положении лежа составлял $54,3 \pm 1,6$ мл (табл. 2). После активного перехода из положения лежа в положение сидя УОК у баскетболистов-колясочников этой группы снизился до $45,7 \pm 1,9$ мл ($p < 0,05$). Следовательно, при активном переходе из положения лежа в положение сидя реакция УОК спортсменов с ампутацией нижних конечностей, составила $8,6 \pm 1,4$ мл ($p < 0,05$). У баскетболистов-колясочников II группы (с атрофией нижних конечностей) УОК в положении лежа составлял $61,8 \pm 1,9$ мл при активном переходе из положения лежа в положение сидя снизился на $4,3 \pm 1,7$ мл и составил $57,5 \pm 2,1$ мл ($p < 0,05$), что существенно отличается от реакции систолического выброса спортсменов I группы на $4,3 \pm 1,6$ мл ($p < 0,05$).

Таблица 1

Изменения ЧСС у баскетболистов – колясочников при выполнении ортостатической пробы

Table 1

Heart rate changes in basketball players – wheelchairs when performing an orthostatic test

Группа обследованных / Group of examined athletes	ЧСС (уд/мин) / Heart rate (beats per minute)		
	Лежа / Lying down	Сидя / Sitting	Разница / Difference
Спортсмены с ампутацией нижних конечностей / Athletes with lower extremities amputation	$77,2 \pm 1,4$	$84,5 \pm 1,8^*$	$7,3 \pm 1,2$
Спортсмены с атрофией нижних конечностей / Athletes with low extremities atrophy	$71,3 \pm 1,8$	$75,7 \pm 2,1^*$	$4,4 \pm 1,6$

Прим.: * – разница достоверна по сравнению со значением «Лежа» ($p < 0,05$)

Note: * – Difference is reliable compared to value in lying position ($p < 0,05$)

Таблица 2

Изменения УОК у баскетболистов-колясочников при выполнении ортостатической пробы

Table 2

Changes in the stroke volume of blood of basketball players-wheelchairs, when performing an orthostatic test

Группа обследованных / Group of examined athletes	УОК (мл) / Stroke volume (ml)		
	Лежа / Lying down	Сидя / Sitting	Разница / Difference
Спортсмены с ампутацией нижних конечностей / Athletes with lower extremities amputation	$54,3 \pm 1,6$	$45,7 \pm 1,9^*$	$8,6 \pm 1,4$
Спортсмены с атрофией нижних конечностей / Athletes with low extremities atrophy	$61,8 \pm 1,9$	$57,5 \pm 2,1^*$	$4,3 \pm 1,7$

Прим.: * – разница достоверна по сравнению со значением «Лежа» ($p < 0,05$)

Note: * – Difference is reliable compared to value in lying position ($p < 0,05$)

Ортостатические реакции организма спортсменов-инвалидов связаны с тем, что при перемене положения тела (из горизонтального в вертикальное) в нижней его половине депонируется значительное количество крови. В результате ухудшается венозный возврат крови к сердцу, в связи с этим, на наш взгляд, уменьшается УОК. Компенсация этого неблагоприятного воздействия осуществляется в первую очередь за счет учащения сердечных сокращений. Кроме того, важная роль принадлежит и изменениям сосудистого тонуса. Данная перестройка центральной гемодинамики характерна для обеих групп исследуемых спортсменов-инвалидов. Применение ортостатической пробы выявляет гиперсимпатоадреналовый тип реакции и отражает значительную расторможенность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Как показали исследования, показатели ЧСС и УОК претерпевают большие изменения у спортсменов с ампутацией нижней конечности, нежели у спортсменов

с атрофией нижних конечностей. Выявленная разница обуславливается, по нашему мнению, уменьшением объема циркулирующей крови у баскетболистов-колясочников с ампутированными конечностями. Изменения насосной функции сердца спортсменов с атрофией нижних конечностей больше связана с нарушением трофики нижних конечностей, что в свою очередь приводит к выраженным нарушениям венозного оттока.

4. Выводы

1. У баскетболистов-колясочников с ампутированными нижними конечностями разница в показателях ЧСС при ортостатической пробе достоверно выше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей.
2. Баскетболисты с ампутированными нижними конечностями на активную смену положения тела реагируют большими изменениями УОК, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями.

Список литературы

1. **Брюховецкий А.С.** Травма спинного мозга: клеточные технологии в лечении и реабилитации. М: Практическая медицина, 2010. 341с.
2. **Бегидова Т.П., Пушкин С.А., Бармин Г.В., Акиндинова Е.В.** Занятия адаптивным спортом в реабилитации лиц с ограниченными возможностями // Культура физическая и здоровье. 2013. №5(47). С.99-105.
3. **Chung MC, Yeung SS, Wong AYL, Lam IF, Tse PTF, Daswani D, Lee R.** Musculoskeletal injuries in elite able-bodied and wheelchair foil fencers – a pilot study // *Clin J Sport Med.* 2012. Vol.22, №3. P.278-80.
4. **Dutton RA.** Medical and Musculoskeletal Concerns for the Wheelchair Athlete: A Review of Preventative Strategies // *Curr Sports Med Rep.* 2019. Vol.18, №1. P.9-16.
5. **Евсеев С.П., Евсеева О.Э.** Теоретические проблемы адаптивного спорта на современном этапе // Культура физическая и здоровье. 2015. №4(55). С.78-83.
6. **Toresdahl BG, Blauwet C, Chang CJ, Ling DI, Asif IM.** Cardiovascular screening of Paralympic athletes reported by chief medical officers of the PyeongChang 2018 Paralympic Winter Games // *Br J Sports Med.* 2019. Vol.53, №1. P.43-44.
7. **Izosimova AV, Vakhitov IH, Zefirov TL.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports // *INDO American Journal of Pharmaceutical sciences.* 2017. Vol.4, №9. P.3040-3043.
8. **Vakhitov IKh, Zefirov TL, Vakhitov BI.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia // *Drug Invention Today.* 2018. Vol.10, Special Issue 3. P.3197-3199.
9. **Вахитов Л.И., Зефиоров Т.Л., Вахитов И.Х.** Влияние мышечных нагрузок на насосную функцию сердца баскетболистов-колясочников // *Дневник Казанской медицинской школы.* 2019. №1. С.42-46.
10. **Захарина Е.** Предпосылки возникновения и противоречия в функционировании современного адаптивного спорта // *Физическое воспитание, спорт и культура здоровья в современном обществе.* 2015. №4(32). С.201-205.
11. **Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C.** Anthropometry,

References

1. **Bryukhovetsky AS.** Travma spinного mozga: kletochnye tekhnologii v lechenii i reabilitatsii. Moscow, *Prakticheskaya meditsina (practical medicine)*, 2010. 341p. (In Russ.)
2. **Begidova TP, Pushkin SA, Barmin GV.** Doing adapted sports in rehabilitation for the disabled. *Physical culture and health.* 2013;5(47):99-105. (In Russ.)
3. **Chung MC, Yeung SS, Wong AYL, Lam IF, Tse PTF et al.** Musculoskeletal injuries in elite able-bodied and wheelchair foil fencers - a pilot study. *Clin J Sport Med.* 2012;22(3):278-280.
4. **Dutton RA.** Medical and Musculoskeletal Concerns for the Wheelchair Athlete: A Review of Preventative Strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2019;18(1):9-16.
5. **Evseev SP, Evseeva OE.** Theoretical problems adaptivnogo sport at the present stage. *Physical culture and health.* 2015;4(55):78-83. (In Russ.)
6. **Toresdahl BG, Blauwet C, Chang CJ, Ling DI, Asif IM.** Cardiovascular screening of Paralympic athletes reported by chief medical officers of the Pyeong Chang 2018 Paralympic Winter Games. *Br J Sports Med.* 2019;53(1):43-44.
7. **Izosimova AV, Vakhitov IH, Zefirov TL.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports, *Indo Am. J. P. Sci.* 2017;4(9):3040-3043.
8. **Vakhitov IKh, Zefirov TL, Vakhitov BI.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia. *Drug Invention Today.* 2018;10(3):3197-3199.
9. **Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh.** Influence of muscle loads on the pumping function of the heart of wheelchair basketball players. *Dnevnik Kazanskoi medicinskoi shkoly.* 2019;1:42-46. (In Russ.)
10. **Zaharina E.** Premises of Origin and Contradictions in the Functioning of Modern Adaptive Sport. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society,* 2015;4(32):201-205. (In Russ.)
11. **Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C.** Anthropometry, Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players. *Front Physiol.* 2018;9:568.

Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players // *Front Physiol.* 2018. Vol.9. P.568.

12. **Cooper RA, Tuakli-Wosornu YA, Henderson GV, Quinby E, Dicianno BE, et al.** Engineering and Technology in Wheelchair Sport // *Phys Med RehabilClin N Am.* 2018. Vol.29, №2. P.347-369.

13. **Ternovoy KS, Romanchuk AP, Sorokin MY, Pankova NB.** Characteristics of the functioning of the cardio-respiratory system and autonomic regulation in para-athletes with spinal injury // *Human Physiology.* 2012. Vol.38, №4. P.410-415.

14. **Kalpakjian CZ, Bombardier CH, Schomer K, Brown PA, Johnson KL.** Measuring depression in persons with spinal cord injury: a systematic review // *J Spinal Cord Med.* 2009. Vol.32, №1. P.6-24.

15. **Ungerer G.** Classification in para sport for athletes following cervical spine trauma // *HandbClin Neurol.* 2018. Vol.158. P.371-377.

16. **Vakhitov IKh, Vakhitov BI, Volkov AH, Chinkin SS.** Peculiarities of heartbeat rate and stroke volume of blood negative phase manifestation among young sportsmen after muscular load // *Journal of Pharmacy Research.* 2017. Vol.11. P.1198-1200.

17. **Шендеров Б.А.** Роль митохондрий в профилактической, восстановительной и спортивной медицине // *Вестник восстановительной медицины.* 2018. №1(83). С.21-31.

18. **Ачкасов Е.Е., Литвиненко А.С., Куршев В.В.** Ударно-волновая терапия при заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата, обусловленных занятием спортом // *Вестник восстановительной медицины.* 2015. №1(65). С.42-50.

19. **Kubicek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH.** Development and evaluation of an impedance cardiac output system // *Aerospace Med.* 1966. Vol.37. P.1208-1212.

12. **Cooper RA, Tuakli-Wosornu YA, Henderson GV, Quinby E, Dicianno BE, et al.** Engineering and Technology in Wheelchair Sport. *Phys Med RehabilClin N Am.* 2018;29(2):347-369.

13. **Ternovoy KS, Romanchuk AP, Sorokin MY, Pankova NB.** Characteristics of the functioning of the cardio-respiratory system and autonomic regulation in para-athletes with spinal injury. *Human Physiology.* 2012;38(4):410-415. DOI: 10.1134/S0362119712040147.

14. **Kalpakjian CZ, Bombardier CH, Schomer K, Brown PA, Johnson KL.** Measuring depression in persons with spinal cord injury: a systematic review. *J Spinal Cord Med.* 2009;32(1):6-24.

15. **Ungerer G.** Classification in para sport for athletes following cervical spine trauma. *HandbClin Neurol.* 2018;158:371-377.

16. **Vakhitov IKh, Vakhitov BI, Volkov AH, Chinkin SS.** Peculiarities of heartbeat rate and stroke volume of blood negative phase manifestation among young sportsmen after muscular load. *Journal of Pharmacy Research.* 2017;11:1198-1200.

17. **Shenderov BA.** Role of mitochondria in preventive, restorative and sports medicine. *Bulletin of rehabilitation medicine.* 2018;1(83):21-31. (In Russ.)

18. **Achkasov EE, Litvinenko AS, Kurshev VV.** Shockwave therapy in diseases and injuries of the musculoskeletal system due sports. *Bulletin of rehabilitation medicine.* 2015;1(65):42-50. (In Russ.)

19. **Kubicek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH.** Development and evaluation of an impedance cardiac output system. *Aerospace Med.* 1967;37(12):1208-1212.

Информация об авторах:

Вахитов Линар Илдарович, аспирант кафедры охраны здоровья человека института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет Минобрнауки России (+7(951)06-56-085, linar_1993@bk.ru). ORCID ID: 0000-0001-7843-5694

Зефиров Тимур Львович, заведующий кафедрой охраны здоровья человека института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет Минобрнауки России, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-5091-7672

Вахитов Илдар Хатыбович, профессор кафедры охраны здоровья человека института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет Минобрнауки России, проф., д.б.н. ORCID ID: 0000-0001-8154-9182

Information about the authors:

Linar I. Vakhitov, Postgraduate student of the Department of Human Health, Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University (+7(951)06-56-085, linar_1993@bk.ru). ORCID ID: 0000-0001-7843-5694

Timur L. Zefirov, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Human Health, Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University. ORCID ID: 0000-0002-5091-7672

Ildar Kh. Vakhitov, D.Sc. (Biology), Prof., Professor of the Department of Human Health, Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University. ORCID ID: 0000-0001-8154-9182

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 09.11.19

Принята к публикации: 22.05.20

Received: 09 November 2019

Accepted: 22 May 2020