



УЧРЕДИТЕЛЬ:

ОАО «Олимпийский комплекс «ЛУЖНИКИ»

ИЗДАЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

Российская ассоциация по спортивной
медицине и реабилитации больных и
инвалидов (РАСМИРБИ)

Континентальная хоккейная лига (КХЛ)

ОбОО «Национальный альянс медицины
и спорта «Здоровое поколение»

Объединение спортивных врачей (ОСВ)

Спортивная медицина: наука и практика

научно-практический журнал

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-43704 от 24 января 2011 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

АЧКАСОВ Е.Е. – проф., д.м.н., зав. каф. лечебной физкультуры и спортивной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, академик РАЕН, Президент ОбОО «Национальный альянс медицины и спорта «Здоровое поколение», член 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., Вице-президент по спортивной медицине Континентальной хоккейной лиги, Председатель медицинского комитета Российского футбольного союза (Россия, Москва)

МАШКОВСКИЙ Е.В. – врач национальной сборной России по ледолазанию, профессиональный переводчик в сфере медицинской коммуникации (Россия, Москва)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Асанов А. Ю. – проф., д.м.н., зав. каф. медицинской генетики Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, член Европейского общества генетики человека (ESHG) (Россия, Москва)

Вулкан Шерил – доктор медицины, Председатель медицинского комитета Северо-американской ассоциации боксерских комиссий, руководитель образовательной программы «Медицина боевых видов спорта», госпиталь Мористаун, главный врач по смешанным боевым искусствам и муай-тай спортивной коллегии штата Нью Джерси

Глазачев О.С. – д.м.н., профессор каф. нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Дидур М.Д. – проф., д.м.н., зав. каф. физических методов лечения и спортивной медицины ПСПбГМУ им. И.П. Павлова (Россия, Санкт-Петербург)

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

Иванова Г.Е. – проф., д.м.н., профессор каф. реабилитации и спортивной медицины РНИМУ им. Н.И. Пирогова, главный специалист по медицинской реабилитации Минздрава России (Россия, Москва)

Караулов А.В. – член-корр. РАН, проф., д.м.н., зав. каф. клин. иммунологии и аллергологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

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

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

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

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

Макдональд Джейми Хьюго – ассистент каф. физиологии физических упражнений Школы наук о спорте, здоровье и физических упражнениях Университета Бангор, Уэльс, Великобритания. PhD (клиническая физиология физ. упр.), аккредитованный эксперт по спортивной физиологии Британской Ассоциации спорта и физических упражнений (Англия, Лондон)

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

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 (Россия, Москва)

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

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

Родченков Г.М. – к.х.н., директор ФГУП «Антидопинговый центр» (Россия, Москва)

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

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

Харламов Е.В. – проф., д.м.н., зав. каф. физической культуры, лечебной физкультуры и спортивной медицины РостГМУ (Россия, Ростов-на-Дону)

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Выходец И.Т. – к.м.н., зам. директора Центра спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Москомспорта, член Комиссии по спортивному праву Ассоциации юристов России (Россия, Москва)

Рахманин Ю.А. – акад. РАН, проф., д.м.н., директор НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина (Россия, Москва)

Ромашин О.В. – проф., д.м.н., зам. начальника организационно-методического отдела Лечебно-реабилитационного центра Минздрава России (Россия, Москва)

Хабриев Р.У. – акад. РАН, проф., д.м.н., ген. директор Российского антидопингового агентства «РУСАДА» (Россия, Москва)

РУБРИКИ ЖУРНАЛА:

- Физиология и биохимия спорта
- Спортивное питание
- Фармакологическая поддержка
- Антидопинговое обеспечение
- Неотложные состояния
- Реабилитация
- Функциональная диагностика
- Биомедицинские технологии
- Спортивная гигиена
- Спортивная травматология
- Спортивная психология

- Паралимпийский спорт
- Медицинское сопровождение ветеранов спорта
- Организация медицины спорта
- Резолюции конференций и интервью
- Памятные даты

Виды публикуемых материалов:

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

Заведующая редакцией журнала:

Иовлева Александра Дмитриевна

Адрес редакции:

119048, Москва, ул. Усачева, д. 11, корп. 17 (1-й этаж)

Тел.: 8(499) 248-48-44, 8(499) 246-84-02

E-mail: sportmed@lenta.ru, info@rusvrach.ru

Сайт: спорт-мед.рф, smjournal.ru

Подписано в печать 15.12.2014. Формат 60x90/8

Тираж 1000 экз. Цена договорная

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 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

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 90998



Founded by:
Olympic Complex "LUZHNIKI"

Supported by:

Sechenov First Moscow State Medical University

Russian Association of Sports Medicine and Rehabilitation of Patients and the Disabled

Kontinental Hockey League

National Alliance of Sport and Medicine "Healthy Generation"

Union of Sports Physicians

Sports Medicine: Research and Practice

research and practical journal

Media Outlet Registration Certificate PI № FS77-43704; Jan 24, 2011

CHIEF EDITOR:

Achkasov, Evgeny, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, President of the «National Alliance of Sport and Medicine «Healthy Generation», Member of the Medical Committee of the Russian Football Union (Moscow, Russia)

DEPUTY CHIEF EDITOR:

Polyayev, Boris, 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)

Medvedev, Igor, M.D., D.Sc. (Medicine), Vice-president (Sports Medicine) of the Continental Hockey League, Head of the Medical Committee of the Russian Football Union (Moscow, Russia)

Mashkovskiy, Evgeny, M.D., Team Physician for the Russian National Ice Climbing Team, Professional Interpreter in Medical Communications (Moscow, Russia)

EDITORIAL BOARD:

Asanov, Aly, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Clinical Genetics of the Sechenov First Moscow State Medical University, Member of the European Society of Human Genetics (ESHG) (Moscow, Russia)

Glazachev, Oleg, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Normal Physiology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia)

Didur, Mikhail, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Pavlov Saint-Petersburg State Medical University (Saint-Petersburg, Russia)

Epifanov, Aleksandr, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Medical Rehabilitation of the Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia)

Ivanova, Galina, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Senior Expert (Medical Rehabilitation) of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Karaulov, Aleksandr, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Clinical Immunology and Allergology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia)

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

Karsadze, Pavel, 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)

Kasymova, Gulnara, 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)

Landy, Anatoliy, M.D., Ph.D. (Medicine), Assistant Professor of Clinic of Sports Medicine and Rehabilitation, University of Tartu (Estonia, Tartu)

Macdonald, Jamie Hugo, B.Sc. (Hons) in Sport Science; Ph.D. (Clinical Exercise Physiology); Lecturer in Exercise Physiology of the School of Sport, Health and Exercise Sciences, Bangor University; Accredited Exercise Scientist (Scientific Support – Physiology) by the British Association of Sport and Exercise Sciences (Bangor, Wales, UK)

Margazin, Vladimir, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Professor of the Department of Medical and Biological bases of Sport of the Yaroslavl Ushinsky State Pedagogical University (Yaroslavl, Russia)

Oganesyanyan, Arek, Ph.D. (Biology), Prof., Chief of the Anti-Doping Service of Armenia (Yerevan, Armenia)

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

Parastayev, Sergey, 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)

Puzin, Sergey, 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)

Rodchenkov, Grigoriy, Ph.D. (Chemistry), Director of the Federal State Unitary Enterprise «Antidoping Center» (Moscow, Russia)

Susta, Davide, M.D., M.D., Doctor of Sports Medicine, Principal Researcher of Center for Preventive Medicine of the Dublin City University (Dublin, Ireland)

Tokayev, Enver, D.Sc. (Technics), Prof., Director General of JSC Innovation Company «ACADEMY-T»

Kharlamov, Evgeny, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Physical Education, Physical Therapy and Sports Medicine of the Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russia)

Wulkan, Sheril, M.D., Ph.D., Chairman of the Medical Committee of the North American Association of Boxing Commissions, Director of the Educational Program «Medicine combat sports» of Morristown Hospital, Chief Physician at Mixed Martial Arts and Muay Thai Sports College of New Jersey (New Jersey, United States)

Shkrebko, Aleksandr, 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)

EDITORIAL BOARD:

Vykhodets, Igor, M.D., Ph.D. (Medicine), Deputy Director of the «Center of Sports Innovations and Teams Training» of the Department of Physical Culture and Sport of Moscow, Member of the Sports Law Association of Lawyers of Russia (Moscow, Russia)

Rakhmanin, Yuriy, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Sysin Scientific Research Institute of Human Ecology and Environmental Hygiene (Moscow, Russia)

Romashin, Oleg, M.D., D.Sc. (Medicine), Deputy Chief of the Organization-Methodological Department of the Medical-Rehabilitation Center of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Khabriyev, Ramil, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, General Manager of the Russian anti-doping agency «RUSADA», Vice-Rector of the Pirogov Russian State Medical University (Moscow, Russia)

FEATURED TOPICS:

- Sports Physiology and Biochemistry
- Sports Supplements
- Sports Pharmacology
- Doping Studies
- Emergency Conditions
- Rehabilitation
- Functional Testing
- Biomedical Technologies
- Sports Hygiene
- Sports Traumatology
- Sports Psychology

- Paralympic Sports
- Medical Care for Former Athletes
- Sports Medicine Management
- Sports Medicine Conferences Digest and Interviews
- Anniversaries and Memorable Days

TYPES OF PUBLISHED MATERIALS:

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

Head of editorial board:

Iovleva Aleksandra Dmitrievna

Contact us:

Editorial office address:

Usacheva str., 11, Bldg. 17 (1st floor), Moscow, Russia, 119048.

Phone: 8(499) 248-48-44, 8(499) 246-84-02

E-mail: sportmed@lenta.ru, info@rusvrach.ru

Web: спорт-мед.рф, smjournal.ru

Subscribed into printing 15.12.2014.

Format 60x90/8. Copies 1000.

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. Sent materials are not sent back. The authors view point may not coincide with editorial opinion. Editorial office is not responsible for accuracy of advertising information.

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.

“Russian Press” catalog index 90998

СОДЕРЖАНИЕ

Биомедицинские технологии

К. П. БАЗАРИН РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ	7
Физиология и биохимия спорта	
И. Е. ЗЕЛЕНКОВА, С. В. ЗОТКИН, А. А. ГРУШИН ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ОБЩЕЙ ГЕМОГЛОБИНОВОЙ МАССЫ И ОБЪЕМА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ МЕТОДОМ ВОЗВРАТНОГО ДЫХАНИЯ МОНООКСИДОМ УГЛЕРОДА В КОНТЕКСТЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА	17
О. Б. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, А. Ю. СИДЕНКОВ, И. А. ЛАЗАРЕВА, Ф. М. ШВЕТСКИЙ БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ В СПОРТЕ	24
Г. П. КАСЫМОВА РЕПРОДУКТИВНЫЙ ДИССОНАНС – КАК ОСНОВА ГЕНДЕРНОГО ПОДХОДА В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ	32
Функциональная диагностика	
В. С. СОКОЛОВА, Н. Е. САХАРОВА ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫМ ПЛАВАНИЕМ У ДЕТЕЙ С АЛИМЕНТАРНЫМ ОЖИРЕНИЕМ	44
К. Р. МЕХДИЕВА, В. Э. ТИМОХИНА, Ю. А. ЗИНОВЬЕВА, Ф. А. БЛЯХМАН ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИИ СЕРДЦА МОЛОДЫХ БАСКЕТБОЛИСТОВ МУЖСКОЙ СБОРНОЙ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА	48
А. П. ЛАНДЫРЬ, Е. Е. АЧКАСОВ, О. Б. ДОБРОВОЛЬСКИЙ АНАЛИЗ ЗНАЧЕНИЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У СПОРТСМЕНА ВО ВРЕМЯ ОТДЕЛЬНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ЗАНЯТИЯ. ЧАСТЬ 2. (ЛЕКЦИЯ)	56
Неотложные состояния	
С. Л. ПАРИЛОВ, Л. Ф. ЦЫВЦЫНА, С. Н. ДЕРЕВЦОВА ПАТОЛОГИЯ СИСТЕМЫ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА КАК МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МАРКЕР СИМПАТИЧЕСКОГО ДИСБАЛАНСА ПРИ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ.	65
Спортивное питание	
В. Н. КИМ, И. П. ХИСМАТУЛЛИНА, В. П. ЛЕОНОВ, Ю. Н. ФЕДОСОВ, И. Г. АКСЕНОВА ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМА АПИФИТОПРОДУКЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОВАСКУЛЯРНОГО РИСКА, БИОХИМИИ КРОВИ, ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ СФЕРЫ И СПОРТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ У МОЛОДЫХ СПОРТСМЕНОВ ОЛИМПЕЙСКОГО РЕЗЕРВА (ПО МАТЕРИАЛАМ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА «ТЕНТОРИУМ-ЮКИОР-2013»)	69
Э. С. ТОКАЕВ, С. М. ЛЕДОВСКОЙ, О. Н. НАЗАРОВ, Е. А. НЕКРАСОВ, А. А. ХАСАНОВ, И. С. КРАСНОВА КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ «АНТИСТРЕСС»	81
Реабилитация	
Н. НИКОЛЕНКО, О. В. ГОНЧАРОВА, С. В. АРТЕМЬЕВА, Е. Е. АЧКАСОВ, Е. Б. ЛИТВИНОВА ИГРОВАЯ СИСТЕМА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ПРОГРЕССИРУЮЩИМИ МЫШЕЧНЫМИ ДИСТРОФИЯМИ.	90
Г. Г. ЯНЬШЕВА, Р. А. ЯКУПОВ, К. П. РОМАНОВ, Б. Р. САМИГУЛЛИН КОРРЕКЦИЯ МИОФАСЦИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕФЛЕКСОТЕРАПИИ И ПОСТИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ.	97
Фармакологическая поддержка	
Н. В. МАНУКЯН, А. С. ОГАНЕСЯН ЙОД И ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ	102
Паралимпийский спорт	
Г. З. ИДРИСОВА ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СПОРТСМЕНОВ-ПАРАЛИМПИЙЦЕВ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА ПО СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ	109
Организация медицины спорта	
К. Ш. АХМЕРОВА, Е. Е. АЧКАСОВ, И. Т. ВЫХОДЕЦ, В. А. КУРАШВИЛИ, Е. В. МАШКОВСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ЗДОРОВЬЕМ ЮНЫХ АТЛЕТОВ В США.	116
НОВАЯ СТАТЬЯ МЕДИЦИНСКОГО РЕГЛАМЕНТА КХЛ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ БОРЬБЫ С СОТРЯСЕНИЯМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ХОККЕИСТОВ	124

CONTENTS

Biomedical Technologies

- K. P. BAZARIN**
THE ROLE OF REACTIVE OXYGEN SPECIES IN ADAPTATION TO HIGH PHYSICAL WORKLOADS.....7

Sports Physiology and Biochemistry

- I. E. ZELENKOVA, S. V. ZOTKIN, A. A. GRUSHIN**
PRACTICAL APPROACH OF TOTAL HAEMOGLOBIN MASS AND BLOOD VOLUME MEASUREMENT WITH CARBON MONOXIDE
REBIRTHING METHOD IN ROUTINE TRAINING PRACTICE17
- O. B. DOBROVOLSKIY, A. YU. SIDENKOV, I. A. LAZAREVA, F. M. SHVETSKIY**
BIOCHEMICAL AND HEMATOLOGICAL CRITERIA IN SPORTS TRAINING MANAGEMENT24
- G. P. KASYMOVA**
REPRODUCTIVE DISSONANCE AS A BASIS OF GENDER APPROACH IN SPORTS MEDICINE32

Functional Testing

- V. S. SOKOLOVA, N. E. SAKHAROVA**
SWIMMING SESSIONS AND DYNAMIC OF FUNCTIONAL INDICATORS IN CHILDREN WITH ALIMENTARY OBESITY.....44
- K. R. MEKHIDIEVA, V. E. TIMOKHINA, YU. A. ZINOVYEVA, F. A. BLYAKHMAN**
STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF THE HEART IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS
OF THE URAL FEDERAL UNIVERSITY TEAM.....48
- A. P. LANDYR, E. E. ACHKASOV, O. B. DOBROVOLSKIY**
HEART RATE ANALYSIS IN ATHLETES DURING SEPARATE TRAINING SESSION. PART 2. (LECTURE).....56

Emergency Conditions

- S. L. PARILOV, L. F. TSYVTSYNA, S. N. DEREVTSOVA**
PATHOLOGY OF THE VAGUS NERVE SYSTEM AS A MORPHOLOGICAL MARKER OF SYMPATHETIC IMBALANCE
IN SUDDEN CARDIAC DEATH.....65

Sports Supplements

- V. N. KIM, I. P. KHISMATULLINA, V. P. LEONOV, YU. N. FEDOSOV, I. G. AKSENOVA**
EFFECT OF ADMINISTRATION OF APIAN AND HERBAL PRODUCTS ON INDICATORS OF CARDIOVASCULAR RISK, BLOOD
BIOCHEMISTRY, PSYCHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CONDITION, AND SPORTS ACHIEVEMENTS OF YOUNG ATHLETES
OF THE OLYMPIC RESERVE (BASED ON THE PILOT PROJECT «TENTORIUM YUKIOR-2013»)69
- E. S. TOKAEV, S. M. LEDOVSKOY, O. N. NAZAROV, E. A. NEKRASOV, A. A. KHASANOV, I. S. KRASNOVA**
CLINICAL RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF THE «ANTISTRESS» (SPORTS SUPPLEMENT)81

Rehabilitation

- N. NIKOLENKO, O. V. GONCHAROVA, S. B. ARTEMYEVA, E. E. ACHKASOV, E. B. LITVINOVA**
USE OF VIRTUAL REALITY GAME SYSTEMS IN REHABILITATION OF CHILDREN WITH PROGRESSIVE
MUSCULAR DYSTROPHIES.....90
- G. G. YANYSHEVA, R. A. YAKUPOV, K. P. ROMANOV, B. R. SAMIGULLIN**
REFLEXOTHERAPY AND POST-ISOMETRIC RELAXATION IN ATHLETES WITH MYOFASCIAL DYSFUNCTIONS97

Sports Pharmacology

- N. V. MANUKYAN, A. S. OGANESYAN**
IODINE AND PHYSICAL PERFORMANCE OF ATHLETES.....102

Paralympic Sports

- G. Z. IDRISOVA**
FUNCTIONAL CLASSIFICATION OF PARALYMPIC ATHLETES IN THE PRACTICE OF A SPORTS MEDICINE PHYSICIAN.....109

Sports Medicine Management

- K. S. AKHMEEROVA, E. E. ACHKASOV, I. T. VYKHODETS, W. A. KURASHVILI, E. V. MASHKOVSKIY**
MEDICAL MONITORING OF YOUNG ATHLETES IN THE UNITED STATES.....116
- NEW ARTICLE MEDICAL KHL RULES IN THE FRAMEWORK OF THE FIGHT AGAINST CONCUSSIONS
BRAIN THE HOCKEY PLAYERS124

РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

К. П. БАЗАРИН

ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет Минобрнауки России, Красноярск, Россия

Сведения об авторах:

Базарин Кирилл Петрович – директор Интеграционного научно-технологического центра физической культуры и спорта ФГАОУ ВПО Сибирского федерального университета Минобрнауки России, к.м.н.

The role of reactive oxygen species in adaptation
To high physical workloads

K. P. BAZARIN

*Federal Sports Medicine Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia
Institute of Professional Development of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia*

Information about the authors:

Kirill Bazarin – M.D., Ph.D. (Medicine), Director of the Science and Technology Integration Center of Physical Culture and Sports of the Siberian Federal University.

В статье приводится обзор результатов современных исследований в области влияния активных форм кислорода (АФК) на процессы адаптации к систематической высокой физической нагрузке. АФК являются одними из основных сигнальных молекул, запускающих в организме каскад адаптационных реакций в ответ на физическую нагрузку. В целом, уровень АФК немного превышающий базальный, является весьма эффективным регулятором адаптации к физической нагрузке. Многократный рост уровня АФК при декомпенсации системы антиоксидантной защиты, является дезадаптивным состоянием. Антиоксидантные препараты способны увеличивать спортивные показатели, но при этом, их использование может снижать тренировочный эффект.

Ключевые слова: активные формы кислорода; система антиоксидантной защиты; спорт; физическая нагрузка; адаптация; регуляторные механизмы; антиоксидантные препараты.

This review focused on the role of reactive oxygen species (ROS) in adaptation processes to high physical workload. ROS are major signaling molecules that trigger the cascade of adaptation reactions in response to exercise. ROS are very effective regulators of adaptation to physical exertion if its level is slightly greater than basal. Significant increase of ROS level due to decompensation in the antioxidant defense system is a maladaptive state. Antioxidant drugs can increase athletic performance, but reduce the training effect at the same time.

Key words: reactive oxygen; antioxidant system; sport; physical workload; adaptation; regulation mechanisms; antioxidant drugs.

Введение

Активные формы кислорода (АФК) в последние годы привлекают значительное внимание исследователей [1, 2]. Считается, что АФК составляют отдельную систему в организме, участвующую как в ряде физиологических функций, так и во многих патологических процессах. Знание механизмов работы данной системы важно как для понимания закономерностей физиологического функционирования тканей организма в норме, так и особенностей течения многих патологических процес-

сов и выбора способов активного влияния на них; оно способно дать возможность разработки технологий лечения многих заболеваний, продления жизни, роста физических возможностей организма человека.

Высокий уровень физических нагрузок, характерный для спорта, оказывает существенное влияние на систему АФК, вызывая комплекс изменений в ферментных системах. Эти изменения могут носить как положительный, компенсаторный характер, так и, в ряде случаев, приводить к декомпенсации, угнетению активности ан-

тиоксидантных механизмов, накоплению в тканях АФК, с развитием повреждений. В последние годы появляется все больше данных, подтверждающих непосредственное участие АФК в процессах регуляции адаптации к физической нагрузке, в свете чего практика применения антиоксидантных препаратов становится не столь однозначной.

Образование активных форм кислорода при физической нагрузке

Впервые предположение о том, что физические нагрузки вызывают повышенное образование свободных радикалов, было выдвинуто в конце 70-х годов XX века. В настоящее время известно, что как в состоянии покоя, так и при нагрузке, мышечная ткань продуцирует АФК, а также реактивные формы азота [3]. Незначительный, физиологический, уровень АФК в мышечных клетках необходим для нормального сокращения [3]. Умеренный уровень оксидативного стресса при физической нагрузке полезен, так как свободные радикалы, выделяющиеся при разрушении мышечной ткани, являются важными регуляторами процессов репарации, которая лежит в основе адаптации мышечной ткани к нагрузке. АФК в диапазоне концентраций от низкой до средней модулируют сигнальные пути клеток и регулируют экспрессию множества генов, в том числе кодирующих ферменты системы антиоксидантной защиты, белки теплового шока, ферменты системы репарации ДНК и ферменты дыхательной цепи [4].

Достаточно давно подтверждено, что именно высокоинтенсивная и длительная физическая нагрузка ведет к оксидативному повреждению белковых и липидных структур сокращающихся миоцитов. Спортивные нагрузки являются причиной повышенного образования свободных радикалов, что может вести к повреждению клеток. В крови отмечается увеличение концентрации малонового диальдегида, в выдыхаемом воздухе – пентана, оба они служат индикаторами процесса перекисного окисления липидов. Следует отметить, что спортивная тренировка ведет также и к увеличению активности системы антиоксидантной защиты, что до определенного предела роста нагрузки компенсирует повышенное образование свободных радикалов [5]. Показано преимущественное образование перекиси водорода при физической нагрузке в мышечных волокнах ПВ типа [6]. Окислительный стресс является одним из факторов, ведущих к повреждению эритроцитов непосредственно в ходе и после окончания физической нагрузки. Повышенный уровень АФК ведет к нарушению сократительной способности миоцитов, что может являться одним из факторов развития периферического утомления [3]. В состоянии покоя уровень маркеров оксидативного стресса у спортсменов с синдромом перетренированности существенно выше, чем в контрольной группе, также отмечается рост уровня маркеров пропорционально интенсивности нагрузки, т.к. система антиоксидантной

защиты декомпенсирована [5, 7]. Имеются данные о непосредственном влиянии редокс-потенциала на регуляцию циркадных ритмов, выдвигается предположение о том, что декомпенсация системы антиоксидантной защиты является одним из патофизиологических механизмов развития нарушений сна [8].

Основные гипотезы, объясняющие повышенное образование АФК при физической нагрузке, следующие:

1. Сбой в работе дыхательной цепи митохондрий вследствие резко увеличенного потока кислорода. При физической нагрузке общий уровень потребления кислорода возрастает в 10-15 раз. Поток кислорода через ткани работающих скелетных мышц увеличивается до 100 раз, очевидно, что в этих условиях вероятность возникновения сбоев в работе дыхательной цепи также существенно повышается. «Утечка» недоокисленных продуктов возникает на этапе переноса электронов между комплексом I и III [9]. Однако прямые экспериментальные подтверждения этой теории отсутствуют, кроме того, в условиях изометрической нагрузки, при которой PO_2 в мышечной ткани остается низким, тем не менее наблюдается повышенное образование АФК [10].

2. Ишемия/реперфузия и активация эндогенной ксантиноксидазы. Во время физической нагрузки имеет место значительное перераспределение кровотока – часть крови шунтируется и направляется к работающим мышцам. В этих условиях ряд тканей находятся в состоянии ишемии, что провоцирует конверсию ксантиндегидрогеназы в ксантиноксидазу. Когда нагрузка заканчивается и ткани реоксигенируются, ксантиноксидаза начинает продуцировать супероксид-радикал и H_2O_2 в качестве побочных продуктов реакции деградации гипоксантина в ксантин и далее в мочевую кислоту [11].

3. Активация нейтрофилов и воспалительная реакция. Повреждение тканей при физической нагрузке вызывает активацию нейтрофилов и других фагоцитирующих клеток, которые вырабатывают АФК, необходимые для элиминации продуктов распада тканей, но также могут вызывать вторичные ее повреждения. В ряде экспериментов показана как мобилизация нейтрофилов в ответ на физическую нагрузку, так и увеличение уровня респираторного взрыва при их активации [12, 13].

4. НАД(Ф)Н-оксидаза в мышечной ткани, активированная в ходе интенсивных сокращений или вовлеченная в воспалительный ответ, может, при определенных условиях, продуцировать супероксид-радикал [14].

5. Окисление катехоламинов. Высокая физическая нагрузка сопровождается существенным повышением выделения катехоламинов – адреналина, норадреналина, дофамина [15]. В процессе их окисления могут образовываться АФК, что, в свою очередь, ведет к истощению системы антиоксидантной защиты [3].

Остановимся подробнее на основных источниках образования свободных радикалов в работающей мышце.

1. Митохондрия. Классически позиционируется как основной источник свободных радикалов. Считается,

что от 2% до 5% кислорода, проходящего через митохондрию может идти на образование АФК. Современные исследования уточняют, что основными сайтами генерации свободных радикалов в митохондрии являются FeS-кластеры комплекса I и Q10 в комплексе III [16]. Увеличение продукции свободных радикалов при физической нагрузке связано с увеличением потребления кислорода.

2. Саркоплазматический ретикулум. НАД(Ф)Н оксидаза, ассоциированная с саркоплазматическим ретикулумом как скелетных мышц, так и миокарда, способна генерировать АФК. Показано значимое снижение продукции АФК сокращающейся мышцей при ингибировании НАД(Ф)Н оксидазы дифенилениодония хлоридом [17].

3. Поперечные трубочки скелетных мышц содержат НАД(Ф)Н оксидазу, активность которой возрастает при деполяризации. Строение ее сходно с НАД(Ф)Н оксидазой фагоцитирующих клеток, что делает ее способной к продукции АФК [18].

4. Клеточная мембрана. Ряд исследований показывает, что работающие мышечные клетки продуцируют АФК в межклеточное пространство [17]. В мышцах обнаружена НАД(Ф)Н оксидаза, ассоциированная с клеточной мембраной, содержащая ряд субъединиц, характерных для фагоцитирующих клеток (gp91phox, p22phox, p47phox, p67phox). Этот комплекс продуцирует супероксид во внутри- и внеклеточное пространство [19].

5. Фосфолипаза A2 расщепляет фосфолипиды мембран с образованием арахидоновой кислоты, являющейся субстратом для ферментов, участвующих в образовании АФК, в частности липоксигеназ [20]. Активация фосфолипазы A2 стимулирует НАД(Ф)Н оксидазу, также показано, что активация фосфолипазы A2 связана с повышенной генерацией АФК в митохондриях работающих мышц, повышении концентрации АФК в цитозоле [21] и межклеточном пространстве [20]. Обе изоформы фермента, кальций-зависимая и кальций-независимая, участвуют в процессе образования свободных радикалов [21]. Кальций-зависимая изоформа локализована внутри митохондрии и стимулирует образование внутриклеточных АФК при сократительной активности. Кальций-независимая изоформа модулирует образование АФК в цитозоле. Имеются предположения, что кальций-независимая изоформа фосфолипазы A2 определяет уровень продукции АФК в состоянии покоя, а кальций-зависимая – в ходе интенсивных сокращений, теплового шока и других состояний, связанных с повышенным выходом кальция [21].

6. Ксантинооксидаза. Предположения об участии ксантинооксидазы в процессе генерации АФК работающими скелетными мышцами в основном базируются на данных об антиоксидантном эффекте ее ингибиторов – аллопуринола и оксипуринола [22]. Стоит, однако, учитывать, что мышечная ткань человека содержит весьма незначительное количество ксантиндегидрогеназы и

ксантинооксидазы в отличие от мышечной ткани крыс, в экспериментах на которых получены вышеуказанные данные. Таким образом, роль ксантинооксидазы в процессах генерации АФК в приложении к задачам спортивной физиологии пока остается не ясной.

Система антиоксидантной защиты

Все АФК являются окислителями клеточных компонентов и в больших количествах необратимо повреждают клетки. При чрезмерном накоплении АФК и вторичных продуктов возникают патологические состояния, называемые окислительным или оксидативным стрессом. Защита организма от АФК осуществляется антиоксидантной системой (АОС). АОС включает низкомолекулярные антиоксиданты (АО) и систему ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные превращения глутатиона и аскорбата, дисмутирующих активные формы кислорода и элиминирующих пероксиды [23]. Выделяют следующие ферменты, реализующих функции защиты от АФК: супероксиддисмутазы (СОД), каталазы (КАТ), глутатионпероксидазы, глутатион-S-трансферазы (GST), глутатионредуктазы.

Активность ферментов системы антиоксидантной защиты не является постоянной и может меняться, в частности, в зависимости от паттернов физической активности индивидуума [5, 24]. Так, ряд исследований показывает, что тренировка на выносливость ведет к увеличению активности СОД от 20% до 112%, росту активности глутатионпероксидазы от 20% до 177% [25], причем отмечается увеличение активности как цитозольной, так и митохондриальной глутатионпероксидазы. Степень увеличения активности указанных ферментов зависит от интенсивности и продолжительности тренировки. Важно, что значимый рост наблюдается при средней и высокой нагрузке. Низкий уровень нагрузок практически не дает значимого эффекта. Большие изменения в активности ферментов возникают при большей длительности тренировки (более 60 минут в день) по сравнению с короткими (менее 30 минут) тренировками. Увеличение активности ферментов возникает как под влиянием аэробной, так и анаэробной нагрузки [22]. Считается, что адаптационные механизмы запускаются по причине того, что АФК выступают в роли сигнальных молекул, стимулируя экспрессию генов системы антиоксидантной защиты, а также иных защитных процессов, например, таких как репарация ДНК [22]. Важно отметить, что некоторые гены системы антиоксидантной защиты могут быть активированы достаточно быстро в ответ на патологический процесс, связанный с увеличением уровня АФК, например, при острой инфекции, интоксикации, гипоксии, ишемии. Другие же гены активируются гораздо медленнее и отвечают за адаптацию организма к длительно действующим факторам – таким, например, как изменившиеся условия окружающей среды, изменившиеся энергетические затраты [24]. Таким образом, можно считать, что изменения, возникающие

в системе АФК-АОС в организме спортсмена, носят долговременный характер и не являются лишь локальным ответом на предшествующую нагрузку.

Важно отметить, что описанный адаптационный процесс является системным и задействует все ткани организма, а не только работающие мышцы [26]. Дает ли организму повышенная активность АОС, какие-либо преимущества? Данные, полученные на моделях, позволяют предположить, что да. Так показана способность активированной АОС предотвращать оксидативный стресс: NOS-ингибированное сердце (модель ишемической болезни) [27]. Таким образом, активированная вследствие адекватной физической нагрузки АОС, повышает устойчивость организма к оксидативному стрессу.

Регуляторная роль АФК

Интересен факт, приведенный в исследовании Murray и коллег: ими не обнаружены гены, специфически реагирующие на окислительный стресс [28]. Ответ включает изменения экспрессии ряда генов, которые задействованы в стресс-ответе на раздражители других типов, т.е. ответ организма на окислительный стресс носит неспецифический характер, возможно вследствие того, что окислительное повреждение может сопровождать достаточно широкий перечень физиологических и патологических процессов. В ряде исследований приводятся данные относительно прекращения митотической активности клеток, подвергшихся окислительному стрессу. Многие из генов-регуляторов клеточного цикла и пролиферации супрессируются в ходе окислительного стресса [28].

Скелетные мышцы быстро адаптируются к физической нагрузке. Процесс включает в себя ряд биохимических и структурных изменений, как в самих мышцах, так и в окружающих тканях. По данным ряда авторов, АФК, образующиеся при интенсивной мышечной деятельности, могут являться одним из основных пусковых механизмов развития адаптационных процессов [29].

Внутриклеточный синтез АФК является необходимым сигналом для нормального течения процессов ремоделирования в мышечной ткани, возникающих в ходе адаптации к систематическим физическим нагрузкам [30]. По всей видимости, именно умеренные, неповреждающие, концентрации АФК, возникающие при адекватной, тренирующей физической нагрузке, являются адаптивными модуляторами клеточных сигнальных путей [31]. Есть все основания полагать, что АФК используются клеткой для передачи сигнала из цитоплазмы в ядро для регуляции экспрессии генов [32].

Воздействие АФК приводит к модуляции экспрессии значительного количества генов [31] и предположительно связано с окислением цистеина в доменах связывания факторов транскрипции или сигнальных молекул. Гены, активируемые АФК, включают в себя гены первичного ответа, гены, кодирующие ферменты системы антиоксидантной защиты, гены, кодирующие белки теплового

шока. Активация указанных генов возникает как при короткой, так и при длительной физической нагрузке [24]. В работающих мышцах отмечается значимое повышение активности ферментов системы антиоксидантной защиты: супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы, а также повышение концентрации белков теплового шока [32]. При ингибировании аллопуринолом ксантиноксидазы, непосредственно участвующей в образовании супероксида при высокой физической нагрузке, снижается объем повреждения мышечной ткани, но также нарушается работа транскрипционного фактора *NF-κB*, не происходит активации экспрессии генов СОД и NO-синтаз, т.о. процессы адаптации не запускаются [22].

Каким образом АФК могут работать в качестве сигнальных молекул? Одним из основных путей активации комплекса адаптивных реакций в мышечной ткани и организме в целом под воздействием АФК является активация транскрипционного фактора *NF-κB* и митоген-активируемых протеинкиназ (МАПК). Это приводит к усилению экспрессии ряда генов, включая гены иммунного ответа, апоптоза, клеточного цикла, контролирующего рост, пролиферацию и адаптационные процессы, в частности индукцию ферментов системы антиоксидантной защиты [33]. Так, промоторы ряда антиоксидантных ферментов, в том числе, таких как СОД и гамма-глутамилцистеин синтетазы, имеют сайт связывания *NF-κB*.

NF-κB представляет семейство, состоящее из пяти факторов транскрипции (p65, Rel B, c-Rel, p52 и p50) [34], все они экспрессируются в мышечной ткани, но считается, что именно гетеродимер p50-p65 отвечает за основные проявления активности *NF-κB* в мышцах. В состоянии покоя *NF-κB* находится в ассоциации с ингибиторным белком IκB, который, в частности препятствует образованию указанного гетеродимера p50-p65. Повышение концентрации АФК в цитозоле активирует IκB-α-киназу, что ведет к фосфорилированию IκB, его распаду и снятию ингибирования, после чего запускается димеризация *NF-κB* и транслокация комплекса в ядро [35]. Снижение содержания IκB в цитозоле и повышение концентрации фосфорилированного IκB обнаруживается непосредственно после физической нагрузки. Максимум связывания *NF-κB* с ДНК обнаруживается через 2 часа после окончания нагрузки [24]. Аналогичные результаты (активация связывания *NF-κB* с ДНК) дает повреждение мышечной ткани воздействию H_2O_2 в концентрации 1–2 ммоль/л [36].

Одним из важнейших механизмов адаптации к физической нагрузке является увеличение числа митохондрий для обеспечения возросших энергетических потребностей [37, 38]. PGC-1α является основным регулятором митохондриального биогенеза, он взаимодействует с большим количеством транскрипционных факторов и ядерных рецепторов, например ERR-α, NRF-1, NRF-2, TR, MEF [39].

PGC-1 α участвует в регуляции значительного числа внутриклеточных процессов, таких как термогенез, метаболизм глюкозы, формирование мышечных волокон, процессы окислительного фосфорилирования [40]. Ряд исследований подтверждает непосредственную регуляцию процесса биогенеза митохондрий в мышечной ткани при физической нагрузке посредством PGC-1 α [40, 41]. Механизм активации экспрессии PGC-1 α физической нагрузкой связан с индукцией 5'АМФ-активируемой протеинкиназы (АМПК) и р38-митоген-активируемой протеинкиназы [37]. PGC-1 α является чувствительным к редокс-потенциалу клетки. В частности, воздействие на культуру миоцитов перекисью водорода приводит к индукции PGC-1 α , антиоксидант N-ацетилцистеин ингибирует этот эффект. Предполагается, что воздействие реализуется через активацию АМПК. Следует отметить, что у человека промотор PGC-1 α имеет сайт связывания для NF- κ B, что также может объяснить чувствительность к редокс-потенциалу [37].

Как скелетные мышцы, так и миокард отвечает на короткие эпизоды ишемии, например при высокоинтенсивной физической нагрузке, адаптивными реакциями, приводящими к повышению устойчивости ткани к подобным воздействиям. Таким образом, длительный ишемический стресс в будущем может не привести к развитию повреждений.

Хорошо известен факт того, что физическая активность, в особенности тренировки на выносливость, увеличивают васкуляризацию тканей [42]. Этот адаптивный механизм очень важен, так как повышенная нагрузка требует повышенного притока кислорода. В ряде исследований продемонстрирована роль АФК в процессах ангиогенеза, реализуемая через стимуляцию активности матриксных металлопротеиназ [43]. Одним из вероятных механизмов ангиогенеза при физической нагрузке является активация фактора роста эндотелия сосудов (VEGF). Обнаружено увеличение как его продукции, так и 2–4-х кратное увеличение экспрессии соответствующего гена [44]. Отмечено также усиление экспрессии генов рецепторов VEGF (VEGFR1 и VEGFR2) [45]. Описан механизм ангиогенеза, не связанный с VEGF. В основе лежит взаимодействие продуктов перекисного окисления липидов с толл-подобными рецепторами (TLR), что активирует ангиогенез *in vivo*, способствует ускорению заживления ран, а также восстановлению тканей [46].

Физическая нагрузка вызывает фосфорилирование p70 S6 киназы (p70S6k), что высоко коррелирует с ходом адаптационных процессов в мышечной ткани и, в частности, с уровнем синтеза белка в мышцах. Отмечается значимая роль сигнального пути Akt-mTOR-p70S6K в адаптации мышцы к физической нагрузке. Рапамицин, селективный ингибитор mTOR, блокирует развитие гипертрофии в эксперименте. Одним из механизмов роста мышечной ткани под влиянием физических нагрузок и восстановления ее после повреждений, является активация, пролиферация и дифференцировка мышечных стволовых клеток [47].

АФК принимают непосредственное участие в регуляции процессов гипертрофии мышечной ткани [48]. Эксперименты *in vitro* подтверждают способность АФК модулировать процессы рекрутирования стволовых клеток и дифференцировки миобластов [31]. Инсулиноподобный фактор роста-1 (IGF-1) играет значительную роль в регуляции процессов пролиферации и дифференцировки клеток, также он хорошо известен как индуктор гипертрофии мышечных клеток [49]. Сравнительно недавно получены данные об индуцирующем влиянии АФК на функционирование IGF-1 [50]: воздействие перекиси водорода существенно увеличивает индуцированное IGF-1 фосфорилирование IGF-1 рецептора (IGF-1R). И наоборот, фосфорилирование IGF-1R подавляется в присутствии антиоксидантов. Таким образом, АФК являются необходимым сигналом для активации IGF-1-индуцированной гипертрофической адаптивной реакции мышечной ткани, которая подавляется в присутствии антиоксидантов. Обсуждается также роль IGF-II/IGF2R в гипертрофии мышечной ткани, однако роль данного сигнального пути до конца не изучена [51].

Важным регулятором процесса гипертрофии мышечной ткани является интерлейкин-6 (IL-6). Эта молекула принимает непосредственное участие в рекрутировании стволовых мышечных клеток [52]. В исследовании Kosmidou показан дозозависимый эффект стимуляции выхода IL-6 в мышечной ткани под воздействием АФК [53].

Биохимические механизмы развития утомления мышц под влиянием АФК

Мышечные сокращения требуют адекватной работы Na⁺-K⁺-АТФазы, активность которой при физической нагрузке увеличивается в 18–20 раз по отношению к состоянию покоя [54]. Ингибирование Na⁺-K⁺-АТФазы ведет к ускорению наступления утомления, увеличивает время, необходимое для восстановления. Стимуляция ее активности, напротив, увеличивает выносливость и ускоряет восстановление [54]. Имеются данные о значительных отклонениях от нормы концентрации K⁺ в мышечной ткани спортсменов, что, возможно, является одной из причин развития утомления [55]. Также подтверждено, что высокие физические нагрузки снижают активность Na⁺-K⁺- насоса. Это верно как для длительной, так и для короткой высокоинтенсивной активности, как для высокоотренированных спортсменов, так и для обычных людей. Таким образом, можно предполагать прямую связь между следующими процессами: Повышенное образование АФК при физической нагрузке -> угнетение Na⁺-K⁺-АТФазы в мышечной ткани -> Дисбаланс ионов Na⁺-K⁺-> Нарушение процессов деполяризации/реполяризации -> Снижение сократительной способности мышцы, развитие утомления.

АФК имеют существенное влияние на силу и необходимы для нормального сокращения скелетных мышц [56]. Элиминация антиоксидантами АФК из ткани утомленных скелетных мышц ведет к снижению силы

сокращения [57] и напротив, умеренное увеличение концентрации АФК ведет к увеличению силы сокращения. Высокие концентрации АФК снижают силу сокращения.

В экспериментах *in vitro* подтверждена способность антиоксидантов различных типов задерживать наступление усталости мышцы при сокращениях субмаксимального уровня [58]. Напротив, антиоксиданты оказались неэффективны против развития утомления в условиях максимальных мышечных сокращений [59]. Исследования *in vivo* подтверждают способность антиоксидантных препаратов увеличивать показатели выносливости у спортсменов на 15–50% [60, 61]. Тем не менее, современные исследования в области применения антиоксидантных препаратов позволяют сказать, что их использование может снижать тренировочный эффект [62]. В частности, повышение продукции HSP60, HSP72 и HSP73 вследствие физической нагрузки, ингибируется при диете, богатой антиоксидантами [31]. Показано, что применение витамина С не влияет на нормальные фенотипические изменения в мышечной ткани крыс, возникающих под влиянием систематической физической нагрузки, однако препятствует таким адаптационным процессам, как рост МПК, индукция ферментов антиоксидантной защиты и увеличение экспрессии PGC-1 α . Так, в эксперимента с крысами, в контрольной группе, вследствие тренировок, время бега до полного утомления возросло с 99.2 \pm 6.6 мин до 284.3 \pm 105.9 мин. В группе, получавшей витамин С, этот прирост составил – с 101.2 \pm 9.7 мин до 128.0 \pm 44.7 мин [22]. Общее количество цитохрома-С позволяет судить об энергетических возможностях ткани. Концентрация этого белка у животных, испытывающих регулярную физическую нагрузку существенно выше, чем у нетренированных особей. Тренировки на фоне применения витамина С препятствуют увеличению содержания цитохрома-С [22]. Аналогичные результаты получены и для человека [30].

Выводы

АФК являются одними из основных сигнальных молекул, запускающих в организме каскад адаптационных реакций в ответ на физическую нагрузку. В целом, уровень АФК, немного превышающий базальный, является весьма эффективным регулятором адаптации к физической нагрузке. Многократный рост уровня АФК при декомпенсации системы антиоксидантной защиты, является дезадаптивным состоянием. Антиоксидантные препараты способны увеличивать спортивные показатели, но при этом, их использование может снижать тренировочный эффект. Таким образом, применение антиоксидантных препаратов будет наиболее эффективным в соревновательном периоде.

Список литературы:

1. Zuo L., Shiah A., Roberts W.J., Chien M.T., Wagner P.D., Hogan M.C. Low PO₂ conditions induce reactive oxygen species

formation during contractions in single skeletal muscle fibers // *Am. J. of Physiology*. 2013. Vol. 304. P. 1009–1016.

2. Ачкасов Е.Е., Безуглов Э.Н., Ярдшвили А.Э., Усманова Э.М., Бурова М.Ю., Карлицкий И.Н., Патрина Е.В. Влияние энергии синглетного кислорода на скорость восстановления после максимальной физической работы у футболистов юного возраста // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2012. № 4(100). С. 24–28.

3. Powers S.K., Jackson M.J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production // *Physiological Reviews*. 2008. Vol. 88, №4. P. 1243–1276.

4. Smith M.A., Reid M.B. Redox modulation of contractile function in respiratory and limb skeletal muscle // *Respir. Physiol. Neurobiol*. 2006. Vol. 151. P. 229–241.

5. Базарин К.П., Титова Н.М., Кузнецов С.А. Динамика показателей антиоксидантного статуса у спортсменов, членов команды по спортивному ориентированию // *Вестник ВСНЦ СО РАМН*. 2013. №5. С. 9–12.

6. Anderson E.J., Neuffer P.D. Type II skeletal myofibres possess unique properties that potentiate mitochondrial H₂O₂ generation // *Am. J. Physiol. Cell Physiol*. 2006. Vol. 290. P. 844–851.

7. Tanskanen M., Atalay M., Uusitalo A. Altered oxidative stress in overtrained athletes // *J. Sports Sci*. 2010. Vol. 28, №3. P. 309–317.

8. Wang T.A., Yu Y.V., Govindaiah G., Ye X., Artinian L., Coleman T.P., Sweedler J.V., Cox C.L., Gillette M.U. Circadian Rhythm of Redox State Regulates Excitability in Suprachiasmatic Nucleus Neurons // *Science*. 2012. Vol. 337. P. 839–842.

9. Xu X., Arriaga E.A. Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydroethidine // *Free Radical Biology and Medicine*. 2009. Vol. 46, №7. P. 905–913.

10. Alessio H.M., Hagerman A.E., Fulkerson B.K., Ambrose J., Rice R.E., Wiley R.L. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000. Vol. 32, №9. P. 1576–1581.

11. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. *Free Radicals in Biology and Medicine*. New York: Oxford University Press, 2007. 888 p.

12. Савченко А.А., Базарин К.П. Состояние активности НАД- и НАДФ-зависимых дегидрогеназ в нейтрофильных гранулоцитах у спортсменов в динамике тренировочного цикла // *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*. 2013. №6. С. 151–162.

13. Ramel A., Wagner K.H., Elmadfa I. Correlations between plasma noradrenaline concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men // *British Journal of Sports Medicine*. 2004. Vol. 38, №5. P. 22.

14. Babior B.M., Lambeth J.D., Nauseef W. The neutrophil NADPH oxidase // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2002. Vol. 397, №2. P. 342–344.

15. Ghimire L.V., Kohli U., Li C. Catecholamine pathway gene variation is associated with norepinephrine and epinephrine concentrations at rest and after exercise // *Pharmacogenet. Genomics*. 2012. Vol. 22, №4. P. 254–260.

16. Muller F.L., Liu Y., Van Remmen H. Complex III releases superoxide to both sides of the inner mitochondrial membrane // *Journal of Biological Chemistry*. 2004. Vol. 279, №47. P. 49064–49073.

17. Pattwell D.M., McArdle A., Morgan J.E., Patridge T.A., Jackson M.J. Release of reactive oxygen and nitrogen species from contracting skeletal muscle cells // *Free Radic. Biol. Med*. 2004. Vol. 37. P. 1064–1072.

18. **Espinosa A., Leiva A., Pena M., Muller M., Debandi A., Hidalgo C., Carrasco M.A., Jaimovich E.** Myotube depolarization generates reactive oxygen species through NAD(P)H oxidase; ROS-elicited Ca²⁺ stimulates ERK, CREB, early genes // *J. Cell Physiol.* 2006. Vol. 209. P. 379–388.
19. **Li J.M., Shah A.M.** Endothelial cell superoxide generation: regulation and relevance for cardiovascular pathophysiology // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2004. Vol. 287. P. 1014–1030.
20. **Zuo L., Christofi F.L., Wright V.P., Bao S., Clanton T.L.** Lipoxygenase-dependent superoxide release in skeletal muscle // *J. Appl. Physiol.* 2004. Vol. 97. P. 661–668.
21. **Gong M.C.** N-acetyl-cysteine attenuates the decline in muscle Na⁺, K⁺-pump activity and delays fatigue during prolonged exercise in humans // *J. Physiol.* 2006. Vol. 576. P. 279–288.
22. **Gomez-Cabrera M.C., Domenech E., Viña J.** Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training // *Free Radic. Biol. Med.* 2008. Vol. 44, №2. P. 126–131.
23. **Донцов В.И., Крутько В.Н., Мрикаев Б.М., Уханов С.В.** Активные формы кислорода как система: значение в физиологии, патологии и естественном старении // *Труды ИСА РАН.* 2006. №19. С. 50–69.
24. **Ji L.L.** Modulation of skeletal muscle antioxidant defense by exercise // *Free Radical Biology & Medicine.* 2008. Vol. 44. P. 142–152.
25. **Lawler J.M., Kwak H.B., Song W., Parker J.L.** Exercise training reverses down-regulation of HSP70 and antioxidant enzymes in porcine skeletal muscle after chronic coronary artery occlusion // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2006. Vol. 291. P. 1756–1763.
26. **Radak Z., Chung H.Y., Goto S.** Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise // *Free Radical Biology and Medicine.* 2008. Vol. 44, №2. P. 153–159.
27. **Husain K., Hazelrigg S.R.** Oxidative injury due to chronic nitric oxide synthase inhibition in rat: Effect of regular exercise on the heart // *Biochim. Biophys.* 2002. Acta 1587. P. 75–82.
28. **Murray J.I., Whitfield M.L., Trinklein N.D., Myers R.M., Brown P.O., Botstein D.** Diverse and Specific Gene Expression Responses to Stresses in Cultured Human Cells // *Molecular Biology of the Cell.* 2004. Vol. 15. P. 2361–2374.
29. **McArdle A., van Der Meulen J., Close G.L., Pattwell D., Van Remmen H., Huang T.T., Richardson A.G., Epstein C.J., Faulkner J.A., Jackson M.J.** The role of mitochondrial superoxide dismutase in contraction-induced generation of reactive oxygen species in skeletal muscle extracellular space // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* 2004. Vol. 286. P. 1152–1158.
30. **Ristow M., Zarse K., Oberbach A., Kloting N., Birringer M., Kiehntopf M., Stumvoll M., Kahn C.R., Bluher M.** Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2009. Vol. 106. P. 8665–8670.
31. **Jackson M.J.** Free radicals generated by contracting muscle: by-products of metabolism or key regulators of muscle function? // *Free Radic. Biol. Med.* 2008. Vol. 44. P. 132–141.
32. **Khassaf M., Child R.B., McArdle A., Brodie D.A., Esanu C., Jackson M.J.** Time course of responses of human skeletal muscle to oxidative stress induced by nondamaging exercise // *J. Appl. Physiol.* 2001. Vol. 90. P. 1031–1035.
32. **Upham B.L., Trosko J.E.** Oxidative-dependent integration of signal transduction with intercellular gap junctional communication in the control of gene expression // *Antioxid. Redox Signal.* 2009. Vol. 11. P. 297–307.
33. **Kramer H.F., Goodyear L.J.** Exercise, MAPK, and NF- κ B signaling in skeletal muscle // *J. Appl. Physiol.* 2007. Vol. 103. P. 388–395.
34. **Bakkar N., Guttridge D.C.** NF- κ B signaling: a tale of two pathways in skeletal myogenesis // *Physiol. Rev.* 2010. Vol. 90. P. 495–511.
35. **Kabe Y., Ando K., Hirao S., Yoshida M., Handa H.** Redox regulation of NF- κ B activation: distinct redox regulation between the cytoplasm and the nucleus // *Antioxid. Redox Signal.* 2005. Vol. 7. P. 395–403.
36. **Zhou L.Z., Johnson A.P., Rando T.A.** NF κ B and AP-1 mediate transcriptional responses to oxidative stress in skeletal muscle cells // *Free Radic. Biol. Med.* 2001. Vol. 31. P. 1405–1416.
37. **Irrcher I., Ljubcic V., Hood D.A.** Interactions between ROS and AMP kinase activity in the regulation of PGC-1 α transcription in skeletal muscle cells // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* 2009. Vol. 296. P. 116–123.
38. **Пастухова И.В.** Перспективы использования цитохимических исследований крови в ранней диагностике предпатологических состояний у высококвалифицированных спортсменов // *Спортивная медицина: наука и практика.* 2012. № 4. С. 33–40.
39. **Scarpulla R.C.** Nuclear control of respiratory gene expression in mammalian cells // *J. Cell. Biochem.* 2006. Vol. 97. P. 673–683.
40. **Lin J., Wu H., Tarr P.T., Zhang C.Y., Wu Z., Boss O., Michael L.F., Puigserver P., Isotani E., Olson E.N., Lowell B.B., Bassel-Duby R., Spiegelman B.M.** Transcriptional co-activator PGC-1 α drives the formation of slow-twitch muscle fibres // *Nature.* 2002. Vol. 418. P. 797–801.
41. **Safdar A., Little J.P., Stokl A.J., Hettinga B.P., Akhtar M., Tarnopolsky M.A.** Exercise Increases Mitochondrial PGC-1 α Content and Promotes Nuclear-Mitochondrial Cross-talk to Coordinate Mitochondrial Biogenesis // *The Journal of Biological Chemistry.* 2011. Vol. 286. P. 10605–10617.
42. **Bloor C.M.** Angiogenesis during exercise and training // *Angiogenesis.* 2005. Vol. 8, №3. P. 263–271.
43. **Lehoux S.** Redox signalling in vascular responses to shear and stretch // *Cardiovascular Research.* 2006. Vol. 71, №2. P. 269–279.
44. **Milkiewicz M., Hudlicka O., Verhaeg J., Egginton S., Brown M.D.** Differential expression of Flk-1 and Flt-1 in rat skeletal muscle in response to chronic ischaemia: favourable effect of muscle activity // *Clinical Science.* 2003. Vol. 105, №4. P. 473–482.
45. **Lloyd P.G., Prior B.M., Yang H.T., Terjung R.L.** Angiogenic growth factor expression in rat skeletal muscle in response to exercise training // *American Journal of Physiology.* 2003. Vol. 284, №5. P. 1668–1678.
46. **West X.Z., Malinin N.L., Merkulova A.A.** Oxidative stress induces angiogenesis by activating TLR2 with novel endogenous ligands // *Nature.* 2010. Vol. 467, №7318. P. 972–976.
47. **Bodine S.C., Stitt T.N., Gonzalez M.** Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo // *Nature Cell Biology.* 2001. Vol. 3, №11. P. 1014–1019.
48. **Scheele C., Nielsen S., Pedersen B.K.** ROS and myokines promote muscle adaptation to exercise // *Trends in Endocrinology and Metabolism.* 2009. Vol. 20, №3. P. 95–99.
49. **Barbieri E., Sestili P.** Reactive oxygen species in skeletal muscle signaling // *Journal of Signal Transduction.* 2012. P. 2012–2017.
50. **Handayaningsih A.E., Iguchi G., Fukuoka H.** Reactive oxygen species play an essential role in IGF-I signaling and IGF-I-induced myocyte hypertrophy in C2C12 myocytes // *Endocrinology.* 2011. Vol. 152, №3. P. 912–921.
51. **Armand A.S., Lécolle S., Launay T., Pariset C., Fiore F., Della Gaspera B., Birnbaum D., Chanoine C., Charbonnier F.** IGF-

II is up-regulated and myofibres are hypertrophied in regenerating soleus of mice lacking FGF6 // *Exp. Cell Res.* 2004. Vol. 297, №1. P. 27–38.

52. **Gomes E.C., Silva A.N., de Oliveira M.R.** Oxidants, Antioxidants, and the Beneficial Roles of Exercise-Induced Production of Reactive Species // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2012. P. 12.

53. **Kosmidou I., Vassilakopoulos T., Xagorari A., Zakynthinos S., Papapetropoulos A., Roussos C.** Production of interleukin-6 by skeletal myotubes: role of reactive oxygen species // *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*. 2002. Vol. 26, №5. P. 587–593.

54. **Clausen T.** Na⁺-K⁺ pump regulation and skeletal muscle contractility // *Physiol. Rev.* 2003. Vol. 83. P. 1269–1324.

55. **Nielsen J.J., Mohr M., Klarskov C., Kristensen M., Krstrup P., Juel C., Bangsbo J.** Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle // *J. Physiol.* 2004. Vol. 554. P. 857–870.

56. **Supinski G.S., Callahan L.A.** Free radical-mediated skeletal muscle dysfunction in inflammatory conditions // *J. Appl. Physiol.* 2007. Vol. 102. P. 2056–2063.

57. **Coombes J.S., Powers S.K., Rowell B., Hamilton K.L., Dodd S.L., Shanely R.A., Sen C.K., Packer L.** Effects of vitamin E and alpha-lipoic acid on skeletal muscle contractile properties // *J. Appl. Physiol.* 2001. Vol. 90. P.1424–1430.

58. **Moopanar T.R., Allen D.G.** Reactive oxygen species reduce myofibrillar Ca²⁺ sensitivity in fatiguing mouse skeletal muscle at 37 degrees C // *J. Physiol.* 2005. Vol. 564. P. 189–199.

59. **Matuszczak Y., Farid M., Jones J., Lansdowne S., Smith M.A., Taylor A.A., Reid M.B.** Effects of N-acetylcysteine on glutathione oxidation and fatigue during handgrip exercise // *Muscle Nerve*. 2005. Vol. 32. P. 633–638.

60. **McKenna M.J., Medved I., Goodman C.A., Brown M.J., Bjorksten A.R., Murphy K.T., Petersen A.C., Sostaric S., Gong X.** N-acetyl-cysteine attenuates the decline in muscle Na⁺, K⁺-pump activity and delays fatigue during prolonged exercise in humans // *J. Physiol.* 2006. Vol. 576. P. 279–288.

61. **Корытко З.И.** Оптимизация функциональных возможностей и работоспособности в экстремальных условиях путем использования растительной композиции // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2013. № 3. С. 16–21.

62. **Powers S.K., Talbert E.E., Adhietty P.J.** Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle // *The Journal of Physiology*. 2011. Vol. 589. P. 2129–2138.

References:

1. **Zuo L, Shiah A, Roberts WJ, Chien MT, Wagner PD, Hogan MC.** Low PO₂ conditions induce reactive oxygen species formation during contractions in single skeletal muscle fibers. *Am. J. of Physiology*. 2013;304:1009–1016.

2. **Achkasov EE, Bezuglov EN, Yardoshvili AE, Usmanova EM, Burova MYu, Karlitskiy IN, Patrina EV.** Vliyanie energii singletnogo kisloroda na skorost vosstanovleniya posle maksimalnoy fizicheskoy raboty u futbolistov yunogo vozrasta. *Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina*. 2012;(4):24–28.

3. **Powers SK, Jackson MJ.** Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*. 2008;88(4):1243–1276.

4. **Smith MA, Reid MB.** Redox modulation of contractile function in respiratory and limb skeletal muscle. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2006;151:229–241.

5. **Bazarin KP, Titova NM, Kuznetsov SA.** Dinamika pokazateley antioksidantnogo statusa u sportmenov, chlenov komand po sportivnomu orientirovaniyu. *Vestnik VSNTS SO RAMN*. 2013;(5):9–12.

6. **Anderson EJ, Neuffer PD.** Type II skeletal myofibres possess unique properties that potentiate mitochondrial H₂O₂ generation. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* 2006;290:844–851.

7. **Tanskanen M, Atalay M, Uusitalo A.** Altered oxidative stress in overtrained athletes. *J. Sports Sci.* 2010;28(3):309–317.

8. **Wang TA, Yu YV, Govindaiah G, Ye X, Artinian L, Coleman TP, Sweedler JV, Cox CL, Gillette MU.** Circadian Rhythm of Redox State Regulates Excitability in Suprachiasmatic Nucleus Neurons. *Science*. 2012;337:839–842.

9. **Xu X, Arriaga EA.** Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydroethidine. *Free Radical Biology and Medicine*. 2009;46(7):905–913.

10. **Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL.** Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32(9):1576–1581.

11. **Halliwell B, Gutteridge JMC.** *Free Radicals in Biology and Medicine*. New York, Oxford University Press, 2007. 888 p.

12. **Savchenko AA, Bazarin KP.** Sostoyanie aktivnosti NAD i NADF-zavisimikh degidrogenaz v neutrofilnikh granulotsitakh u sportmenov v dinamike trenirovochnogo kursa. *Jurnal Sibirskogo federalnogo universiteta. Biologiya*. 2013;(6):151–162.

13. **Ramel A, Wagner KH, Elmadfa I.** Correlations between plasma noradrenaline concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men. *British Journal of Sports Medicine*. 2004;38(5):22.

14. **Babior BM, Lambeth JD, Nauseef W.** The neutrophil NADPH oxidase. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2002;397(2):342–344.

15. **Ghimire LV, Kohli U, Li C.** Catecholamine pathway gene variation is associated with norepinephrine and epinephrine concentrations at rest and after exercise. *Pharmacogenet. Genomics*. 2012;22(4):254–260.

16. **Muller FL, Liu Y, Van Remmen H.** Complex III releases superoxide to both sides of the inner mitochondrial membrane. *Journal of Biological Chemistry*. 2004;279(47):49064–49073.

17. **Pattwell DM, McArdle A, Morgan JE, Patridge TA, Jackson MJ.** Release of reactive oxygen and nitrogen species from contracting skeletal muscle cells. *Free Radic. Biol. Med.* 2004;37:1064–1072.

18. **Espinosa A, Leiva A, Pena M, Muller M, Debandi A, Hidalgo C, Carrasco MA, Jaimovich E.** Myotube depolarization generates reactive oxygen species through NAD(P)H oxidase; ROS-elicited Ca²⁺ stimulates ERK, CREB, early genes. *J. Cell Physiol.* 2006;209:379–388.

19. **Li JM, Shah AM.** Endothelial cell superoxide generation: regulation and relevance for cardiovascular pathophysiology. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2004;287:1014–1030.

20. **Zuo L, Christofi FL, Wright VP, Bao S, Clanton TL.** Lipoxygenase-dependent superoxide release in skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 2004;97:661–668.

21. **Gong MC.** N-acetyl-cysteine attenuates the decline in muscle Na⁺, K⁺-pump activity and delays fatigue during prolonged exercise in humans. *J. Physiol.* 2006;576:279–288.

22. **Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Viña J.** Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radic. Biol. Med.* 2008;44(2):126–131.

23. **Dontsov VI, Krutko VN, Mrikaev BM, Ukhanov SV.** Aktivnye formy kisloroda kak sistema: zhashenie v fiziologii, patologii i estestvennom starenii. Trudy ISA RAN. 2006;(19):50–69.
24. **Ji LL.** Modulation of skeletal muscle antioxidant defense by exercise. *Free Radical Biology & Medicine*. 2008;44:142–152.
25. **Lawler JM, Kwak HB, Song W, Parker JL.** Exercise training reverses down-regulation of HSP70 and antioxidant enzymes in porcine skeletal muscle after chronic coronary artery occlusion. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2006;291:1756–1763.
26. **Radak Z, Chung HY, Goto S.** Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Radical Biology and Medicine*. 2008;44(2):153–159.
27. **Husain K, Hazelrigg SR.** Oxidative injury due to chronic nitric oxide synthase inhibition in rat: Effect of regular exercise on the heart. *Biochim.Biophys.* 2002; Acta 1587: 75–82.
28. **Murray JI, Whitfield ML, Trinklein ND, Myers RM, Brown PO, Botstein D.** Diverse and Specific Gene Expression Responses to Stresses in Cultured Human Cells. *Molecular Biology of the Cell*. 2004;15:2361–2374.
29. **McArdle A, van Der Meulen J, Close GL, Pattwell D, Van Remmen H, Huang TT, Richardson AG, Epstein CJ, Faulkner JA, Jackson MJ.** The role of mitochondrial superoxide dismutase in contraction-induced generation of reactive oxygen species in skeletal muscle extracellular space. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* 2004;286:1152–1158.
30. **Ristow M, Zarse K, Oberbach A, Klotting N, Birringer M, Kiehntopf M, Stumvoll M, Kahn CR, Bluher M.** Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2009;106:8665–8670.
31. **Jackson MJ.** Free radicals generated by contracting muscle: by-products of metabolism or key regulators of muscle function? *Free Radic. Biol. Med.* 2008;44:132–141.
32. **Khassaf M, Child RB, McArdle A, Brodie DA, Esanu C, Jackson MJ.** Time course of responses of human skeletal muscle to oxidative stress induced by nondamaging exercise. *J. Appl. Physiol.* 2001;90:1031–1035.
32. **Upham BL, Trosko JE.** Oxidative-dependent integration of signal transduction with intercellular gap junctional communication in the control of gene expression. *Antioxid. Redox Signal.* 2009;11:297–307.
33. **Kramer HF, Goodyear LJ.** Exercise, MAPK, and NF- κ B signaling in skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 2007;103:388–395.
34. **Bakkar N, Guttridge DC.** NF- κ B signaling: a tale of two pathways in skeletal myogenesis. *Physiol. Rev.* 2010;90:495–511.
35. **Kabe Y, Ando K, Hirao S, Yoshida M., Handa H.** Redox regulation of NF- κ B activation: distinct redox regulation between the cytoplasm and the nucleus. *Antioxid. Redox Signal.* 2005;7:395–403.
36. **Zhou LZ, Johnson AP, Rando TA.** NF κ B and AP-1 mediate transcriptional responses to oxidative stress in skeletal muscle cells. *Free Radic. Biol. Med.* 2001;31:1405–1416.
37. **Irrcher I, Ljubicic V, Hood DA.** Interactions between ROS and AMP kinase activity in the regulation of PGC-1 α transcription in skeletal muscle cells. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* 2009;296:116–123.
38. **Pastukhova IV.** Prospects for the use of cytochemical studies of blood in the early diagnosis prepathological conditions in elite athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2012;(4):33–40 (in Russian).
39. **Scarpulla RC.** Nuclear control of respiratory gene expression in mammalian cells. *J. Cell. Biochem.* 2006;97:673–683.
40. **Lin J, Wu H, Tarr PT, Zhang CY, Wu Z, Boss O, Michael LF, Puigserver P, Isotani E, Olson EN, Lowell BB, Bassel-Duby R, Spiegelman BM.** Transcriptional co-activator PGC-1 α drives the formation of slow-twitch muscle fibres. *Nature*. 2002;418:797–801.
41. **Safdar A, Little JP, Stokl A., Hettinga BP, Akhtar M, Tarnopolsky MA.** Exercise Increases Mitochondrial PGC-1 α Content and Promotes Nuclear-Mitochondrial Cross-talk to Coordinate Mitochondrial Biogenesis. *The Journal of Biological Chemistry*. 2011;286:10605–10617.
42. **Bloor CM.** Angiogenesis during exercise and training. *Angiogenesis*. 2005;8(3):263–271.
43. **Lehoux S.** Redox signalling in vascular responses to shear and stretch. *Cardiovascular Research*. 2006;71(2):269–279.
44. **Milkiewicz M, Hudlicka O, Verhaeg J, Egginton S, Brown MD.** Differential expression of Flk-1 and Flt-1 in rat skeletal muscle in response to chronic ischaemia: favourable effect of muscle activity. *Clinical Science*. 2003;105(4):473–482.
45. **Lloyd PG, Prior BM, Yang HT, Terjung RL.** Angiogenic growth factor expression in rat skeletal muscle in response to exercise training. *American Journal of Physiology*. 2003;284(5):1668–1678.
46. **West XZ, Malinin NL, Merkulova AA.** Oxidative stress induces angiogenesis by activating TLR2 with novel endogenous ligands. *Nature*. 2010;467(7318):972–976.
47. **Bodine SC, Stitt TN, Gonzalez M.** Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature Cell Biology*. 2001;3(11):1014–1019.
48. **Scheele C, Nielsen S, Pedersen BK.** ROS and myokines promote muscle adaptation to exercise. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. 2009;20(3):95–99.
49. **Barbieri E, Sestili P.** Reactive oxygen species in skeletal muscle signaling. *Journal of Signal Transduction*. 2012:2012–2017.
50. **Handayaningsih AE, Iguchi G, Fukuoka H.** Reactive oxygen species play an essential role in IGF-I signaling and IGF-I-induced myocyte hypertrophy in C2C12 myocytes. *Endocrinology*. 2011;152(3):912–921.
51. **Armand AS, Lécolle S, Launay T, Pariset C, Fiore F, Della Gaspera B, Birnbaum D, Chanoine C, Charbonnier F.** IGF-II is up-regulated and myofibres are hypertrophied in regenerating soleus of mice lacking FGF6. *Exp. Cell Res.* 2004;297(1):27–38.
52. **Gomes EC, Silva AN, de Oliveira MR.** Oxidants, Antioxidants, and the Beneficial Roles of Exercise-Induced Production of Reactive Species. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2012:12.
53. **Kosmidou I, Vassilakopoulos T, Xagorari A, Zakynthinos S, Papapetropoulos A, Roussos C.** Production of interleukin-6 by skeletal myotubes: role of reactive oxygen species. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*. 2002;26(5):587–593.
54. **Clausen T.** Na⁺-K⁺ pump regulation and skeletal muscle contractility. *Physiol. Rev.* 2003;83:1269–1324.
55. **Nielsen JJ, Mohr M, Klarskov C, Kristensen M, Krstrup P, Juel C, Bangsbo J.** Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. *J. Physiol.* 2004;554:857–870.
56. **Supinski GS, Callahan LA.** Free radical-mediated skeletal muscle dysfunction in inflammatory conditions. *J. Appl. Physiol.* 2007;102:2056–2063.
57. **Coombes JS, Powers SK, Rowell B, Hamilton KL, Dodd SL, Shanely RA, Sen CK, Packer L.** Effects of vitamin E and alpha-lipoic acid on skeletal muscle contractile properties. *J. Appl. Physiol.* 2001;90:1424–1430.
58. **Moopanar TR, Allen DG.** Reactive oxygen species reduce myofibrillar Ca²⁺ sensitivity in fatiguing mouse skeletal muscle at 37 degrees C. *J. Physiol.* 2005;564:189–199.

59. Matuszczak Y, Farid M, Jones J, Lansdowne S, Smith MA, Taylor AA, Reid MB. Effects of N-acetylcysteine on glutathione oxidation and fatigue during handgrip exercise. *Muscle Nerve*. 2005;32:633–638.

60. McKenna MJ, Medved I, Goodman CA, Brown MJ, Bjorksten AR, Murphy KT, Petersen AC, Sostaric S, Gong X. N-acetyl-cysteine attenuates the decline in muscle Na⁺, K⁺-pump activity and delays fatigue during prolonged exercise in humans. *J. Physiol*. 2006;576:279–288.

61. Korytko ZI. Optimization functionality and performance in extreme conditions by using a composition of vegetable. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* (Sports medicine: research and practice). 2013;(3):16–21 (in Russian).

62. Powers SK, Talbert EE, Adhietty PJ. Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle. *The Journal of Physiology*. 2011;589:2129–2138.

Ответственный за переписку:

Базарин Кирилл Петрович – директор Интеграционно-го научно-технологического центра физической культуры и спорта ФГАОУ ВПО Сибирского федерального университета Минобрнауки России, к.м.н.

Тел.: +7(391)271-31-22

E-mail: kpbazarin@gmail.com

Дата поступления статьи в редакцию: 16.01.2014

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



В теоретической части книги представлены сведения об изменениях параметров сердечно-сосудистой системы (ударного и минутного объема крови, частоты сердечных сокращений, артериального давления, электрокардиограммы) и показателей внешнего дыхания под влиянием физической нагрузки. В разделе энергетике мышечной деятельности описаны аэробные и анаэробные механизмы энергообеспечения мышечной деятельности, представлены прямые и косвенные методы определения максимального потребления кислорода, даются практические рекомендации спортсменам и лицам, занимающимся оздоровительной физической культурой, для распределения выполняемой тренировочной нагрузки по степени интенсивности на тренировочные зоны. Представлены общие требования к выполняемой дозированной физической нагрузке по величине, продолжительности и виду выполняемой физической нагрузки, а также основные положения методики проведения тестов с дозированной физической нагрузкой.

В практической части книги даются рекомендации по проведению тестов с дозированной субмаксимальной и максимальной физической нагрузкой спортсменами разных видов спорта и разного уровня спортивного мастерства, а также занимающимся оздоровительной физической культурой, на велоэргометрах, беговой дорожке, гребном эргометре и при выполнении степ-теста. Даются многочисленные примеры расчета и оценки определяемых функциональных показателей и практические рекомендации по проведению заключительной оценки результатов выполненного теста.

Книга обращена к спортивным врачам, использующим дозированные физические нагрузки при обследовании спортсменов и лиц,

занимающихся оздоровительной физической культурой, а также тренерам, спортсменам и физкультурникам, получающим информацию об особенностях адаптации организма к дозированным физическим нагрузкам, что облегчает понимание полученных результатов проведенного обследования.

Книги можно заказать в редакции журнала по телефону: 8 (499) 248-48-44 или по e-mail: sportmed@lenta.ru

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ОБЩЕЙ ГЕМОГЛОБИНОВОЙ МАССЫ И ОБЪЕМА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ МЕТОДОМ ВОЗВРАТНОГО ДЫХАНИЯ МОНООКСИДОМ УГЛЕРОДА В КОНТЕКСТЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

И. Е. ЗЕЛЕНКОВА, С. В. ЗОТКИН, А. А. ГРУШИН

Инновационный центр Олимпийского комитета России, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Зеленкова Ирина Евгеньевна – ведущий специалист Инновационного центра Олимпийского комитета России.

Зоткин Сергей Викторович – руководитель Инновационного центра Олимпийского комитета России.

Грушин Александр Алексеевич – руководитель управления по формированию мероприятий по научно-методическому обеспечению спортивной подготовки Олимпийского комитета России.

prac Tical approach of To Tal haemoglobin mass
and blood volume measuremen T wi Th carbon monoxide
rebir Thing meThod in rouTine Training pracTice

I. E. ZELENKOVA, S. V. ZOTKIN, A. A. GRUSHIN

Russian Olympic Committee Innovation Center, Moscow, Russia

Information about the authors:

Irina Zelenkova – *Leading Expert of the Russian Olympic Committee Innovation Center.*

Sergey Zotkin – *Head of the Russian Olympic Committee Innovation Center.*

Aleksandr Grushin – *Head of the Formation for Scientific and Methodological Support of Sports Training in the Russian Olympic Committee.*

Цель обзора – рассмотреть преимущества нового метода измерения общей гемоглобиновой массы (tHb-mass) и ключевые аспекты использования оценки динамики данного показателя в контексте тренировочного процесса. В связи с тем, что концентрация гемоглобина не всегда корректно отражает абсолютные значения данного показателя и его динамику, для определения абсолютных значений гемоглобина целесообразно использовать методы, которые позволяют избежать влияния изменения объема циркулирующей крови на регистрируемый показатель. Сегодня, благодаря работам W. Schmidt и N. Prommer, метод определения общей гемоглобиновой массы и объема циркулирующей крови с помощью монооксида углерода стал доступен для использования в рутинной практике спортивной медицины и физиологии. Показатель tHb-mass отражает общее количество гемоглобина и является достаточно стабильным показателем в отличие от концентрации гемоглобина и уровня гематокрита. Сам показатель общей гемоглобиновой массы имеет высокую корреляцию с максимальным потреблением кислорода. Такие параметры как общая гемоглобиновая масса и объем циркулирующей крови являются факторами, влияющими на аэробную работоспособность, и их измерение целесообразно с целью определения следующих параметров: определение текущей тренировочной формы и предсказание спортивного результата, оценка эффективности гипоксических тренировок, выявление спортсменов отвечающих и не отвечающих на стандартное гипоксическое воздействие, выявление предрасположенности у подростков к циклическим видам спорта, отслеживание применения запрещенных препаратов и манипуляций.

Ключевые слова: общая гемоглобиновая масса; объем циркулирующей крови; аэробная работоспособность; гипоксическая тренировка.

Haemoglobin is one of the crucial important proteins in oxygen transport that contains in the red blood cells and its level is important for endurance exercise. With the standart biochemistry test sometimes it is not possible to measure the amount of haemoglobin and precise its changes. Total haemoglobin mass (tHb-mass) refers to the total amount of Hb within the body, irrespective of compartmental fluid volumes. There is a strong relationship between tHb-mass and maximal oxygen uptake. A 1 g increase in tHb-mass results in an increase in maximal oxygen uptake of approximately 4 ml/min. This fact shows that tHb-mass may also be closely related to endurance performance. tHb-mass and blood volume is useful to measure to understand current level of performance, individual response to hypoxia, talent identification in young athletes and for detect blood doping. The aim of the present review was to discuss advantages of new method and elucidate the main points how this method can be applied to routine training practice.

Key words: total haemoglobin mass; blood volume; maximal oxygen uptake; hypoxic training.

Введение

Доставка кислорода к работающим мышцам и его утилизация являются ведущими факторами, ограничивающими аэробную работоспособность. У спортсменов, тренирующих аэробные возможности, по сравнению с нетренированными людьми, наблюдается увеличение параметров общей гемоглибиновой массы (tHb-mass) и объема циркулирующей крови (ОЦК) [1]. Оценка данных показателей является актуальным вопросом для спортсменов, тренирующих аэробные возможности. До 2005 года методика оценки tHb-mass и ОЦК была достаточно сложной и трудоемкой, что делало невозможным проводить регулярные измерения, особенно в процессе учебно-тренировочных сборов. В 2005 году немецкими физиологами W. Schmidt и N. Prommer был представлен «оптимизированный» метод определения tHb-mass и ОЦК с использованием болюсного введения монооксида углерода [2].

Показатель общей гемоглибиновой массы отражает общее количество циркулирующего гемоглобина и является достаточно стабильным показателем у высококвалифицированных спортсменов в отличие от концентрации гемоглобина и уровня гематокрита [3]. Сам показатель общей гемоглибиновой массы имеет высокую корреляцию с максимальным потреблением кислорода (МПК). Таким образом, определение динамики tHb-mass и ОЦК на протяжении всего периода подготовки информативно для определения текущего уровня аэробной работоспособности, предсказания спортивного результата, внесения корректировок в тренировочный план. При включении в тренировочный процесс учебно-тренировочных сборов в условиях среднегорья и дополнительного гипоксического воздействия с использованием нормобарической гипоксии наиболее точно определить эффект, выявить спортсменов отвечающих и не отвечающих на стандартное гипоксическое воздействие, возможно с помощью измерения данных параметров. Также оценка tHb-mass и ОЦК помогает производить отбор «талантов», позволяя выявить подростков с предрасположенностью к циклическим видам спорта. Наконец измерение tHb-mass активно применяется с целью отслеживания применения кровяного допинга и использования рекомбинантного эритропоэтина.

В чем преимущество измерения общей гемоглибиновой массы?

Основные параметры (классические) определения кислород-транспортной емкости крови – измерение концентрации гемоглобина и уровень гематокрита. Но при измерении этих параметров есть целый ряд недостатков, которые могут повлиять на корректность результатов. Концентрация гемоглобина сильно зависит от объема циркулирующей крови, что в свою очередь может приводить к некорректным результатам и не позволяет измерить абсолютные значения (рис. 1) [3, 4].

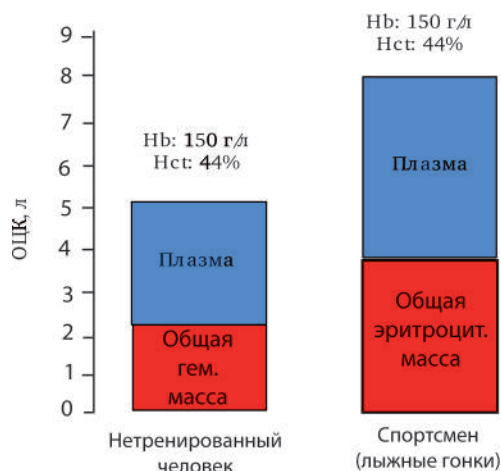


Рис. 1. Схематичное изображение отношения общей гемоглибиновой массы к объему плазмы

Уровень гематокрита также является очень лабильным показателем и зависит от изменения объема плазмы. На рисунке 2 представлен график изменения уровня гематокрита после выпитого литра соленой воды на протяжении 75 минут.

Показатель общей гемоглибиновой массы является более стабильным показателем, характеризующий кислород-транспортные функции крови и, в отличие от концентрации гемоглобина и гематокрита, имеет высокую корреляцию с показателем МПК [1, 6].

Метод измерения общей гемоглибиновой массы

Идея использовать свойство монооксида углерода (СО) (его высокое сродство с гемоглибином) для определения общей гемоглибиновой массы впервые возникла в 1882 году [7]. Но на тот момент она не могла быть реализована на практике в связи с отсутствием газоанализаторов для определения концентрации монооксида углерода в артериальной крови. Только в 1980-х годах с развитием СО-оксиметрии, был разработан первый метод для определения общей гемоглибиновой массы и объема циркулирующей крови с использованием монооксида углерода [8]. Позднее в 1995 году специалистами университета в г. Мельбурне метод определения tHb-mass и ОЦК был усовершенствован и опубликован [9].

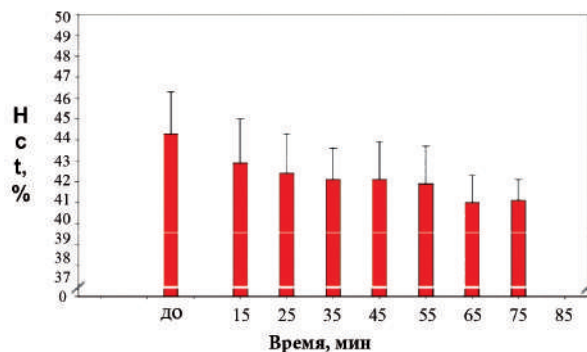


Рис. 2. Влияние одного выпитого литра соленой воды на уровень гематокрита [5]

В основе всех методов определения tHb-mass и ОЦК лежит принцип разведения газов [10]: вначале необходимо определить исходную концентрацию карбоксигемоглобина (HbCO), затем в замкнутый контур подается известный объем CO, который распределяется по организму. После распределения CO по организму производят повторное измерение концентрации HbCO. Показатель общей гемоглобиновой массы рассчитывается на основании известного нам объема CO и изменения концентрации HbCO в крови после возвратного дыхания. Метод возвратного дыхания, предложенный С.

Burge и S. Skinner – точный метод определения показателя общей гемоглобиновой массы без побочных эффектов для испытуемого [9, 11]. Однако основные недостатки этого метода – дыхание в замкнутом контуре в течение 10 минут, необходимость постановки катетера в локтевую вену для забора проб для анализа HbCO, что сделало невозможным внедрение данного метода в повседневную практику спортивной медицины и физиологии. В 2005 году немецкими физиологами W. Schmidt и N. Prommer был представлен «оптимизированный метод» определения tHb-mass и ОЦК [2]. Для этого метода был разработан специальный спирометр и изменен протокол исследования (рис. 3).

Основными преимуществами данного метода стало снижение времени возвратного дыхания с 10 минут до двух и определение концентрации HbCO с использованием капиллярной крови. Пробу берут непосредственно до исследования, на шестой и восьмой минутах после процедуры возвратного дыхания. По данным ряда публикаций, при корректном выполнении всех тестовых процедур ошибка данного метода составляет 1,1–2% [12]. Таким образом, «оптимизированный метод» определения t-Hb-mass и ОЦК является наиболее удобным и доступным из всех существующих на сегодняшний день

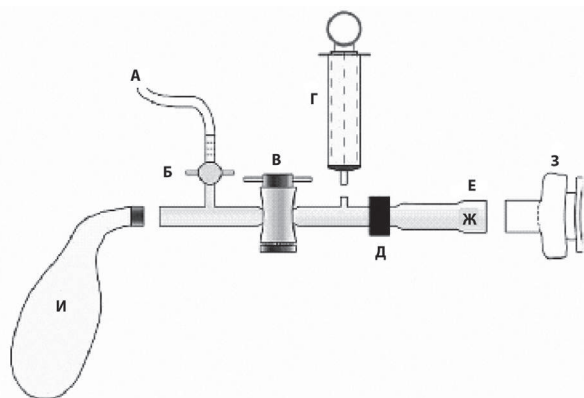


Рис. 3. Спирометр, используемый для «оптимизированного метода» определения общей гемоглобиновой массы и объема циркулирующей крови. А – O₂ канал, Б – клапан для O₂, В – Клапан O₂ резервуара, Г – шприц CO, Д – рукав, Е – адаптер для соединения спирометра и загубника, Ж – контейнер для адсорбента углекислоты, З – загубник, И – резервуар O₂ [2]

методов, позволяет производить регулярные измерения даже в условиях учебно-тренировочных сборов, является легко воспроизводимым, и при аккуратном выполнении дает незначительную погрешность измерения.

Влияние общей гемоглобиновой массы на аэробную работоспособность

Один из наиболее сложных вопросов спортивной физиологии – это определение факторов, ограничивающих аэробную работоспособность. К факторам, которые могут ограничить доставку кислорода и в последствии МПК относятся: легочно-диффузионная способность, максимальный сердечный выброс, кислород-транспортная функция крови, характеристики скелетных мышц [13]. Таким образом, доставка кислорода к работающим мышцам является одним из факторов, ограничивающим аэробную работоспособность [14–16]. Гемоглобин – кислород-транспортный белок (1 г гемоглобина может переносить 1,39 мл кислорода), который определяет содержание кислорода в артериальной крови. В целом ряде исследований, опубликованных в peer-reviewed (рецензируемых) журналах, была показана высокая корреляция показателя общей гемоглобиновой массы и максимального потребления кислорода (рис. 4) [1, 17, 18]. В этих исследованиях все испытуемые выполняли максимальный тест со ступенчато-повышающейся нагрузкой по схожему протоколу. В исследовании W. Schmidt и N. Prommer корреляция между максимальным потреблением кислорода и показателем общей гемоглобиновой массы составила $r=0.97$ ($p<0,05$), а изменение общей гемоглобиновой массы на 1 г/кг привело к изменению максимального потребления кислорода на 4,4 мл/кг/мин [1]. При этом взаимосвязи между концентрацией гемоглобина, гематокрита и показателями максимального потребления кислорода найдено не было.

Увеличение общей гемоглобиновой массы может влиять на МПК двумя способами: 1. Прирост общей гемоглобиновой массы и увеличение объема плазмы крови приводят (между этими двумя показателями существует линейная зависимость) к увеличению сердечного

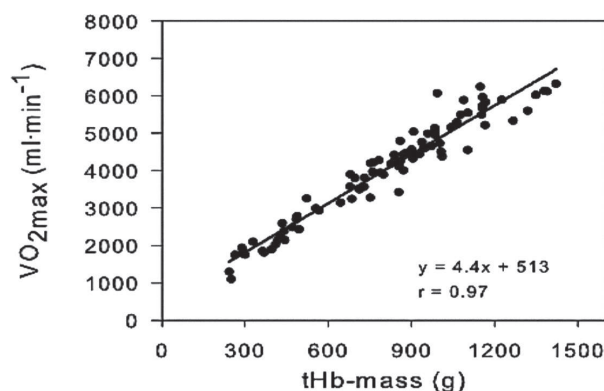


Рис. 4. Зависимость между максимальным потреблением кислорода и общей гемоглобиновой массой [1]

выброса; 2. Изменение кислород-транспортной емкости крови [1].

Высокая корреляция общей гемоглобиновой массы и МПК позволяют сделать два очень важных вывода: высокий показатель tHb-mass является предпосылкой для высокого МПК [1, 19], а увеличение tHb-mass приводит к увеличению МПК и, возможно, спортивного результата.

Факторы, влияющие на изменение гемоглобиновой массы

Общая гемоглобиновая масса является достаточно стабильным показателем у высококвалифицированных спортсменов. При этом по популяции у спортсменов, тренирующих выносливость, показатель общей гемоглобиновой на 40% выше, чем у нетренированных людей [1, 18] (рис. 5).

Тренировка

Целым рядом исследований было показано отсутствие статистически значимых изменений показателя tHb-mass при тренировках аэробной направленности у высококвалифицированных спортсменов (старше 20 лет) во время учебно-тренировочного сбора [20]. На протяжении года колебания данного показателя у высококвалифицированных спортсменов были незначительные и составили около 2,2%, включая соревновательный период и период восстановления [21]. Также в течение нескольких лет тренировок в нормоксических условиях значимого изменения tHb-mass показано не было [22]. Важно заметить, что у части спортсменов в возрасте от 16–19 лет наблюдается значимое увеличение tHb-mass, но до конца нельзя ответить на вопрос, что вносит наибольший вклад в прирост общей гемоглобиновой массы в данный период (тренировки или генетическая предрасположенность), но можно говорить о том, что метод определения tHb-mass возможно использовать для вы-

явления предрасположенности у подростков к циклическим видам спорта.

Какие факторы влияют на изменение общей гемоглобиновой массы?

На показатель общей гемоглобиновой массы влияет целый ряд факторов: уровень железа, травма/воспаление, кровяной допинг и применение рекомбинантного эритропоэтина, гипоксические тренировки [1, 3, 17, 22–29] (рис. 6).

Травма/воспаление. При травмах снижение гемоглобиновой массы происходит достаточно быстро. S. Kjellberg с соавторами показал, что уже на 10 день после травмы (перелом ноги) наблюдается значительное снижение tHb-mass (на 15%), которое сохраняется на протяжении 1,5 месяцев [30]. O. Schumacher с соавторами также показал снижение tHb-mass на 14% после четырехнедельной иммобилизации у спортсмена перенесшего дорожно-транспортное происшествие [26]. Болезнь, которая сопровождается повышением температуры, также приводит к снижению tHb-mass, что было показано на спортсменах национальной немецкой сборной по плаванию [31].

Железодефицитная анемия. Гемоглобиновая масса очень чувствительна к изменению запасов железа, что было показано в ряде исследований. Кейс-репорт, опубликованный G. Treff, говорит о 27,6% снижении гемоглобиновой массы и МПК у высококвалифицированного гребца при железодефицитной анемии [25].

Кровяной допинг и рекомбинированный ЭПО (rHuEPO). Другой фактор, оказывающий значительное влияние на гемоглобиновую массу – кровяной допинг. При кровяном допинге степень изменений tHb-mass напрямую зависит от объема перелитой крови. В одном стандартном пакете с эритроцитарной массой содержится 60г Hb-mass [32]. Например, при переливании одного пакета эритроцитарной массы спортсмену с tHb-mass 900г прирост данного показателя составляет 6–7% [1]. rHuEPO также приводит к увеличению tHb-mass. С. Lundby с соавторами показали, что четырехнедельный курс инъекций rHuEPO приводит к увеличению tHb-mass на 92г (9,6%) [33]. Таким образом, в данный момент метод определения tHb-mass рассматривается Всемирным антидопинговым агентством (WADA) как один из методов детекции использования кровяного допинга и rHuEPO.

Гипоксические тренировки. Наиболее эффективными и легальными методами увеличения tHb-mass являются тренировки в условиях среднегорья или использование нормобарической гипоксии. Существуют различные методики гипоксических тренировок: «Live High – Train Low» (LHTL) (живи высоко – тренируйся на уровне моря), «Live High – Train High» (LHTH) (живи высоко – тренируйся высоко), «Live High – Train Middle» (LHTM) (живи высоко – тренируйся в среднегорье) и др. Модель гипоксической тренировки LHTL, которая

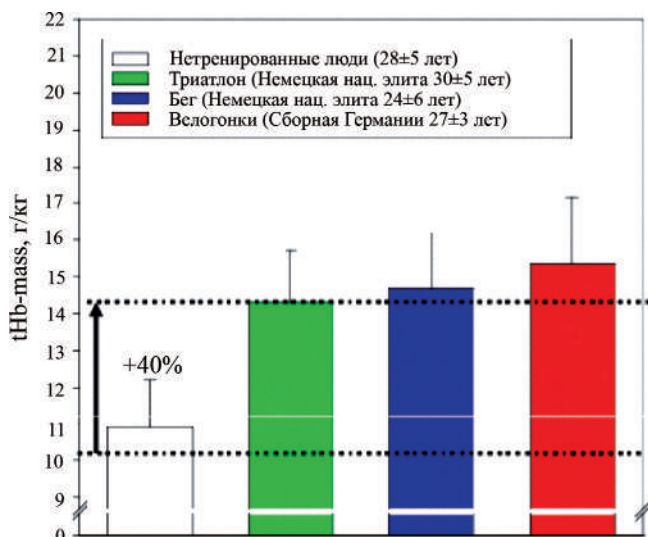


Рис. 5. Показатель общей гемоглобиновой массы в зависимости от спортивной специализации [18]

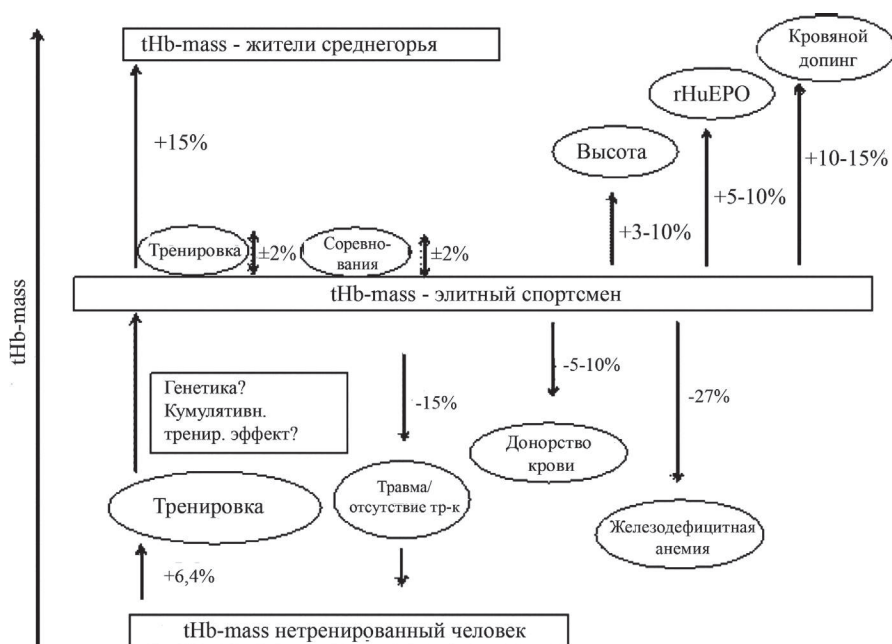


Рис. 6. Схематическое изображение факторов, влияющих на показатель общей гемоглобиновой массы

была впервые апробирована Levine B. и Stray-Gunderson J., на сегодняшний день является наиболее эффективной для увеличения tHb-mass и повышения аэробной работоспособности [34]. Эта методика подразумевает проживание спортсменов в условиях среднегорья (выше 2500 метров над уровнем моря) и выполнение тренировочных нагрузок в условиях равнины, что позволяет выполнять большие тренировочные объемы и нагрузки высокой интенсивности. Причем ключевым моментом при использовании методики LHTL является высота экспозиции (выше 2100 метров над уровнем моря), длительность пребывания более 21 дня и время пребывания в условиях гипоксии 12-14 часов в день [23, 35, 36, 37].

Таким образом, оценка динамики общей гемоглобиновой массы и ОЦК методом возвратного дыхания монооксидом углерода целесообразно использовать на протяжении всего периода подготовки спортсменов различной квалификации с целью оценки текущего уровня работоспособности, выявления предрасположенности у подростков к циклическим видам спорта и оценки эффективности использования гипоксической тренировки.

Список литературы:

1. Schmidt W., Prommer N. Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO₂max // *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2010. Vol. 38, №2. P. 68–75.
2. Schmidt W., Prommer N. The optimised CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely // *Eur J Appl Physiol.* 2005. Vol. 95, №5–6. P. 486–495.
3. Schumacher Y.O., Pottgiesser T., Ahlgrim C., Ruthardt S., Dickhuth H.H., Roecker K. Haemoglobin mass in cyclists during stage racing // *Int. J. Sports Med.* 2009. Vol. 49, №4. P. 364–371.

4. Convertino V.A. Blood volume: its adaptation to endurance training // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1991. Vol. 23, №12. P. 1338–1348.
5. Schmidt W., Biermann B., Winchenbach P., Lison S., Böning D. How valid is the determination of hematocrit values to detect blood manipulations? // *Int. J. Sports Med.* 2000. Vol. 21, №2. P. 133–138.
6. Gledhill N. The influence of Altered Blood Volume and Oxygen Transport Capacity on Aerobic Performance // *Exercise and Sports Science Reviews.* 1985. Vol. 13. P. 75–93.
7. Grehant M., Quinquard E. Mesures du volume du sang contenus dans l'organisme d'un mammifere vivant // *C. R. Acad. Sci.* 1882. Vol. 94. P. 1450.
8. Fogh-Andersen N., Siggaard-Andersen O., Lundsgaard F.C., Wimberley P.D. Diodearrayspectrophotometry for simultaneous measurement of hemoglobin pigments // *Clin. Chim. Acta.* 1987. Vol. 15, № 2–3. P. 283–289.
9. Burge C.M., Skinner S.L. Determination of hemoglobin mass and blood volume with CO: evaluation and application of a method // *J. Appl. Physiol.* 1995. Vol. 79, №2. P. 623–631.
10. Fairbanks V.F. Myeloproliferative Disease: Polycythemia Vera: The Packed Cell Volume and The Curious Logic of The Red Cell Mass // *Hematology.* 2000. Vol. 4, №5. P. 381–395.
11. Gore C.J., Hopkins W.G., Burge C.M. Errors of measurement for blood volume parameters: a meta-analysis // *J. Appl. Physiol.* 2005. Vol. 99, №5. P. 1745–1758.
12. Robertson E.Y., Saunders P.U., Pyne D.B., Aughey R.J., Anson J.M., Gore C.J. Reproducibility of performance changes to simulated live high/train low altitude // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010. Vol. 42, №2. P. 394–401.
13. Bassett D.R., Howley E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000. Vol. 32. P. 70–84.
14. Levine B.D. VO₂max: what do we know, and what do we still need to know? // *J. Physiol.* 2008. Vol. 586, №1. P. 25–34.
15. Wagner P.D. New ideas on limitations to VO₂max // *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2000. Vol. 28, №1. P. 10.
16. Saltin B., Calbet J.A. Point: in health and in a normoxic environment, VO₂ max is limited primarily by cardiac output and locomotor muscle blood flow // *J. Appl. Physiol.* 2006. Vol. 100, №2. P. 744–745.
17. Schmidt W., Heinicke K., Rojas J., Manuel Gomez J., Serrato M., Mora M., Wolfarth B., Schmid A., Keul J. Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002. Vol. 34, №12. P. 1934–1940.
18. Heinicke K., Wolfarth B., Winchenbach P., Biermann B., Schmid A., Huber G., Friedmann B., Schmidt W. Blood volume and hemoglobin mass in elite athletes of different disciplines // *Int. J. Sports Med.* 2001. Vol. 22, №7. P. 504–512.
19. Martino M., Gledhill N., Jamnik V. High VO₂max with no history of training is primarily due to high blood volume // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002. Vol. 34, №6. P. 966–971.
20. Gore C.J., Hahn A.G., Burge C.M., Telford R.D. VO₂max and haemoglobin mass of trained athletes during high intensity training // *Int. J. Sports Med.* 1997. Vol. 18, №6. P. 477–482.

21. **Prommer N., Heckle A., Schmidt W.** Time frame to detect blood withdrawal associated with autologous blood doping // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007. Vol. 39. P. 3.

22. **Wehrlin J.P., Hallén J., Marti B.** Book of Abstracts: Hypoxia Symposium, Chateau Lake Louise, Alberta, Canada, 2009, 238 p.

23. **Schmidt W., Prommer N.** Effects of various training modalities on blood volume // *Med. Sci. Sports.* 2008. Vol. 18, №1. P. 57–69.

24. **Clark S.A., Quod M.J., Clark M.A., Martin D.T., Saunders P.U., Gore C.J.** Time course of haemoglobin mass during 21 days live high-train low simulated altitude // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2009. Vol. 106, №3. P. 399–406.

25. **Treff G., Schmidt W., Steinacker J.M.** Case report: Severe Iron Deficiency Anaemia and Reduction of VO_2 max in an Elite Rower. (Materials of the 14th Annual Congress of the European College of Sports Science): Book of Abstracts, European College of Sports Science, European College of Sports Science, Oslo, 2009, 528 p.

26. **Lundby C., Robach P.** Assessment of total haemoglobin mass: can it detect erythropoietin-induced blood manipulations? // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010. Vol. 108, №1. P. 197–200.

27. **Robertson E.Y., Saunders P.U., Pyne D.B., Aughey R.J., Anson J.M., Gore C.J.** Reproducibility of performance changes to simulated live high/train low altitude // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010. Vol. 42, №2. P. 394–401.

28. **Wachsmuth N.B., Aigner T., Völzke C., Zapf J., Schmidt W.F.** Monitoring Recovery from Iron Deficiency Using Total Hemoglobin Mass // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2014. Vol. 27. P. 66–68.

29. **Garvican L.A.** The importance of haemoglobin mass for cycling performance. Thesis of Bachelor of Science in Sport and Exercise Science in Australian institute of sport. 2011.

30. **Pottgiesser T., Umhau M., Ahlgrim C., Ruthardt S., Roecker K., Schumacker Y.O.** Hb mass measurement suitable to screen for illicit autologous blood transfusions // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007. Vol. 39. P. 1748–1756.

31. **Levine B.D., Stray-Gundersen J.** Living high-training low: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance // *J. Appl. Physiol.* 1997. Vol. 83, №1. P. 102–112.

32. **Rusko H.K., Tikkanen H.O., Peltonen J.E.** Altitude and endurance training // *J. Sports Sci.* 2004. Vol. 22, №10. P. 928–944.

33. **Heinicke K., Heinicke I., Schmidt W., Wolfarth B.** A three-week traditional altitude training increases hemoglobin mass and red cell volume in elite biathlon athletes // *Int. J. Sports Med.* 2005. Vol. 26, №5. P. 350–355.

34. **Kjellberg S.R., Rudhe U., Sjostrand T.** Increase of the amount of hemoglobin and blood volume in connection with physical training // *Acta Physiol. Scand.* 1949. Vol. 19. P. 146–151.

35. **Schumacher Y.O., Ahlgrim C., Ruthardt S., Pottgiesser T.** Hemoglobin mass in an elite endurance athlete before, during, and after injury-related immobility // *Clin. J. Sport Med.* 2008. Vol. 18, №2. P. 172–173.

36. **Wachsmuth N.B., Völzke C., Prommer N., Schmidt-Trucksäss A., Frese F., Spahl O.** Eastwood A, Stray-Gundersen J, Schmidt W. The effects of classic altitude training on hemoglobin mass in swimmers // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2013. Vol. 113, №5. P. 1199–1211.

37. **Глазачев О.С.** Новый подход к применению интервальных гипоксических тренировок в спорте // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №1. С. 16–21.

38. **Борисенко О.В., Храмов В.В.** Гипоксическая тренировка как средство адаптации на горнолыжном курорте // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 18–22.

References:

1. **Schmidt W, Prommer N.** Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO_2 max. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010;38(2):68–75.

2. **Schmidt W, Prommer N.** The optimised CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely. *Eur J Appl Physiol.* 2005;95(5-6):486–495.

3. **Schumacher YO, Pottgiesser T, Ahlgrim C, Ruthardt S, Dickhuth HH, Roecker K.** Haemoglobin mass in cyclists during stage racing. *Int J Sports Med.* 2009;49(4):364–371.

4. **Convertino VA.** Blood volume: its adaptation to endurance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(12):1338–1348.

5. **Schmidt W, Biermann B, Winchenbach P, Lison S, Böning D.** How valid is the determination of hematocrit values to detect blood manipulations? *Int J Sports Med.* 2000;21(2):133–138.

6. **Gledhill N.** The influence of Altered Blood Volume and Oxygen Transport Capacity on Aerobic Performance. *Exercise and Sports Science Reviews.* 1985;13:75–93.

7. **Grehant M, Quinquard E.** Mesures du volume du sang contenus dans l'organisme d'un mammifère vivant. *C. R. Acad. Sci.* 1882;94:1450.

8. **Fogh-Andersen N, Siggaard-Andersen O, Lundsgaard FC, Wimberley PD.** Diode-arrayspectrophotometry for simultaneous measurement of hemoglobin pigments. *Clin Chim Acta.* 1987;15(2-3):283–289.

9. **Burge CM, Skinner SL.** Determination of hemoglobin mass and blood volume with CO: evaluation and application of a method. *J Appl Physiol.* 1995;79(2):623–631.

10. **Fairbanks VF.** Myeloproliferative Disease: Polycythemia Vera: The Packed Cell Volume and The Curious Logic of The Red Cell Mass. *Hematology.* 2000;4(5):381–395.

11. **Gore CJ, Hopkins WG, Burge CM.** Errors of measurement for blood volume parameters: a meta-analysis. *J Appl Physiol.* 2005;99(5):1745–1758.

12. **Robertson EY, Saunders PU, Pyne DB, Aughey RJ, Anson JM, Gore CJ.** Reproducibility of performance changes to simulated live high/train low altitude. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(2):394–401.

13. **Bassett DR, Howley ET.** Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:70–84.

14. **Levine BD.** VO_2 max: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol.* 2008;586(1):25–34.

15. **Wagner PD.** New ideas on limitations to VO_2 max. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2000;28(1):10.

16. **Saltin B, Calbet JA.** Point: in health and in a normoxic environment, VO_2 max is limited primarily by cardiac output and locomotor muscle blood flow. *J. Appl. Physiol.* 2006;100(2):744–745.

17. **Schmidt W, Heinicke K, Rojas J, Manuel Gomez J, Serrato M, Mora M, Wolfarth B, Schmid A, Keul J.** Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):1934–1940.

18. **Heinicke K, Wolfarth B, Winchenbach P, Biermann B, Schmid A, Huber G, Friedmann B, Schmidt W.** Blood volume and hemoglobin mass in elite athletes of different disciplines. *Int J Sports Med.* 2001;22(7):504–512.

19. **Martino M, Gledhill N, Jamnik V.** High VO_2 max with no history of training is primarily due to high blood volume. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(6):966–971.

20. **Gore CJ, Hahn AG, Burge CM, Telford RD.** VO_2 max and hemoglobin mass of trained athletes during high intensity training. *Int J Sports Med.* 1997;18(6):477–482.

21. **Prommer N, Heckle A, Schmidt W.** Time frame to detect blood withdrawal associated with autologous blood doping. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:3.
22. **Wehrlin, JP, Hallén J, Marti B.** Book of Abstracts: Hypoxia Symposium, Chateau Lake Louise, Alberta, Canada, 2009, 238 p.
23. **Schmidt W, Prommer N.** Effects of various training modalities on blood volume. *Med Sci Sports.* 2008;18(1):57–69.
24. **Clark SA, Quod MJ, Clark MA, Martin DT, Saunders PU, Gore CJ.** Time course of haemoglobin mass during 21 days live high-train low simulated altitude. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(3):399–406.
25. **Treff G, Schmidt W, Steinacker JM.** Case report: Severe Iron Deficiency Anaemia and Reduction of VO_{2max} in an Elite Rower. (Materials of the 14th Annual Congress of the European College of Sports Science): Book of Abstracts, European College of Sports Science, European College of Sports Science, Oslo, 2009, 528 p.
26. **Lundby, C, Robach P.** Assessment of total haemoglobin mass: can it detect erythropoietin-induced blood manipulations? *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(1):197–200.
27. **Robertson EY, Saunders PU, Pyne DB, Aughey RJ, Anson JM, Gore CJ.** Reproducibility of performance changes to simulated live high/train low altitude. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(2):394–401.
28. **Wachsmuth NB, Aigner T, Völzke C, Zapf J, Schmidt WF.** Monitoring Recovery from Iron Deficiency Using Total Hemoglobin Mass. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;27:66–68.
29. **Garvican LA.** The importance of haemoglobin mass for cycling performance. Thesis of Bachelor of Science in Sport and Exercise Science in Australian institute of sport. 2011.
30. **Pottgiesser T, Umhau M, Ahlgrim C, Ruthardt S, Roecker K, Schumacker YO.** Hb mass measurement suitable to screen for illicit autologous blood transfusions. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1748–1756.
31. **Levine BD, Stray-Gundersen J.** Living high-training low: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *J Appl Physiol.* 1997;83(1):102–112.
32. **Rusko HK, Tikkanen HO, Peltonen JE.** Altitude and endurance training. *J Sports Sci.* 2004;22(10):928–944.
33. **Heinicke K, Heinicke I, Schmidt W, Wolfarth B.** A three-week traditional altitude training increases hemoglobin mass and red cell volume in elite biathlon athletes. *Int J Sports Med.* 2005;26(5):350–355.
34. **Kjellberg, SR, Rudhe U, Sjostrand T.** Increase of the amount of hemoglobin and blood volume in connection with physical training. *Acta Physiol Scand.* 1949;19:146–151.
35. **Schumacher YO, Ahlgrim C, Ruthardt S, Pottgiesser T.** Hemoglobin mass in an elite endurance athlete before, during, and after injury-related immobility. *Clin J Sport Med.* 2008;18(2):172–173.
36. **Wachsmuth NB, Völzke C, Prommer N, Schmidt-Trucksäss A, Frese F, Spahl O, Eastwood A, Stray-Gundersen J, Schmidt W.** The effects of classic altitude training on hemoglobin mass in swimmers. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(5):1199–1211.
37. **Glazachev OS.** Novyy podkhod k primeneniyu intervalnykh gipoksicheskikh trenirovok v sporte. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice).* 2011;(1):16–21.
38. **Borisenko OV, Khramov VV.** Hypoxic training as a means of adapting to the ski resort. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice).* 2013;(1):18–22 (in Russian).

Ответственный за переписку:

Зеленкова Ирина Евгеньевна – ведущий специалист Инновационного центра Олимпийского комитета России.
 Тел.: +7(916)774-03-93
 E-mail: iz@i1.ru

Дата поступления статьи в редакцию: 02.06.2014

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ В СПОРТЕ**¹О. Б. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, ¹А. Ю. СИДЕНКОВ, ¹И. А. ЛАЗАРЕВА, ²Ф. М. ШВЕТСКИЙ**¹ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Минздрава России, Москва, Россия²Союз конькобежцев России, Москва, Россия**Сведения об авторах:**

Добровольский Олег Борисович – профессор кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им.И.М. Сеченова Минздрава России, д.б.н., к.м.н.

Сиденков Андрей Юрьевич – аспирант кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России.

Лазарева Ирина Адольфовна – ассистент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, к.м.н.

Шветский Филипп Михайлович – спортивный врач Союза конькобежцев России.

biochemical and hema
Training management Tological cri
Teria in spor Ts**¹O. B. DOBROVOLSKIY, ¹A. YU. SIDENKOV, ¹I. A. LAZAREVA, ²F. M. SHVETSKIY**¹Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia²Russian Skating Union, Moscow, Russia**Information about the authors:**

Oleg Dobrovolskiy – M.D., D.Sc. (Biology), Ph.D. (Medicine), Assistant Professor of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University.

Andrey Sidenkov – M.D., Postgraduate Student of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University, Russian National Freeski Team Physician.

Irina Lazareva – M.D., Ph.D. (Medicine), Assistant Lecturer of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University.

Filipp Shvetskiy – M.D., Russian Skating Union Sports Medicine Physician.

Представлен анализ работ, посвященных проблеме медико-биологического управления тренировочным процессом в спорте. Рассмотрены последние тенденции в биохимическом мониторинге спортивной деятельности и основные параметры, которые интересуют тренеров и специалистов по спортивной медицине, а также указаны перспективные направления дальнейших исследований. Приведен обзор работ различных авторов доказывающих, что биохимические показатели, такие как печеночные ферменты, уровни половых гормонов, кортизола, лактата, глюкозы, гликогена, мочевины, и других показателей жирового, углеводного и белкового обмена позволяют уже на ранней стадии диагностировать признаки переутомления и вносить коррективы в тренировочный процесс. Показано что, рациональное построение процесса подготовки спортсмена в годовом тренировочном цикле во многом определяет рост спортивно-технических результатов. Эффективность тренировочного процесса, а также результат соревновательной деятельности, как следствие целенаправленной тренировочной деятельности, во многом определяются научно-обоснованным планированием, дозированием физических нагрузок, правильным подбором средств и методов тренировок.

Ключевые слова: управление тренировочным процессом; метаболизм; кровь; гормоны; методы исследований; лактат; ферменты; белок; липидный обмен; белковый обмен; углеводный обмен; спорт; циклические виды спорта.

This review analyzed articles on the issue of medical and biological control of the training process in sports. The latest trends in the biochemical monitoring of sporting activities and the main parameters of interest to coaches and specialists in sports medicine, as well as indicated promising directions for further research, were shown. An overview of the research of various authors prove that the biochemical parameters such as liver enzymes, the levels of sex hormones, cortisol, lactate, glucose, glycogen, urea, and other indicators of fat, carbohydrate and protein metabolism allow to diagnose signs of fatigue at an early stage and make adjustments in the training process. It was shown that rational planning of the training process prior to the main event, depends largely on the success of performance efficiency of the training process. The effectiveness of the training process, as well as the result of competitive activity, as a consequence of targeted training activities, are largely determined by proper planning, dispensing exercise, proper choice of means and methods of training.

Key words: training management; metabolism; blood; hormones; research methods; lactate; enzymes; protein; lipid metabolism; protein metabolism; carbohydrate metabolism; sport.

Проблема управления процессом достижения высоких спортивно-технических результатов имеет большое значение в практике большого спорта, где необходимо показывать запланированные результаты в строго определенное время. Современная спортивная профессиональная деятельность достигла таких высот, при которых спортсмены соревнуются на пределе возможностей человеческого организма. Эффективность тренировочного процесса, а так же спортивно-технические результаты, как следствие целенаправленной тренировочной деятельности, во многом определяются корректным планированием, дозированием физических нагрузок, правильным подбором средств и методов тренировок [1, 2].

Планирование тренировки зачастую основывается на задачах совершенствования физических качеств – общей физической или специальной физической подготовленности [3-4]. От рационального построения тренировочного процесса на этапе, предшествующем основным соревнованиям, во многом зависит успех выступления.

Актуальность проблемы управления тренировочным процессом состоит в том, что многие современные исследователи в области спортивной медицины, спортивной физиологии и методологии спорта сходятся во мнении, что оперативное управление и дифференцированный подход к управлению тренировочным процессом, рационализация в построении плана нагрузок, индивидуализация плана нагрузок и восстановления конкретного спортсмена, являются первостепенным в подведении спортсмена к пику соревновательной формы, являющейся залогом побед и успешных выступлений [2-7].

В таких случаях для установления баланса требуется профессиональное взаимодействие со стороны физиолога, фармаколога, диетолога, спортивного педагога и спортивного врача. Такое комплексное управление состояниями, наличие экспресс-информативных методик позволяет своевременно вносить коррективы в биоуправление организмом спортсмена и технологии подготовки [8-10].

Приведенные примеры убедительно доказывают эффективность такого отношения к построению тренировочного процесса на этапах многолетней подготовки атлетов, специализирующихся в как в циклических, так и в силовых видах спорта.

Основа прогресса творческой деятельности тренера и медицинского персонала спортсмена в решении многих проблем спортивной тренировки – это разработка новых эффективных технологий и методов мониторинга спортивной деятельности, благодаря кото-

рым достигается качественные улучшения в управлении процессом достижения высоких спортивных результатов [11].

Активное изменение традиционно применяемых в тренировке соотношений объемов тренировочных нагрузок приводит к достоверным различиям в структуре специальной работоспособности спортсменов [12]. К сожалению, остается в стороне или не принимается во внимание персоналом спортсменов, что упомянутые различия достигаются и обеспечиваются деятельностью функциональных систем, от состояния которых, в конечном итоге, и зависит спортивный результат [5].

Адаптационные изменения в этих функциональных системах, наступающие под влиянием физических нагрузок, суммируясь, обуславливают кумулятивный эффект тренировки. Определение показателей, которые служат критериями адаптации к данной деятельности в данных функциональных системах, дает возможность рационально планировать интенсивность тренировочных нагрузок, оценивать восстановление, индивидуализировать тренировочный процесс и эффективно управлять тренировочной деятельностью [12].

Для этого в спортивной практике авторы предлагают использовать принципы оперативного управления, при котором отклонения своевременно устраняются корректирующими воздействиями (изменение тренировочных объемов и интенсивности, план восстановления, нутриетивная поддержка) [12].

Для управления тренировочной деятельностью современные исследователи в области методологии и теории спорта предлагают использовать и оценивать следующие параметры [2, 6, 7, 8, 11-13]: динамику спортивных результатов; обработку результатов соревнований разного ранга; сравнение реальных величин тренировочных нагрузок разной направленности с плановыми заданиями и ответной реакцией организма; информацию о результатах текущего контроля; данные биомеханических характеристик [14]; данные о динамике функционального состояния спортсменов в процессе специфической деятельности.

Фокус же исследователей в области спортивной медицины и спортивной физиологии направлен на изучение следующих аспектов: морфологии, включая анализ динамики компонентов и композиции тела [15]; иммунологический статус с количественной характеристикой динамики основных параметров [16-19]; данные биохимического анализа биологических жидкостей с информацией о состоянии важнейших функциональных систем организма [16, 20-25]; характеристики и емкости биоэнергетических систем организма [26]; кардиологи-

ческие параметры непосредственно в спортивной деятельности или в искусственно смоделированных условиях [23, 27–29]; анализ и коррекция питания спортсменов, разработка специальных рационов с направленным воздействием при разных режимах тренировки [27, 30].

В исследованиях широко используются как классические методы получения данных [20, 27], такие как функциональные пробы в различных вариантах и условиях, газоанализ, забор проб крови на разных этапах спортивной деятельности, так и высокотехнологичное оборудование неинвазивных методов исследования [31].

Проводя срез данных современной литературы, можно выявить, что большинство авторов сходится к мнению, что система крови, решая многогранные функции, характеризует референтные границы показателей и выход за границы нормы [32, 33] и является одной из перспективных функциональных систем в управлении тренировочным процессом.

Напряженная мышечная деятельность сопровождается значительными метаболическими и гематологическими изменениями. Длительное функционирование в подобных условиях может явиться причиной истощения функциональных резервов организма [34–36], выраженной в состояниях физического перенапряжения и перетренированности.

Биохимические показатели позволяют уже на ранней стадии диагностировать признаки переутомления и вносить коррективы в тренировочный процесс, применять необходимые реабилитационные и восстановительные средства [34]. Так, например, на специальном подготовительном этапе выявлены отклонения в звеньях гомеостаза лыжников-гонщиков [28]. Выход отдельных показателей за границы нормы потребовал коррекционных внесения изменений в средства подготовки, лечебно-реабилитационные мероприятия.

По данным некоторых работ, гормональная и ферментативная активность детерминируют метаболизм, газообмен, терморегуляцию у спортсменов [8, 13, 34].

Так же считается, что характер долговременной адаптации у спортсменов с различным уровнем подготовленности отражает активность ферментного пула креатинкиназы, энзимов AST и ALT, глюкозы, гликогена, мочевины, как показателей жирового, углеводного и белкового обмена соответственно [32, 34].

Адаптация к физическим нагрузкам, направленным на развитие выносливости, сопровождается повышением способности мышц к окислению липидов [37]. При этом отмечено [8] в большинстве случаев (92%) понижение фракции бета-липопротеидов, что свидетельствует о достаточно высокой аэробной физической нагрузке, на фоне которой происходит катаболизм жиров.

Высокая активность креатинкиназы в сыворотке крови у спортсменов может коррелировать с интенсивностью продолжительных нагрузок, сопровождающихся повреждением саркомер [32].

Так показано достоверное увеличение показателя КФК после нагрузки в группе исследуемых спортсме-

нов [34], свидетельствующее об увеличенной емкости фосфогенного буфера, необходимого для достижения высоких результатов в видах спорта преимущественно скоростно-силового характера. Достоверное повышение активности КФК только в этой группе при выполнении нагрузки явно указывает на высокие адаптивные возможности. Кроме того, являясь стабильным ферментом и обладая мембранопротекторным действием, гиперферментация по КФК является благоприятным признаком по мнению авторов.

Анализ уровня креатинина – конечного продукта креатинфосфокиназной реакции – в состоянии покоя выявил максимальное значение в группе спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта ($125,3 \pm 4,2$ мкмоль/л), что достоверно выше ($p < 0,001$), чем у юношей контрольной группы ($90,2 \pm 3,3$ мкмоль/л) [34]. Основываясь на полученных данных, сделан вывод, что организм спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, в покое на фоне минимальной активности гликолитического механизма энергообразования использует креатинфосфокиназный механизм образования энергии. В организме людей, не занимающихся спортом, в условиях покоя доминирует гликолиз на фоне низкой активности креатинфосфатного буфера.

Есть мнение, что экспресс-оценка метаболического и функционального состояния подтверждает издержки тренировочного процесса [5]. В ходе исследования выявлены низкие значения энзима AST и повышенные ALT, которые свидетельствовали о дальнейшей невозможности функционирования скелетных мышц, миокарда и печени. Повышенный режим работы печени (ALT) и выходящие за границы нормы отклонения AST/ALT подтверждают вышесказанное о напряженной работе печени. По мнению исследователей, повышенное содержание каталитического фермента аланинаминотрансферазы характеризует действие анаболических стероидов, анестетиков, обладающих гепатотоксическим действием, и к применению которых непременно придется прибегать, если процессы восстановления не успевают за тренировочными нагрузками. Иными словами данные маркеры критерии могут являться маркерами издержек и чрезмерных нагрузок в тренировочном процессе.

Роль энзимов в энергообеспечении и осуществлении обменных процессов доказана в ряде исследований [8, 38]. Представлены значения аспартатаминотрансфераз (AST), аланинаминотрансфераз (ALT) и их отличия у лыжников. Эти данные свидетельствуют о том, что низкие значения AST не позволяют соединительной ткани скелетных мышц и их станций, миокарду, печени функционировать в отдельном режиме. Повышенные значения ALT так же позволяют говорить о напряженной работе печени. Это подтверждают выходящие за границы нормы отношения AST/ALT.

Одновременное определение двух сывороточных аминотрансфераз является информативным тестом [25]. Даже если показатели энзимов в диапазоне нормы,

то коэффициент де Ритиса (AST/ALT) может превышать референтные границы [8].

Мочевина является конечным продуктом обмена белков и связана с обменом аминокислот. В исследовании [8] концентрация мочевины была ниже уровня контроля, что свидетельствовало об адекватности нагрузок молекулярно-клеточному состоянию организма лыжников-гонщиков.

Повышенное содержание мочевины может быть связано с концентрацией креатинина и снижением фильтрации и являться прогностическим критерием.

Роль гормонов и ферментов в поддержании оптимальной работоспособности подтверждена в ряде работ [37–39]. Так выявлен [37] выход значений тестостерона мочи, амилазы, ацетилхолина, глутаминовой кислоты, креатининкиназы мышц и миокарда за референтные границы. Это связано с переходным процессом, в условиях которого наблюдалось снижение креатининкиназного метаболического воздействия на ключевые органы функциональной системы. Высокое содержание фермента амилазы, ацетилхолинэстеразы эритроцитов и низкого глутаминовой и тирозиновой кислоты свидетельствуют о перераспределении в метаболизме и адаптивно-компенсаторных перестройках. Повышенная биологическая активность усматривалась у бегуний в значениях тестостерона мочи, общих эстрогенов мочи, тирозина на фоне сниженных показателей ацетилхолина.

Известно, что под воздействием больших тренировочных нагрузок происходит мобилизация углеводных запасов организма, сосредоточенных в работающих мышцах, печени и почках. Глюкоза крови потребляется мышцами, мозгом, миокардом, поэтому при снижении ее концентрации до 40 мг% могут резко нарушаться деятельность ЦНС, мышечная работа и производительность [38].

В образовании глюкозы принимают участие аминокислоты, молочная кислота. Совокупность процессов глюконеогенеза обеспечивает гликогенез. Пониженные звенья углеводного обмена у спортсменов компенсируются за счет окисления липидов, усиления всасывания глюкозы в кишечнике с участием гормонов. Данные критерии, по мнению авторов, могут являться диагностическими для управления тренировочным процессом.

Классические исследования уровня лактата крови после нагрузки часто встречаются в литературе и подтверждают значимость этого параметра для спортивной медицинской практики [40–42]. Уровень накопления лактата в крови спортсмена – важный показатель для контроля реакции организма на соревновательную и тренировочную работу.

Обнаружение снижения концентрации лактата в условиях физиологического покоя у юношей, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, свидетельствует об адаптированности и энергосбережении организма, что связано с преобладанием аэробных механизмов в энергообеспечении жизнедеятельности [34].

Уровень молочной кислоты является информативными в процессе развертывания восстановительных процессов в организме. Показатель лактата дает возможность, с одной стороны, оценить интенсивность выполненной соревновательной или тренировочной работы, а с другой – контролировать скорость восстановления. Используя показатели лактата можно правильно подбирать тренировочную нагрузку по основным характеристикам, а также средства и методы тренировки.

Заключение

В литературе широко освещены вопросы подготовки спортсменов и методики тренировки в процессе управления спортивной тренировки, системы педагогического и медико-биологического контроля. Выявлены системообразующие факторы и индикаторы интегративной деятельности организма, позволяющие не только судить о состоянии гомеостаза, но и своевременно вносить коррективы в регуляцию нагрузок и процессов восстановления.

Система крови, электролитный, белковый, липидный и водный обмен, функциональные показатели желудка и печени, гормональная и ферментативная активность позволяют судить о влиянии подготовки спортсменов на функциональную систему [37].

Расширение спектра определяемых биохимических параметров [43–45], а также привлечение данных анализа мочи и других биологических жидкостей во многих случаях позволит адекватно описывать реакцию организма атлета на физическую нагрузку [11].

Однако вопросы исследованы недостаточно и неоднозначно. Нет единого понимания, какие факторы являются прогностически значимыми на разных этапах подготовки, какие критерии стоит оценивать в различные периоды подготовки спортсменов. Дальнейшие исследования необходимо направить на изучение этой проблематики, выявление диагностических критериев метаболизма в управлении тренировочным процессом в спорте на различных этапах подготовки, комплексной биохимической оценки спортивной деятельности, а не на основании отдельных биохимических параметров [20].

Список литературы:

1. Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т. Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 3. С. 3–5.
2. Ширковец Е.А., Арансон М.В., Озолин Э.С., Овчаренко Л.Н. Анализ подходов к оптимальному управлению тренировочным процессом в спорте высших достижений // Вестник спортивной науки. 2009. №5. С. 9–12.
3. Тимушкин А.В. Совершенствование и оценка функциональной подготовленности в циклических видах спорта известия саратовского университета // Новая серия. Акмеология образования. Психология развития. 2010. Т.3, №2. С. 80–83.
4. Шустов Е.Б., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н. Обоснование направлений коррекции функционального состоя-

ния спортсменов исходя из методологии экстремальных состояний // Биомедицина. 2013. №3. С. 26–35.

5. **Кравченко А.А., Бахарева А.С., Исаев А.П., Хусайнова Ю.Б.** Системно-структурный анализ синергетической интерпретации в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности лыжников-гонщиков высокой квалификации в годовом цикле подготовки // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2013. Т.13, №2. С. 63–69.

6. **Квашук П.В.** Дифференцированный подход к построению тренировочного процесса юных спортсменов на этапах многолетней подготовки // Вестник спортивной науки. 2003. №1. С. 32–34.

7. **Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Машковский Е.В., Сиденков А.Ю.** Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. № 3. С. 7–14.

8. **Исаев А.П., Эрлих В.В., Кравченко А.А., Комельков С.А., Аладин А.С., Хусаинова Ю.Б.** Системообразующие регуляторные звенья гомеостаза лыжников-гонщиков молодежного состава сборной России по лыжным гонкам на специально-подготовительном этапе подготовки // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2013. Т. 13, № 4. С. 38–47.

9. **Muehlbauer T., Schindler C., Panzer S.** Pacing and sprint performance in speed skating during a competitive season // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2010. Vol. 5, №2. P. 165–176.

10. **Yu H., Chen X., Zhu W., Cao C.** A quasi-experimental study of Chinese top-level speed skaters' training load: threshold versus polarized model // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2012. Vol. 7, №2. P. 103–112.

11. **Юдин А.С., Ушанов Г.А., Черных А.Т.** Управление учебно-тренировочным процессом спринтеров высокой квалификации за счет разработки детализированных программ спортивного мастерства // Известия волгоградского государственного технического университета. 2013. Т. 14, №16. С. 111–113.

12. **Ширковец Е.А., Арансон М.В., Озолин Э.С., Овчаренко Л.Н.** Анализ подходов к оптимальному управлению тренировочным процессом в спорте высших достижений // Вестник спортивной науки. 2009. №5. С. 9–12.

13. **Исаев А.П., Эрлих В.В., Романова Е.В., Ненашева А.В., Шепилов А.О.** Системообразующие звенья гемостаза юных пловцов 15–16 лет высокой спортивной квалификации в условиях полифункциональной и метаболической оценки состояния на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2012. №42. С. 59–65.

14. **Андреев Д.А., Борисова Н.В., Кармазин В.В., Поляев Б.А., Поляев Б.Б., Парастаев С.А., Фещенко В.С.** Основные направления биомеханического обследования в изучении системы проприорецепции в спорте высоких достижений // Вестник восстановительной медицины. 2013. №4. С. 37–40.

15. **Потапова Т.В., Исаев А.П.** Адаптивные реакции конькобежцев высокой спортивной квалификации // Теория и практика физической культуры. 2008. №8. С. 3–6.

16. **Личагина С.А., Исаев А.П., Кабанов С.А.** Биохимия и иммунология физической тренировки юных дзюдоистов высокой квалификации // Вестник южно-уральского государственного

университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2005. №4. С. 191–195.

17. **Буянкин В.М., Буторина А.В., Рубаненко Е.П.** Индивидуализация графика иммунопрофилактики спортсменов с ограниченными возможностями // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №3. С. 7–11.

18. **Córdova A., Sureda A., Tur J.A., Pons A.** Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season // *J. Physiol. Biochem.* 2010. №66. P. 1–6.

19. **Papacosta E., Nassis G.P.** Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science // *J. Sci. Med. Sport.* 2011. Vol. 14, №5. P. 424–434.

20. **Джалилов П.Б.** Изменение показателей сыворотки крови и слюны тяжелоатлетов под влиянием тренировочной нагрузки // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2012. Т. 84, №2. С. 58–62.

21. **Личагина С.А., Исаев А.П.** Биохимическая адаптация у юных дзюдоистов в микроциклах подготовки к соревнованиям // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2005. №4. P. 219–221.

22. **Градусов В.А.** Взаимосвязь спортивного результата и показателей лактата в крови мотоспортсменов // Слободжанский научно-спортивный вестник. 2012. № 5–2. С. 40–43.

23. **Исаев А.П., Эрлих В.В., Обносков В.А., Епишев В.В.** Изменение ключевых биохимических и кардиопульмональных показателей бегунов на средние дистанции на специально-подготовительном этапе подготовки в условиях верхнего среднего уровня // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2011. №26. С. 36–40.

24. **Исаев А.П., Эрлих В.В., Ненашева А.В., Шепилов А.О., Романова Е.В.** Интегративная оценка функционального и метаболического состояния девушек-пловцов 14–16 лет в сезонных исследованиях на предсоревновательных этапах подготовки // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2014. Т. 14, №1. С. 34–42.

25. **Королева М.В., Королева В.В., Исаев А.П.** Оценка вегетативного гомеостаза женщин, ведущих активный образ жизни // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2009. №27. С. 57–65.

26. **Эрлих В.В., Исаев А.П., Романов Ю.Н., Епишев В.В., Корольков В.В., Хусаинова Ю.Б.** Актуальные проблемы адаптации спортсменов к напряженным тренировочно-соревновательным воздействиям в спорте высоких и высших достижений // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2013. Т. 13, №3. С. 130–135.

27. **Losnegard T., Myklebust H., Spencer M., Hallén J.** Seasonal variations in VO_2max , $\text{O}_2\text{-cost}$, $\text{O}_2\text{-deficit}$, and performance in elite cross-country skiers // *J. Strength Cond. Res.* 2013. Vol. 27, №7. P. 1780–1790.

28. **Шустов Е.Б., Болотова В.Ц.** Биологическое моделирование утомления при физических нагрузках // Биомедицина. 2013. №3. С. 95–104.

29. **Медведев И.Б., Тарасов Б.А., Алехнович А.В., Штейнердт С.В., Бородина М.А.** Организация спортивного питания в континентальной хоккейной лиге // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №2. С. 32–48.

30. Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е., Самакикоджеди Н., Каркищенко Н.Н., Талабум Е.А., Султанова О.А., Красавина Т.В., Кекк Е.Н. Использование современных аппаратно-программных комплексов для изучения особенностей адаптации организма к физическим нагрузкам // Биомедицина. 2011. №2. С. 65–72.

31. Kraemer W.J., French D.N., Paxton N.J., Häkkinen K., Volek J.S., Sebastianelli W.J., Putukian M., Newton R.U., Rubin M.R., Gómez A.L., Vescovi J.D., Ratamess N.A., Fleck S.J., Lynch J.M., Knuttgen H.G. Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters // J. Strength Cond. Res. 2004. Vol. 18. №1. P. 121–128.

32. Youssef H., Groussard C., Machefer G., Minella O., Couillard A., Knight J., Gratas-Delamarche A. Comparison of total antioxidant capacity of salivary, capillary and venous samplings: interest of the salivary total antioxidant capacity on triathletes during training season // J. Sports Med. Phys. Fitness. 2008. Vol. 48, №4. P. 522–529.

33. Бутова О.А., Масалов С.В. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани // Вестник нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. №1. С. 123–128.

34. Reid S.A., Speedy D.B., Thompson J.M., Noakes T.D., Mulligan G., Page T., Campbell R.G., Milne C. Study of hematological and biochemical parameters in runners completing a standard marathon // Clin. J. Sport Med. 2004. Vol. 14, №6. P. 344–353.

35. Orié J., Hofman N., de Koning J.J., Foster C. Thirty-eight years of training distribution in Olympic speed skaters // Int. J. Sports Physiol. Perform. 2014. Vol. 9, №1. P. 93–99.

36. Эрлих В.В., Исаев А.П., Корольков В.В., Потапова Т.В. Система крови, гомеостаза, метаболизма и функциональные показатели желудка и печени у легкоатлетов-бегуний на средние дистанции после двадцати дней акклиматизации в верхнем среднегорье // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2013. Т. 13, №2. С. 63–69.

37. Исаев А.П., Кравченко А.А., Эрлих В.В., Комельков С.А., Хусайнова Ю.Б., Острецов Н.И. Полифункциональная и метаболическая оценка организма лыжников-гонщиков высокой и высшей квалификации – участников чемпионата России // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. 2012. №28. С. 27–31.

38. Heaney J.L., Carroll D., Phillips A.C. DHEA, DHEA-S and cortisol responses to acute exercise in older adults in relation to exercise training status and sex // Age (Dordr). 2013. Vol. 35, №2. P. 395–405.

39. Ширковец Е.А., Арансон М.В., Озолин Э.С., Овчаренко Л.Н. Анализ подходов к оптимальному управлению тренировочным процессом в спорте высших достижений // Вестник спортивной науки. 2009. №5. С. 9–12.

40. LaRoche D.P., Amann M., Rundell K.W. Grade influences blood lactate kinetics during cross-country skiing // J. Strength Cond. Res. 2010. Vol. 24, №1. P. 120–127.

41. Beneke R., Leithäuser R.M., Ochentel O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training // Int. J. Sports Physiol. Perform. 2011. Vol. 6, №1. P. 8–24.

42. Banfi G., Dolci A. Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values // J. Sports Med. Phys. Fitness. 2006. Vol. 46, №4. P. 611–616.

43. Yan B. A. J., Wang G., Lu H., Huang X., Liu Y., Zha W., Hao H., Zhang Y., Liu L., Gu S., Huang Q., Zheng Y., Sun J.

Metabolomic investigation into variation of endogenous metabolites in professional athletes subject to strength-endurance training // J. Appl. Physiol. 2009. Vol. 106. №2. P. 531–538.

44. Zauber H., Mosler S., von Heßberg A., Schulze W.X. Dynamics of salivary proteins and metabolites during extreme endurance sports – a case study // Proteomics. 2012. Vol. 12, №13. P. 2221–2235.

45. Argus C.K., Gill N.D., Keogh J.W., Hopkins W.G., Beaven C.M. Changes in strength, power, and steroid hormones during a professional rugby union competition // J. Strength Cond. Res. 2009. Vol. 23, №5. P. 1583–1592.

References:

1. Puzin SN, Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT. Occupational diseases and disability in professional athletes. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;3:3–5. (in Russian).

2. Shirkovets EA, Aranson MV, Ozolin ES, Ovcharenko LN. Analysis of approaches to optimum training process control in elite sports. Vestnik sportivnoy nauki. 2009;5:9–12. (in Russian).

3. Timushkin AV. Functional Fitness Improvement and Evaluation in Cyclic Sports. Novaya seriya. Akmeologiya obrazovaniya. Psikhologiya razvitiya. 2010;3(2):80–83. (in Russian).

4. Shustov EB, Karkishchenko NN, Karkishchenko VN. Justification directions of correction of functional state of athletes according to the basis of the methodology of extreme states. Biomeditsina. 2013;(3):26–35. (in Russian).

5. Kravchenko AA, Bakhareva AS, Isaev AP, Khusaynova YuB. Systemic-structural analysis of the synergetic interpretation of the self-regulation of homeostasis and physical performance skier's high qualification of the annual cycle of training. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdavookhranenie, fizicheskaya kultura. 2013;13(2):63–69. (in Russian).

6. Kvashuk PV. Differentsirovanny podkhod k postroeniyu trenirovochnogo protsesssa yunykhn sportsmenov na etapakh mnogoletney podgotovki. Vestnik sportivnoy nauki. 2003;(1):32–34.

7. Achkasov EE, Runenko CD, Talabum EA, Mashkovskiy EV, Sidenkov AYU. A comparative analysis of contemporary apparatus and program complex for investigation and estimation of sportsmen's functional state. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(3):7–14. (in Russian).

8. Isaev AP, Erlich VV, Kravchenko AA, Komelkov SA, Aladin AS, Khusainova YuB. System-regulatory links of skiers youth homeostasis of the Russian national ski racing on a specially-preparatory phase of training. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdavookhranenie, fizicheskaya kultura. 2013;13(4):38–47. (in Russian).

9. Muehlbauer T, Schindler C, Panzer S. Pacing and sprint performance in speed skating during a competitive season. Int J Sports Physiol Perform. 2010;5(2):165–176.

10. Yu H, Chen X, Zhu W, Cao C. A quasi-experimental study of Chinese top-level speed skaters' training load: threshold versus polarized model. Int J Sports Physiol Perform. 2012;7(2):103–112.

11. Yudin AS, Ushanov GA, Chernykh AT. The management of training process of highly qualified sprinters via developing detailed programmes of athletic skills. Izvestiya volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013;14(16):111–113. (in Russian).

12. **Shirkovets EA, Aranson MV, Ozolin ES, Ovcharenko LN.** Analiz podkhodov k optimalnomu upravleniyu trenirovochnym protsessom v sporte vysshikh dostizheniy. Vestnik sportivnoy nauki. 2009;5:9–12.
13. **Isaev AP, Erlikh VV, Romanova EV, Nenasheva AV, Shepilov AO.** Systemically hemostasis of young swimmers 15-16 years of high qualification in sports multifunctional and metabolic assessment of the stage of direct preparation for a competition. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2012;42:59–65. (in Russian).
14. **Andreev DA, Borisova NV, Karmazin VV, Polyayev BA, Polyayev BB, Parastaev SA, Feshchenko VS.** Main directions in the study of the biomechanical examination of proprioceptive system in the sport of high achievements. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2013;(4):37–40. (in Russian).
15. **Potapova TV, Isaev AP.** Adaptive Reactions of Elite Speed Skaters. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. 2008;(8):3–6. (in Russian).
16. **Lichagina SA, Isaev AP, Kabanov SA.** Biokhimiya i immunologiya fizicheskoy trenirovki yunyx dzyudoistov vysokoy kvalifikatsii. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2005;(4):191–195.
17. **Buiankin VM, Butorina AV, Rubanenko EP.** Individualization of immunization schedule for athletes with disabilities. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(3):7–11. (in Russian).
18. **Córdova A, Sureda A, Tur JA, Pons A.** Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. J Physiol Biochem. 2010;(66):1–6.
19. **Papacosta E, Nassis GP.** Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. J Sci Med Sport. 2011;14(5):424–434.
20. **Dzhalilov PB.** Change of indicators of serum and saliva of weightlifters under the influence of training load. Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. 2012;84(2):58–62. (in Russian).
21. **Lichagina SA, Isaev AP.** Biokhimicheskaya adaptatsiya u yunyx dzyudoistov v mikrotsiklakh podgotovki k sorevnovaniyam vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2005;(4):219–221.
22. **Gradusov VA.** Intercommunication of sporting result and indexes of lactat is in blood motosportsmen. Slobzhanskiy nauchno-sportivnyy vestnik. 2012;5-2:40–43.
23. **Isaev AP, Erlikh VV, Obnosov VA, Epishev VV.** Change key biochemical and cardiopulmonary indicators of runners on average distances at a specially-preparatory stage of preparation in the conditions of top average mountains. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2011;(26):36–40. (in Russian).
24. **Isaev AP, Erlikh VV, Nenasheva AV, Shepilov AO, Romanova EV.** Integrative assessment of functional and metabolic state of female swimmers aged 14-16 at season studies at pre-contest preparatory stages. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2014;14(1):34–42. (in Russian).
25. **Koroleva MV, Koroleva VV, Isaev AP.** Estimation of a vegetative homeostasis of women leading an active life. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2009;(27):57–65. (in Russian).
26. **Erlikh VV, Isaev AP, Romanov YuN, Epishev VV, Korolkov VV, Khusainova YuB.** Actual problems on adaptation of sportsmen to strenuous training and competitive effect in high performance sport. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2013;13(3):130–135. (in Russian).
27. **Losnegard T, Myklebust H, Spencer M, Hallén J.** Seasonal variations in VO_2 max, O_2 -cost, O_2 -deficit, and performance in elite cross-country skiers. J Strength Cond Res. 2013;27(7):1780–1790.
28. **Shustov EB, Bolotova VTs.** Biological modeling of fatigue during physical activities. Biomeditsina. 2013;(3):95–104. (in Russian).
29. **Medvedev IB, Tarasov BA, Alekhovich AV, Shteynerdt SV, Borodina MA.** Organization of sports nutrition in the continental hockey league. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(2):32–48. (in Russian).
30. **Runenko SD, Achkasov EE, Samamikodzhedi N, Karkishchenko NN, Talambum EA, Sultanova OA, Krasavina TV, Kekk EN.** Ispolzovanie sovremennykh apparatno-programmnykh kompleksov dlya izucheniya osobennostey adaptatsii organizma k fizicheskim nagruzkam. Biomeditsina. 2011;(2):65–72.
31. **Kraemer WJ, French DN, Paxton NJ, Häkkinen K, Volek JS, Sebastianelli WJ, Putukian M, Newton RU, Rubin MR, Gómez AL, Vescovi JD, Ratamess NA, Fleck SJ, Lynch JM, Knuttgen HG.** Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters // J Strength Cond Res. 2004;18(1):121–128.
32. **Youssef H, Groussard C, Machefer G, Minella O, Couillard A, Knight J, Gratas-Delamarche A.** Comparison of total antioxidant capacity of salivary, capillary and venous samplings: interest of the salivary total antioxidant capacity on triathletes during training season. J Sports Med Phys Fitness. 2008;48(4):522–529.
33. **Butova OA, Masalov SV.** Adaptation to physical exercise: anaerobic metabolism of muscular tissue. Vestnik nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. 2011;(1):123–128. (in Russian).
34. **Reid SA, Speedy DB, Thompson JM, Noakes TD, Mulligan G, Page T, Campbell RG, Milne C.** Study of hematological and biochemical parameters in runners completing a standard marathon. Clin J Sport Med. 2004;14(6):344–353.
35. **Orie J, Hofman N, de Koning JJ, Foster C.** Thirty-eight years of training distribution in Olympic speed skaters. Int J Sports Physiol Perform. 2014;9(1):93–99.
36. **Erlikh VV, Isaev AP, Korolkov VV, Potapova TV.** The blood system, homeostasis, a metabolism and the functional parameters of the stomach and the liver in track athletes-runners of middle distance after twenty days of acclimatization in the upper mid-altitude areas. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2013;13(2):63–69. (in Russian).
37. **Isaev AP, Kravchenko AA, Erlikh VV, Komelkov SA, Khusaynova YuB, Ostretsov NI.** Multifunctional and metabolic assessment of the organism of skiers-racers of the high and top skills of participants of the championship of Russia. Vestnik yuzhno-uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kultura. 2012;(28):27–31. (in Russian).
38. **Heaney JL, Carroll D, Phillips AC.** DHEA, DHEA-S and cortisol responses to acute exercise in older adults in relation to exercise training status and sex. Age (Dordr). 2013;35(2):395–405.
39. **Shirkovets EA, Aranson MV, Ozolin ES, Ovcharenko LN.** Analysis of approaches to optimum training process control in elite sports. Vestnik sportivnoy nauki. 2009;(5):9–12. (in Russian).

40. LaRoche DP, Amann M, Rundell KW. Grade influences blood lactate kinetics during cross-country skiing. J Strength Cond Res. 2010;24(1):120–127.

41. Beneke R, Leithäuser RM, Ochental O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. Int J Sports Physiol Perform. 2011;6(1):8–24.

42. Banfi G, Dolci A. Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. J Sports Med Phys Fitness. 2006;46(4):611–616.

43. Yan B, A J, Wang G, Lu H, Huang X, Liu Y, Zha W, Hao H, Zhang Y, Liu L, Gu S, Huang Q, Zheng Y, Sun J. Metabolomic investigation into variation of endogenous metabolites in professional athletes subject to strength-endurance training // J Appl Physiol. 2009;106(2):531–538.

44. Zauber H, Mosler S, von Heßberg A, Schulze WX. Dynamics of salivary proteins and metabolites during extreme endurance sports – a case study. Proteomics. 2012;12(13):2221–2235.

45. Argus CK, Gill ND, Keogh JW, Hopkins WG, Beaven CM. Changes in strength, power, and steroid hormones during a professional rugby union competition. J Strength Cond Res. 2009;23(5):1583–1592.

Ответственный за переписку:

Сиденков Андрей Юрьевич – аспирант кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России.

Тел.: +7(926)644-46-99

E-mail: sidenmma@gmail.com

Дата поступления статьи в редакцию: 08.04.2014

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

А. П. Ландырь, Е. Е. Ачкасов

МОНИТОРИНГ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ



В теоретической части книги представлены сведения о влиянии физической нагрузки на сердечно-сосудистую систему, частоте сердечных сокращений в покое и при физической нагрузке, а также о факторах, влияющих на частоту сердечных сокращений. Описаны регуляторные механизмы, позволяющие обеспечить адаптацию организма к изменяющимся условиям функционирования, и энергетические процессы, обеспечивающие организм энергией для выполнения мышечной деятельности.

В практической части книги приведены примеры использования мониторов для регистрации частоты сердечных сокращений, проведения анализа и оценки полученных данных разными категориями пользователей. Показано, что применение мониторов частоты сердечных сокращений при выполнении физических нагрузок позволяет сделать тренировочный процесс или курс лечебной физической культуры отслеживаемыми, дозируемыми, управляемыми и безопасными, что в целом значительно повышает их эффективность.

Книги можно заказать в редакции журнала
по телефону: 8 (499) 248-48-44
или по e-mail: sportmed@lenta.ru

РЕПРОДУКТИВНЫЙ ДИССОНАНС – КАК ОСНОВА ГЕНДЕРНОГО ПОДХОДА В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

Г. П. КАСЫМОВА

Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

Сведения об авторах:

Касымова Гульнара Пазылбековна – заведующая кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации Института последипломого образования Казахского Национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова, проф., д.м.н.

Reproductive dissonance as a basis of gender approach
in sports medicine

G. P. KASYMOVA

Kazakh National medical university named after S. D. Asfendiyarov, Kazakhstan, Almaty

Information about the authors:

Gulnara Kasymova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Sports Medicine and Medical Rehabilitation Department of the Institute of Postdegree Education of the Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov.

Цель исследования: изучение показателей репродуктивного здоровья юных спортсменок и разработка медико-организационных подходов по сохранению их генеративной функции, и репродуктивного потенциала. **Материалы и методы:** Исследование проведено в два этапа – в 1998 году (I этап) и в 2013 году (II этап) среди юных спортсменок, систематически занимающихся спортом, обучающихся в училище Олимпийского резерва и в спортивных колледжах. На I этапе обследовано 722, на II этапе – 735 человек. Контрольные группы составили школьницы не занимающиеся спортом, 128 и 122 человека, соответственно. В связи с проведением анализа тренировочных занятий юных спортсменок, опрошено 74 (1998 год) и 72 (2013 год) тренеров женских команд. **Результаты:** Интенсивные спортивные тренировки, начатые в пре- и пубертатном периодах, тормозят процесс созревания женской половой системы, проявляющейся в задержке полового развития и нарушении менструальной функции. С увеличением возрастного ценза, при недозированных тренировочных нагрузках, имеет место нарастание показателей нарушений овариально-менструального цикла и гинекологической патологии. **Выводы:** Отсутствие учета физиологических особенностей женского организма, и его биологических ритмов тренерами женских команд, обосновывает необходимость разработки медико-организационных подходов по совершенствованию тренировочных и соревновательных нагрузок для юных спортсменок. Проведение мониторинга за состоянием здоровья юных спортсменок, своевременное проведение лечебно-реабилитационных мероприятий, в том числе, лечение воспалительных заболеваний женской половой сферы, а также взаимодействие тренерского состава со спортивными врачами, позволит повысить эффективность тренировочных и соревновательных мероприятий, и сохранить репродуктивный потенциал данного контингента.

Ключевые слова: репродуктивное здоровье; диссонанс; гендерный подход; половое развитие; тренировочный процесс.

Objective: to study indicators of reproductive health of young female athletes and to develop a medical based approach for preservation of their fertility and potentials of sexual reproduction. **Materials and methods:** the research was conducted in Almaty (Republic of Kazakhstan) and had two stages: (1) in 1998, and (2) in 2013. Each stage had two survey groups: (1) young female athletes from the School of the Olympic reserve and sports colleges (n=722 in 1998, and n=735 in 2013), and the control group – sedentary girls of the same age (n=128 in 1998, and n=122 in 2013). To study specifics of training 74 coaches in 1998 and 72 in 2013 were also surveyed. **Results:** the intensive sports trainings which usually begin in prepubertal and pubertal periods, slow down the process of maturing of the female reproductive system and that can result is a delay of sexual development and damages of menstrual function. Inadequate physical loads during training sessions, which increase with age and qualification of a female athlete, damage the ovarian and menstrual cycles and increase the risk of development of a gynecologic pathology. **Conclusions:** it is crucial for both coaches and doctors to consider physiological features of a female organism, and its biological rhythms in sports training and health management of young female athletes. Monitoring of health of young female athletes, and timely medical and rehabilitation interventions, including treatment of inflammatory diseases of the reproductive system, and also close cooperation of sports coaches and sports physicians, will allow to increase efficiency of training, and to keep the potential of sexual reproduction.

Key words: reproductive health; gender approach; sexual development; training process.

Введение

Накануне празднования 120-летнего юбилея первых современных Олимпийских игр, с особым интересом отслеживается феминистическая тенденция в спорте, проявляющиеся как в широком вовлечении женщин в изначально мужские виды спорта, так и приближением в ряде видов женских достижений – к мужским [1].

В программах первых Олимпийских Игр не было предусмотрено участие женщин, и только с 1924 года Международный Олимпийский Комитет предусмотрел право спортсменок на участие в отдельных видах спорта.

По истечению 90-летнего периода участия женщин в Олимпийском движении, когда в целом чисто «мужских» видов спорта входят только два – водное поло и современное пятиборье, борьба за олимпийские медали приобретает не только политический характер и сугубо спортивный интерес, не зная на природные и морфофункциональные особенности женского и мужского организмов, но и необходимость глубокого переосмысления проблемы репродуктивного здоровья девочки, девушки и женщины – спортсменки, являющейся национальным достоянием. Тем не менее, за пятьдесят лет женские спортивные результаты вплотную продвинулись к мужским, то есть, за очень короткий срок женщины прошли спортивную дистанцию, на которую мужчины – спортсмены затратили более полутора века (пауэрлифтинг, гребной спорт и др.)

У юных спортсменок в отдельных видах спорта отмечается задержка полового созревания. Интенсивные спортивные тренировки, начатые в препубертатном периоде, тормозят процесс созревания женской половой системы, что особенно выражено в начальном периоде полового развития. При этом, начало полового созревания у девочек при ранней спортивной специализации (гимнастики, плавания, фигурном катании) отодвигается к 15–18 годам и даже на более поздние сроки [2, 3].

Установлено, что нарушения функции половой системы у девочек – спортсменок наиболее часто проявляется в виде задержки полового развития и расстройств менструального цикла (олиго – опсоменорея и вторичная аменорея). При углубленном обследовании у 71% спортсменок с нарушением функций половой системы выявлена гипоплазия матки; в 53,7% случаев имело место выраженная форма патологий, характеризовавшаяся отсутствием или значительным отставанием развития вторичных половых признаков (на 3 года), отсутствием менструации до 16–17 лет или длительно не устанавливаемом менструальном цикле при позднем менархе (после 15 лет), резкой гипоплазии наружных и внутренних половых органов [4].

Наряду с маскулинизацией фенотипа и гормональными нарушениями, отрицательное влияние чрезмерных тренировочных нагрузок, проявляется в расстройствах овариально-менструального цикла и регистрируются у девушек, начавших заниматься спортом в возрасте 5-9 лет, то есть, до наступления менструаций – у 40%. При

этом, частота нарушений менструального цикла у девушек, не имеющих спортивных нагрузок, составляет 7,5%. Доказана чувствительность яичников к физическим и психо-эмоциональным нагрузкам, в частности, физические нагрузки вызывают в яичнике нарушения как гормональной, так и репродуктивной функции [5–7].

По материалам отечественной и зарубежной литературы у юных спортсменок выявлено наиболее значимые формы патологии репродуктивной системы:

1. **Задержка полового развития.** В соответствии с общепринятым мнением педиатров, детских эндокринологов и гинекологов под задержкой полового развития подразумевается отсутствие вторичных половых признаков в 13–14 лет; менархе – в 15 лет и старше. Задержку полового развития у девочек – спортсменок специалисты связывают с физическими нагрузками, которые способствуют угнетению гонадотропной функции гипофиза, ведущей к гипофункции яичников. Гипофункция яичников, в свою очередь, приводит к недоразвитию вторичных половых признаков и позднему менархе. При исследовании гормонального профиля у этих спортсменок кроме гипоестрогении определяется и относительная гиперандрогения (увеличение 17-кетостероидов) с преобладанием фракций с большей андрогенной активностью. При этом, имеет место значительное снижение (в два и более раз) удельного веса 11-оксикортикостероидов, свидетельствующее об уменьшении количества глюкокортикоидов (кортизола)

2. **Нарушение менструальной функции.** Следует выделить следующие виды патологии:

– Аменорея (первичная и вторичная) – отсутствие менструации. Причинами первичной аменореи (отсутствия менархе) являются хромосомные aberrации, агонализм, дисгенезия гонад, псевдогермафродитизм и тестикулярная феминизация. При вторичной аменорее менархе имеет место, но после некоторого времени менструации протекают реже, и затем полностью исчезают.

– Дисменорея – нарушение количества и ритма менструации, включающие: олиго (гипо) или опсоменорею – малые, скудные и редкие менструации; полименорею – продолжительные, обильные менструации.

Нарушения менструальной функции связывают с эндокринными причинами – угнетением гонадотропной функцией гипофиза (снижением ФСГ и ЛГ), и связанной с ней гонадной функцией: снижением эстрогенов и прогестерона [8-10].

3. **Маскулинизация,** связанная с эндокринными причинами – угнетением гонадотропной функцией гипофиза. Маскулинизация проявляется в субпопуляции спортсменок в 66,0–84,7% и клинически проявляется атлетическим (мужским или интерсексуальным) морфотипом, характеризующимся высоким ростом, узким тазом и широкими плечами; гипоплазией грудной железы и матки; грубым голосом, нередко, внешним мальчишеским видом. Высокую частоту клинических проявлений маскулинизации исследователи связывают с

надпочечниковой гиперандрогенией. Высокая частота атлетического морфотипа (70–90%) среди высококвалифицированных спортсменок дает основание полагать, что тяжелая репродуктивная патология объясняется проявлением гиперандрогении, которая возникает у женщин больных или носительниц патологического гена наследственного эндокринного заболевания – аденогенитального синдрома, который характеризуется увеличением количества мужских половых гормонов в женском организме, и в свою очередь, формируют столь высокую частоту патологии [11].

4. Гинекологическая заболеваемость воспалительного и нейроэндокринного генеза. Результаты многочисленных отечественных и зарубежных исследований раскрывают проблему своевременной коррекции функций гонад у спортсменок всех возрастных групп. Важность данной проблемы обусловлена тем, что возникшие в пре- и пубертатном периоде нарушения менструальной функции зачастую остаются и в репродуктивном периоде. В то же время, своевременное выявление и лечение заболеваний половой системы у юных спортсменок – будущих матерей являются одним из эффективных средств ранней профилактики акушерской и гинекологической патологий и у их потомства.

Значительная роль в генезе нарушений репродуктивной системы (бесплодие, осложнения беременности и родов, нарушения сексуальной функции) принадлежит гормональным расстройствам, которые встречаются у женщин с данной патологией в 23,0–71,4% случаев. Среди гормональных причин нарушений репродуктивной функции важная роль принадлежит также гиперандрогенно-патологическому состоянию, обусловленному изменением биосинтеза, секреции и метаболизма андрогенов в организме женщины. При этом, 46–77% нарушений овариально-менструального цикла, 60–74% эндокринного бесплодия, 21–74% невынашивания и угроза прерывания беременности сопровождается гиперандрогенией. Частота восстановления генеративной функции при гиперандрогении остается низкой и не превышает 40% среди бесплодных женщин. Указывается на возрастающую частоту гиперандрогении среди спортсменок. Ее нередко называют «болезнью века» и связывают с научно-техническим прогрессом, повышением психологической напряженности, усилением физической активности, влиянием стрессовых ситуаций. В последние годы увеличивается частота классических, а также так называемых «стертых» или смешанных форм патологии с нетипичной симптоматикой, представляющих значительную сложность в диагностике и, следовательно, в лечении и реабилитации [12].

Наряду с влиянием физических нагрузок на основные параметры сердечной деятельности [13, 14], установлена четкая связь между частотой нарушений функции половой системы у спортсменок и объемом тренировочных нагрузок. Значительные по объему и интенсивности физические нагрузки, особенно чрезмерные, в сочета-

нии с психоэмоциональным и физическим перенапряжением, способны спровоцировать развитие различных форм патологии эндокринной и репродуктивной системы. Учитывая, что систематические физические нагрузки усиливают продукцию соматотропного, аденокортикотропного и тиреотропного гормонов гипофиза, и угнетают выработку гонадотропного гормона, безусловно, значительно высока вероятность развития нарушений половой системы у спортсменок при больших по объему и интенсивности физических нагрузок.

У девушек имеет место двухфазное действие физических нагрузок на продукцию гонадотропного гормона. Так, в первые три года занятий спортом отмечается активация гонадотропной функций гипофиза, которая затем сменяется ее торможением. Чрезвычайно опасны интенсивные физические нагрузки для функций половых желез у девушек – подростков. Даже при тренировках, длительность которых составляет 5–8 часов в неделю, и особенно при 18-часовой и более нагрузке в неделю у девушек наблюдается задержка полового развития, имеют место дис-, гипо- и аменорея, а также гипоплазия половой сферы. При этом, чем раньше девочки начинают спортивные тренировки, тем больше опасность развития у них предпатологических и патологических изменений женской половой сферы.

Важность выявления и профилактики задержки полового развития, и нарушения менструальной функции у спортсменок не вызывает сомнений. В связи с этим, следует обращать особое внимание на факторы риска при отборе детей и подростков для занятий спортом, проводить углубленное обследование девочек для оценки темпов полового созревания и выявления хронических экстрагенитальных заболеваний. При появлении признаков задержки полового развития или нарушений менструального цикла, спортсменок следует отстранять от тренировок и направлять на гинекологическое обследование [15–17].

При изучении эпидемиологии, патогенеза и факторов риска репродуктивных нарушений у спортсменок, исследователи обратили внимание на частое сочетание у этих девушек расстройств пищевого поведения, аменореи и остеопороза. Данный феномен имел отражение в описанном Американской Ассоциацией спортивной медицины в 1992 году синдроме «Female Athlete Triad» («Триада женщины – спортсменки») [18].

В соответствии с литературными данными, триада встречается с частотой от 5% до 72%, и зависит от вида спорта. Расстройства пищевого поведения представлены следующими нозологическими формами: нервной анорексией, нервной булимией и некоторыми другими формами. Среди спортсменок наиболее часто встречаются нервная анорексия или близкие к ней состояния: чрезмерное самоограничение в пище, применение продуктов питания с низким содержанием калорий, ограничение в рационе жиров и углеводов, патологические способы контроля массы тела: искусственно вызывае-

мая рвота, прием анорексигенных препаратов, слабительных, диуретиков.

Нервная анорексия – синдром, проявляющийся дисморфоманией и сознательным отказом от пищи, что приводит к нейроэндокринным и метаболическим нарушениям в организме, истощению и к кахексии. Среди спортсменок данный показатель колеблется от 15% до 62%.

Ключевым фактором, «запускающим» развитие Триады, является снижение секреции гонадотропин-рилизинг гормона в гипоталамусе. Вследствие этого, нарушается секреция гонадотропных гормонов гипофиза и развивается гипогонадотропная недостаточность яичников.

Прогрессирующая гипоестрогемия неминуемо приводит к потере костной массы и остеопорозу. В основе повреждения гипоталамических функций у спортсменок могут лежать следующие причины: дефицит массы тела и изменение состава тела; психологический стресс и/или стресс, связанный с физической нагрузкой; недостаточное энергетическое обеспечение одновременно и локомоторной, и репродуктивной функции спортсменки [18]. То есть расстройства репродуктивной функции у спортсменок могут быть обусловлены одним из вышеописанных механизмов или их сочетанием. Развитие гонадотропной недостаточности яичников сопровождается снижением выработки половых стероидов и ановуляцией, что приводит к появлению ряда неблагоприятных последствий со стороны репродуктивной системы и многих других систем организма спортсменки.

Целью проведенного комплексного исследования явилось изучение показателей репродуктивного здоровья юных спортсменок и разработка медико-организационных подходов по сохранению их генеративной функции, и репродуктивного потенциала.

Важным моментом было изучение динамики вышеуказанных индикаторов в период проведенных исследований – в 1998 и в 2013 годах, (15-летний период), позволившие определить различие при оценке полового развития и становления менструального цикла, а также выявить нарушения репродуктивного здоровья юных спортсменок.

Материалы и методы

При отслеживании признаков полового развития юных спортсменок, в основу взяты возрастные критерии пубертата у девочек, разработанные Улановой Л.Н. с соавт., 1997 [19]. Сокращено обозначая вторичные половые признаки, как: Ма – молочные железы; Р – лобковое оволосение; Ах – подмышечное оволосение, нами принят отчет полового развития с нулевой стадии, то есть, с Ма0Р0Ах0 – отсутствие зрелости до Ма3Р3Ах3 – до полной половой зрелости.

Исследование частоты нарушений овариально-менструального цикла (ОМЦ) проводили по установленным формам нарушений (аменореи, опсоменореи, олигоменореи и полименореи). При этом характер на-

рушений ОМЦ и возраст наступления менархе исследованы в зависимости от возраста привлечения девочек к систематическим занятиям спортом.

Проведен анализ тренировочных занятий спортсменок. По разработанной нами анкете опрошено 74 в 1998 году (группа А) и 72 в 2013 году (группа В) тренеров женских команд. Результаты проведенного анкетирования тренерского состава позволили, в достаточной степени, разработать медико-организационные подходы по оптимизации тренировочного процесса у спортсменок.

Лонгитудинальное исследование проведено в г. Алматы (Казахстан) среди юных спортсменок, систематически занимающихся спортом в училище Олимпийского резерва и в спортивных колледжах. Исследование включало два этапа: I этап – 1998 год и II этап – 2013 год (15-летний период). В связи с этим, все спортсменки, которые были обследованы на I этапе составили группу А, на II этапе – группу В.

При расчете необходимого числа обследованных юных спортсменок, мы использовали формулу И.Г. Лавровой, 1984 [20]:

$$N = \frac{t^2 \cdot p^2}{\Delta^2},$$

где N – число обследованных; t – критерии достоверности (при $P = 95\%$, $t = 2$); Δ – доверительный интервал (предельная ошибка составляет 0,1);

За результирующий признак взято число школьниц, занимающихся спортом. При ранее проводившихся исследованиях установлено, что на каждые 200 школьниц г. Алматы только одна занимается спортивной деятельностью, то есть показатель степени распространенности (p) составляет на 100 – 0,5.

Подставив в формулу значение P , получаем:

$$N = \frac{t^2 \cdot p^2}{\Delta^2} = \frac{2^2 \cdot 0,5^2}{0,1^2} = \frac{4 \cdot 0,25}{0,01} = 100.$$

На основе расчета выборочной совокупности, нами в каждом из избранном виде спорта, обследовано не менее 100 юных спортсменок.

Результаты

Динамика сроков появления вторичных половых признаков у юных спортсменок изучена в следующих видах спорта: гимнастика (художественная, спортивная); легкая атлетика, плавание, волейбол, баскетбол, гандбол, дзю-до, самбо, футбол, хоккей. Контрольную группу составили школьницы общеобразовательных школ, не занимающиеся спортом.

Полученные данные свидетельствуют, что первым признаком полового созревания у юных спортсменок является увеличение молочных желез (Ма), затем оволосение лобка (Р) и подмышечных впадин (Ах).

Во всех одиннадцати видах спорта: художественной и спортивной гимнастике, легкой атлетике, плавании,

волейболе, баскетболе, гандболе, дзю-до, самбо, футболе и хоккее отмечено запаздывание времени появления признаков полового развития и замедление последовательности их появления (табл. 1 и 2). Выраженность задержки полового развития (ЗПР) особенно наблюдается у девочек, занимающихся художественной и спортивной гимнастикой, легкой атлетикой, плаванием и игровыми видами спорта (волейболом, баскетболом и гандболом), в меньшей степени, при занятиях единоборствами (дзюдо, самбо) и футболом, и хоккеем.

Изучение задержки полового развития юных спортсменок позволило определить ЗПР, как в целом, так и целенаправленно от спортивной специализации (табл. 3).

В 12-летнем возрасте, то есть, через 3-4 года после начала систематических занятий спортом, ЗПР наблюдается у 46,8% (табл. 2) юных спортсменок. Наибольшая величина показателя отмечается у гимнасток (71,4%), легкоатлеток (56,2%), представительниц игровых видов спорта: волейболисток, баскетболисток, гандболисток (51,5%), в меньшей степени, изученный показатель установлен у юных спортсменок, занимающихся плаванием (38,8%), в «мужских» видах спорта: дзюдо, самбо (32,1%) и среди юных хоккеисток и футболисток (30,8%).

В возрасте 13 лет ЗПР зарегистрировано у 41,0% юных спортсменок. В этом возрасте остается высоким данный показатель у занимающихся художественной и

Таблица 1

Сроки (возраст в годах) появления вторичных половых признаков у юных спортсменок (группа А)

Исследуемые признаки	Спортивная специализация						
	Гимнастика (художественная, спортивная), n=117	Легкая атлетика, n=126	Плавание, n=108	Волейбол, баскетбол, гандбол, n=136	Дзюдо, самбо, n=121	Футбол, хоккей, n=114	Контрольная группа, n=128
I стадия							
Ma1	12,9 ± 1,3	10,9 ± 1,5	10,8 ± 1,2	10,7 ± 1,0	10,6 ± 1,4	10,5 ± 1,7	10,0 ± 1,1
P1	13,4 ± 1,0	11,0 ± 1,4	11,8 ± 1,8	11,3 ± 1,2	11,2 ± 1,7	11,2 ± 1,3	11,0 ± 1,4
Ax1	14,4 ± 1,6	12,2 ± 1,1	12,6 ± 0,9	12,0 ± 1,5	12,0 ± 1,3	12,0 ± 1,5	11,9 ± 1,6
II стадия							
Ma2	14,2 ± 1,1	12,6 ± 1,9	12,3 ± 1,4	12,5 ± 1,0	12,5 ± 1,5	12,6 ± 1,7	12,2 ± 1,2
P2	14,8 ± 1,2	14,5 ± 1,0	13,5 ± 1,6	14,8 ± 1,3	13,5 ± 1,7	13,3 ± 1,2	12,5 ± 1,3
Ax2	15,6 ± 1,4	14,9 ± 1,5	13,8 ± 1,8	15,0 ± 0,9	13,8 ± 1,6	13,6 ± 1,1	12,8 ± 1,5
III стадия							
Ma3	16,4 ± 1,5	14,8 ± 1,7	14,0 ± 1,9	15,1 ± 1,2	15,0 ± 1,8	14,5 ± 1,6	13,5 ± 0,9
P3	17,0 ± 1,0	16,9 ± 0,9	15,5 ± 1,4	16,0 ± 1,3	15,5 ± 1,0	15,5 ± 1,5	14,9 ± 1,7
Ax3	17,9 ± 1,2	17,2 ± 0,6	16,0 ± 1,3	17,0 ± 1,8	16,0 ± 1,2	16,0 ± 1,4	15,2 ± 1,2

Таблица 2

Сроки (возраст в годах) появления вторичных половых признаков у юных спортсменок (группа В)

Исследуемые признаки	Спортивная специализация						
	Гимнастика (художественная, спортивная), n=112	Легкая атлетика, n=118	Плавание, n=125	Волейбол, баскетбол, гандбол, n=134	Дзюдо, самбо, n=128	Футбол, хоккей, n=118	Контрольная группа, n=122
I стадия							
Ma1	12,5 ± 1,5	10,3 ± 1,8	10,1 ± 0,9	10,0 ± 1,7	10,2 ± 1,5	10,1 ± 1,0	9,2 ± 0,9
P1	12,8 ± 1,8	10,8 ± 1,4	11,2 ± 1,6	10,7 ± 1,8	10,8 ± 1,1	10,9 ± 1,5	10,6 ± 1,2
Ax1	13,8 ± 1,0	11,7 ± 1,3	11,9 ± 1,7	11,3 ± 1,5	11,8 ± 1,3	11,9 ± 1,6	11,0 ± 1,6
II стадия							
Ma2	13,6 ± 1,4	12,0 ± 1,0	11,9 ± 1,4	11,8 ± 1,1	12,0 ± 1,7	12,1 ± 1,8	11,3 ± 1,4
P2	14,0 ± 1,2	13,9 ± 1,3	12,6 ± 1,5	13,9 ± 1,8	12,8 ± 1,4	12,4 ± 1,6	11,8 ± 1,7
Ax2	14,9 ± 1,1	14,2 ± 1,5	12,9 ± 1,4	14,3 ± 1,7	13,2 ± 1,5	13,0 ± 1,3	11,9 ± 1,0
III стадия							
Ma3	15,8 ± 1,7	14,0 ± 1,0	13,6 ± 1,4	14,5 ± 1,2	14,5 ± 1,5	13,7 ± 1,3	12,9 ± 1,1
P3	16,5 ± 1,3	15,9 ± 1,6	15,7 ± 1,5	15,5 ± 1,8	14,9 ± 1,0	15,0 ± 1,4	14,0 ± 1,5
Ax3	17,0 ± 1,1	16,4 ± 1,5	15,9 ± 1,3	16,2 ± 1,7	15,2 ± 1,9	15,8 ± 1,2	14,3 ± 1,3

спортивной гимнастикой (63,7%), в игровых видах спорта: волейболе, баскетболе, гандболе (47,2%), в легкой атлетике (43,4%).

ЗПР в 14-летнем возрасте наблюдается у более трети юных спортсменов (35,6%). Максимальные величины данного показателя отмечены в аналогичных видах спорта: у более половины девочек, имеющих систематические занятия по художественной и спортивной гимнастике (52,6%), волейболу, баскетболу и гандболу (40,1%), легкой атлетике (38,8%).

К периоду собственно пубертата и постпубертата, включительно 17-летний возраст, ЗПР зарегистрировано у 32,1%, в том числе у половины гимнасток (50,6%), более трети представительниц игровых видов спорта: волейбол, баскетбол, гандбол (37,6%) и легкоатлеток (36,2%). В данном возрасте ЗПР отмечена у четверти юных спортсменов (25,9%), занимающихся плаванием. При этом, почти у каждой пятой юной спортсменки имеет место ЗПР систематически занимающихся «мужскими» видами спорта: дзюдо и самбо (22,6%), хоккеем и футболом (19,5%).

Столь высокая частота ЗПР среди юных спортсменов объясняется систематическими недозированными физическими нагрузками и целенаправленным первичным отбором девочек для занятий вышеназванными видами спорта с ретардацией полового развития.

Динамика сроков появления вторичных половых признаков у юных спортсменов выглядит следующим образом. По истечению 15-летнего периода, анализируемые показатели сроков появления вторичных половых признаков у юных спортсменов, исследуемые в 2013 году достоверно отличаются от аналогичных показателей, имеющих место при исследовании 1998 года (табл. 1, 2), как при сравнении у юных спортсменов, так и у представительниц контрольной группы (девочек и девушек, не занимающихся спортивной деятельностью).

Установлено, что в целом, сроки появления вторичных половых признаков во времени у юных спортсменов и у лиц контрольной группы В (табл.2) наступают значительно быстрее, сохраняется последовательность их появления по сравнению с группой А (табл. 1). При этом, во всех сравниваемых группах установлена достоверность исследуемых параметров ($p < 0,05$ и $p < 0,01$), что в достаточной степени, отражает феномен акселерации лиц женского пола в возрастной категории 12–17 лет.

Тем не менее, высокий удельный вес юных спортсменов, имеющих ЗПР, позволяет констатировать проблематичность ситуации по репродуктивному здоровью данного контингента (табл. 3 и 4).

В то же время в сравнительном аспекте на фоне улучшения сроков полового развития в

группе В при сопоставлении с группой А, в целом, остается высоким удельный вес юных спортсменок с ЗПР как в структуре каждой возрастной группы, так и в каждой из избранной спортивной специализации, что обуславливает возможность полагать: интенсивные спортивные тренировки, начатые в пре- и пубертатном периоде, тормозят процесс созревания женской половой системы. Особенно эти влияния выражены в начальный период полового развития, отмечено запаздывание времени появления признаков полового развития и замедление последовательно их появления.

До последнего времени проблеме влияния повышенных спортивных нагрузок на становление функции женской половой системы не уделялось должного внимания. Однако, женская половая система, особенно в пубертатный период своего развития весьма чувствительна к влиянию различных факторов среды, в том, числе, и к влиянию физических нагрузок.

Приспособляемость к большим физическим нагрузкам у женщин выражена в меньшей степени, чем у мужчин. При идентичных условиях состояние утомления у девочек, девушек и женщин наступает быстрее и бывает более выраженным, чем у мужчин. Наряду с этим, многочисленными исследованиями показано, что интенсивные тренировки в период менструации могут привести к перенапряжению сердца, к отклонениям в деятельности

Таблица 3

Задержка полового развития у юных спортсменов (в %), группа А

Спортивная специализация	Возраст (годы)			
	12	13	14	17
Гимнастика (художественная, спортивная)	71,4	63,7	52,6	50,6
Легкая атлетика	56,2	43,4	38,8	36,2
Волейбол, баскетбол, гандбол	51,5	47,2	40,1	37,6
Плавание	38,8	35,0	29,7	25,9
Дзю-до, самбо	32,1	30,1	28,9	22,6
Хоккей, футбол	30,8	26,6	23,5	19,5
Средний показатель	46,8	41,0	35,6	32,1

Таблица 4

Задержка полового развития у юных спортсменов (в %), группа В

Спортивная специализация	Возраст (годы)			
	12	13	14	17
Гимнастика (художественная, спортивная)	60,5	55,8	50,7	43,2
Легкая атлетика	50,7	41,1	35,4	30,6
Волейбол, баскетбол, гандбол	47,4	40,5	36,8	30,1
Плавание	32,8	30,4	25,7	22,9
Дзю-до, самбо	27,1	25,8	24,3	20,3
Хоккей, футбол	25,7	23,6	21,8	18,1
Средний показатель	40,7	36,2	32,5	27,5

сти коры надпочечников и гонад, которые в ряде случаев вызывают появление вторичной аменореи.

При изучении менструальной функции (МФ) у спортсменок, нами получены данные свидетельствующие, что на характер ОМЦ, и его нарушения влияет возраст привлечения к систематическим занятиям спортом. Наиболее часто встречающимися формами нарушений ОМЦ у спортсменок различных специализаций являются: аменорея, опсоменорея, олигоменорея и полименорея.

У девочек, приступивших к занятиям спортом в возрасте 7–9 лет, частота нарушений МФ составляет 72,4%, при начале занятий в 10–12 лет, частота нарушений МФ несколько снижается (64,5%) (табл. 5). У юных спортсменок, которые начали заниматься в период пубертата (13–14 лет) процент нарушений МФ снизился (52,8%), тем не менее, нарушения МФ прослеживается и у девочек, начавших заниматься спортом в постпубертатный период – 15–17 лет (32,3%).

Анализ менструальной функции у юных спортсменок при начале занятий в 7–9 лет показывает, что наибольшая частота нарушений ОМЦ в виде аменореи, олигоменореи, опсоменореи, полименореи зарегистрирована среди гимнасток (98,8%), легкоатлеток (92,5%) и пловчих (90,4%). При начале занятий спортом в 10–12 лет, наибольший процент девочек с нарушением ОМЦ также отмечен в этих же видах спорта. В возрасте 13–14 лет наибольшая частота нарушений МФ наблюдается в группе легкоатлеток (75,4%), а наименьшая – у девочек, занимающихся дзю-до и самбо (21,3%). Однако, в 15–17 лет минимальный процент нарушений ОМЦ зарегистрирован у девочек, занимающихся футболом и хоккеем (13,6%), в то время, как наибольший процент установлен у гимнасток (62,4%).

Следовательно, в зависимости от возраста, в котором организм девочек начинает испытывать влияние повышенных физических нагрузок, нарушение половой функции проявляется как в задержке полового разви-

тия, так и в нарушении МФ. Наше замечание служит дополнением к выводам ряда ученых об угнетающем влиянии ежедневной спортивной нагрузки на функцию половой системы у девочек. Имеются данные об угнетающем влиянии спортивной нагрузки продолжительностью в 5–8 часов в неделю на функцию гонад у девочек [5, 11, 21, 22].

Исследование частоты нарушений МФ у спортсменок проведенное в группе В показывает, что данная патология также сохраняется (табл. 6). У юных спортсменок, начавших заниматься в 7–9 лет, частота нарушений составляет – 55,2% (у каждой второй); в 10–12 лет – 48,0%; в 13–14 лет – 39,7% и в период 15–17 лет – 22,1% (у каждой пятой). Максимальные показатели нарушений МФ зарегистрированы у девочек, занимающихся гимнастикой, легкой атлетикой, плаванием, игровыми видами спорта (волейболом, баскетболом, гандболом). Однако, несмотря на минимальные показатели нарушений МФ зарегистрированы у футболисток и хоккеисток, почти у каждой девятой девочки (10,8%), занимающейся данными видами спорта, выявлено нарушение МФ.

Среди вторичных половых признаков важное место принадлежит возрасту появления менархе – первому менструальному кровотечению. Результаты исследования показывают, что средний возраст менархе у девочек, не занимающихся спортом, составляет 12,3 года (группа А) и 12,0 года (группа В) (табл. 7).

Наибольшие сроки запаздывания менархе среди юных спортсменок отмечены в группе гимнасток, легкоатлеток, спортсменок, занимающихся плаванием и игровыми видами спорта (волейболом, баскетболом, гандболом).

По среднему возрасту менархе юные спортсменки отстают от девочек, не занимающихся спортом, что свидетельствует о значительной ретардации полового созревания. Несмотря на то, что позднее наступление менархе, нередко объясняется целенаправленным отбором девочек для занятий спортом с некоторой ретарда-

цией полового развития, основным фактором следует считать влияние систематических недозированных тренировочных нагрузок и специфических особенностей тренировок на организм девочек.

Характер и наличие заболеваний, половых органов представляют собой важный фактор оценки репродуктивной системы спортсменок.

Анализ гинекологической заболеваемости юных спортсменок на момент обследования выявил следующий уровень гинекологической патологии в группе А и в группе В соответственно в воз-

Таблица 5

Частота нарушений менструальной функции у спортсменок различных специализаций (группа А)

Спортивная специализация	Частота нарушений МФ (в %)			
	При начале занятий спортом в возрасте			
	7–9 лет	10–12 лет	13–14 лет	15–17 лет
Гимнастика (художественная, спортивная)	98,8	88,9	72,8	62,4
Легкая атлетика	92,5	84,6	75,4	35,4
Плавание	90,4	78,8	64,6	34,7
Волейбол, баскетбол, гандбол	80,2	71,5	60,2	31,5
Дзю-до, самбо	40,3	34,6	21,3	16,0
Хоккей, футбол	32,2	28,8	22,3	13,6
Средний показатель	72,4	64,5	52,8	32,3

Частота нарушений менструальной функции (МФ) у спортсменок различных специализаций (группа В)

Спортивная специализация	Частота нарушений МФ (в %)			
	При начале занятий спортом в возрасте			
	7–9 лет	10–12 лет	13–14 лет	15–17 лет
Гимнастика (художественная, спортивная)	76,3	66,5	58,4	43,7
Легкая атлетика	71,8	65,9	50,1	23,8
Плавание	70,2	61,3	49,8	22,6
Волейбол, баскетбол, гандбол	61,8	55,7	47,1	19,7
Дзю-до, самбо	29,4	22,1	19,8	12,2
Хоккей, футбол	21,8	16,7	12,7	10,8
Средний показатель	55,2	48,0	39,7	22,1

Возраст появления первой менструации (менархе) у юных спортсменок в отдельных видах спорта

Спортивная специализация	Возраст (годы)	
	Группа А	Группа В
Гимнастика (художественная, спортивная)	14,7	14,5
Легкая атлетика	14,6	14,2
Плавание	14,5	14,1
Волейбол, баскетбол, гандбол	13,9	13,6
Дзю-до, самбо	12,7	12,6
Хоккей, футбол	12,6	12,5
Контрольная группа	12,3	12,0

расте: 7–9 лет – 153,8‰ и 87,5‰; в возрасте 10–12 лет – 215,6 ‰ и 160,9‰; 13–14 лет – 318,2‰ и 279,7‰; 15–17 лет – 347,8‰ и 283,3‰.

Среди юных спортсменок 7–9 лет, соответственно, в группе А и В, вульвовагиниты составили 57,7‰ и 34,9‰; гипоплазия половых органов 38,5‰ и 17,2‰; сальпингофориты 19,2‰ и 11,5‰; киста яичников 19,2‰ и 10,9‰. В возрастной группе спортсменок 10–12 лет, в структуре гинекологической заболеваемости также выявлены вульвовагиниты (58,8‰ и 41,4‰), сальпингофориты (39,2‰ и 28,7‰), киста яичника (39,2‰ и 24,5‰), гипоплазия половых органов (78,4‰ и 64,3‰). В возрасте 13–14 лет каждая третья юная спортсменка имеет гинекологическое заболевание (318,2‰ и 279,7‰). Отмечен высокий удельный вес нарушений менструального цикла (181,8‰ и 169,4‰), имеют место эрозии шейки матки (68,3‰ и 57,8 ‰), гипоплазия половых органов (45,4‰ и 35,6‰), сальпингофориты (22,7‰ и 16,9‰). В структуре гинекологической заболеваемости спортсменок 15–17 лет следует отметить нарушения овариально-менструального цикла (228,2‰ и 195,4‰), воспалитель-

ные заболевания шейки матки (86,9‰ и 67,4‰), вульвовагиниты (10,9‰ и 8,2‰), кисту яичника (10,9‰ и 4,1‰).

Отмечается зависимость роста гинекологической патологии от возраста спортсменок. При этом, обращает на себя внимание рост показателей не только общей гинекологической заболеваемости с возрастным цензом, но и увеличение показателей нарушений ОМЦ. Так, в группе 13–14 лет, данный показатель соответствует 181,8‰ и 169,4‰, а у спортсменок 15–17 лет – 228,2‰ и 195,4‰.

Рекомендованное нами использование ультразвукового метода исследования внутренних половых органов у юных спортсменок как дополнительного метода диагностики позволило выявить заболевания гениталий у юных спортсменок соответственно в группе А, в группе В в возрасте 7–9 лет – в 50,0% и 64,6% случаев, в 10–12 лет – в 54,5% и 68,2% , в 13–14 лет – в 14,3% и 18,5% и в возрасте 15–17 лет – в 13,1% и 15,8% случаев, что является обоснованным и целесообразным методом, особенно в группе самых юных спортсменок, где другие методы гинекологического обследования являются не всегда приемлемыми.

Несмотря на значительное количество исследований, проведенных в области женского спорта, дающих право на создание разработки (специфической для женщины-спортсменки) системы тренировочного процесса, существенно отличающийся от тренировочного процесса мужчин, до сих пор, вся подготовка осуществляется на основании общих закономерностей теории спортивной тренировки для мужчин, с механическим переносом на женский организм.

До настоящего времени нет четких научно обоснованных предложений по совершенствованию медицинского обеспечения и развитию современных технологий, позволяющих обеспечить тренировочный процесс женщин без ущерба ее репродуктивного и соматического здоровья. До сих пор сохраняется постулат о незыблемости спорта, об отсутствии негативных явлений в спорте. Продолжение сохранения данной позиции чревато отрицательными тенденциями в состоянии здоровья и спортсменок, и спортсменок. Особенного внимания требует факт, что большие спортивные нагрузки, чреватые перетренированностью у женщин, в значительной большей мере, чем у мужчин, затрагивают гормональную систему и влекут за собой более обширные нарушения репродуктивной системы. При этом, краеугольным камнем является заключение о том, что забыта основная аксио-

ма репродуктивного здоровья женщины – естественной функцией женщин является воспроизводство населения, а стремление распространить сферу спортивных притязаний женщин на все спортивные специализации, освоенные мужчинами. И если женщины все-таки выполняют колоссальные физические нагрузки, которые вместе с психологической напряженностью, влияют на репродукцию, следует сформировать систему их подготовки, в первую очередь, направленную на безопасность их репродуктивного здоровья. То есть определить гендерный подход, нивелирующий репродуктивный дисбаланс женщин при занятиях спортом.

В настоящий момент подтверждена точка зрения, что при внедрении прогрессивных методов и средств тренировки, необходимо учитывать особенности женского организма. И примером тому могут служить результаты Лондонской Олимпиады (2012 г.) и Зимней Олимпиады (2014 г.), где блистательные победы спортсменок являлись достижением научно-обоснованных программ тренировки.

Тем не менее, проведенный нами анализ тренировочных занятий показывает, что тренировочный процесс спортсменок полностью осуществляется под руководством тренеров. Врачи не проводят контроля в процессе тренировок за состоянием здоровья спортсменок. В звене «врач-спортсмен-тренер», врач не занимает главенствующую позицию, а является лицом, к которому чаще всего обращаются за медицинской помощью в случае заболевания или травмы.

Тренера не учитывают изменений функционального состояния женского организма, обусловленного фазами менструального цикла. В связи с чем, 78,9% (группа А) и 72,6% (группа В) спортсменок осуществляют тренировку без снижения тренировочной нагрузки в период менструальной фазы цикла, соответственно, в группе А (92,0%) и в группе В (88,5%) принимали участие в соревнованиях во время менструаций, более половины (56,8%; 52,5%) тренировались в воде во время менструаций. Вместе с тем, у 52,8% и у 47,6% спортсменок проводились тренировки в холодном помещении, у 85,6% и 76,4% – в холодной воде. В то же время, 76,8% и 72,5% применяют гормональные препараты для сдвига менструальной фазы цикла во время соревнований, в большей части по совету тренеров.

Проведение корреляционного анализа показывает взаимосвязь между уровнем здоровья спортсменок и продолжительностью недельной тренировочной нагрузкой. Так, отмечена связь между уровнем здоровья спортсменок и количеством тренировок в неделю, соответственно, в группе А и В ($r = -0,70$; $r = -0,72$); проведением тренировочных занятий в менструальную фазу цикла ($r = -0,72$ и $r = -0,71$) и возрастом, при котором спортсменка начинает систематически заниматься спортом.

Многие тренера женских команд недостаточно серьезно относятся к анатомо-физиологическим особенностям женского организма. По результатам нашего

исследования определенную взаимосвязь различных показателей уровня спортивной подготовки с фазами менструального цикла отмечают, соответственно, 50,0% и 56,0% опрошенных тренеров. Как показывает опрос тренеров, никто из них не имеет четкого представления о динамике спортивной работоспособности спортсменок в зависимости от фаз менструального цикла. Одновременно с этим, более трети тренеров (37,2% и 34,1%) отмечали отрицательное влияние менструальной фазы цикла на физическую, тактическую и техническую подготовку спортсменок и ухудшение их состояния, приводящее к снижению контроля над своими эмоциями, а нередко, к агрессии по отношению к своим партнерам, тренерам и судьям. Теоретически допускают освобождение от участия в соревнованиях при плохом самочувствии, в связи с менструальным циклом, только 15,2% и 17,9% тренеров, в то время, как в практическом отношении данная мера не выполняется. Все опрошенные тренера не ведут учет менструальных дней своих воспитанниц, не учитывают особенности их организма в различные фазы менструального цикла, не дозируют тренировочные нагрузки. Нередко, тренера рекомендуют принимать различные медицинские препараты для изменения сроков наступления менструации (62,8% и 56,6%), если они совпадают с ответственными соревнованиями.

В то же время совершенно недопустимы большие физические нагрузки в дни так называемой анатомической менструации (за 1–2 дня до начала менструации). Имеется строгое противопоказание заниматься в воде в предменструальной и менструальной фазах цикла, что действительно не проводится. Однако в Германии с 1957 года имеется предписание тренерам не допускать к соревнованиям по плаванию спортсменок в дни менструации.

Результаты проведенного исследования позволили разработать медико-организационные подходы к построению тренировочного процесса для спортсменок:

— необходимо в тренировочных и соревновательных периодах учитывать специфичность каждого вида спорта и биологические особенности женского организма;

— наставникам женских команд необходимо регистрировать даты менструальных циклов своих подопечных и только с их учетом проводить тренировочную, и соревновательную нагрузку;

— спортсменкам всех специализаций следует вести записи менструальных периодов с внесением сведений о продолжительности, регулярности и различных отклонениях в различные фазы менструального цикла, и при наличии последних ставить в известность своих тренеров и врачей.

Данные о характере менструального цикла имеют большое значение, как для самой спортсменки, так и для тренера и спортивного врача в плане проведения врачебного контроля и организации рационального тренировочного процесса. В связи с этим, мы предлагаем введение дневников самоконтроля спортсменок, позволяющие проводить учет индивидуальных особенностей

организма тренирующихся, регулировать сроки проведения реабилитационных мероприятий и оптимизировать тренировочный процесс.

Таким образом, проведение динамического наблюдения за состоянием здоровья юных спортсменок, оценка сроков полового развития, своевременное лечение воспалительных заболеваний женской половой сферы, контроль за функциональным состоянием систем организма, назначение лечебно-реабилитационных мероприятий, совместная работа тренерского состава со спортивными врачами позволит оптимизировать систему подготовки юных спортсменок и сохранить их репродуктивный потенциал. Помимо этого, вышеперечисленные мероприятия являются важными компонентами профилактики профессиональных заболеваний и инвалидности спортсменок [23–25].

Выводы

1. Начало проведения интенсивных спортивных тренировок в пре- и пубертатном периоде способствует торможению процесса созревания женской половой системы. Данное воздействие выражено в начальный период полового развития и проявляется, как запаздыванием времени появления признаков полового развития, так и замедлением последовательности их появления.

2. В зависимости от возраста, в котором организм девочки начинает испытывать влияние повышенных физических нагрузок, нарушение половой функции проявляется, в задержке полового развития, и в нарушении менструальной функции. Позднее наступление менархе у юных спортсменок свидетельствует о значительной ретардации полового развития. Основным фактором позднего наступления менархе следует считать систематические недозированные тренировочные нагрузки и влияние специфических особенностей тренировочных занятий на организм девочек.

3. Параллельно с увеличением возрастного ценза у юных спортсменок отмечается нарастание показателей нарушений ОМЦ. Характер ОМЦ и его нарушения зависят от возраста привлечения юных спортсменок к систематическим занятиям спортом. Среди форм нарушений ОМЦ у спортсменок установлены: аменорея, опсоменорея, олигоменорея и полименорея. Наиболее высокая частота нарушений МФ установлена в исследуемых видах спорта: в гимнастике (художественной, спортивной), легкой атлетике, плавании, волейболе, баскетболе, гандболе, дзю-до, самбо, хоккее и футболе, зарегистрированных в 7–9 лет, наименьшая частота – в 15–17 лет. Во всех отобранных видах спорта возраст появления первой менструации (менархе) запаздывает по сравнению с девушками, не занимающимися спортом. Имеется зависимость роста гинекологической заболеваемости от возраста спортсменок, также как и увеличение показателей нарушений ОМЦ от их возрастного ценза.

4. Отсутствие учета физиологических особенностей женского организма и его биологических ритмов тре-

нерами, неразработанность прогрессивных методов, и средств тренировки в женском спорте, высокий уровень патологии репродуктивной системы, обосновывают необходимость разработки медико-организационных подходов по совершенствованию тренировочных и соревновательных нагрузок для юных спортсменок, способствующих сохранению их генеративной функции и репродуктивного потенциала.

Список литературы:

1. Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д., Талабум Е.А., Машковский Е.В., Сиденков А.Ю. Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменок // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №3. С. 7–14.
2. Левенец С.А. Влияние повышенных физических нагрузок на становление функции половой системы у девочек-спортсменок. Патология полового развития девочек и девушек. Киев: Здоровье, 1980. 172 с.
3. Абрамов В.В. Становление функции эндокринной и кардио-респираторной систем спортсменок пубертатного возраста. СПб., 1992. 347 с.
4. Соболева Т.С. Женский спорт в свете экологогенеративного диссонанса // Теория и практика физической культуры. 1997. №10. С. 45–47.
5. Кремера У. Дис., Рогола А.Д. Эндокринная система, спорт и двигательная активность. Пер. с англ. Киев: Изд-во Олимп. лит., 2008. 364 с.
6. De Souza M.J., Van Heest I., Demers L.M., Lasley B.L. Luteal phase deficiency in recreational runners: evidence for a hypometabolic state // Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2003. №88. P. 337–346.
7. Eliakim A., Scheett T.P., Newcomb R., Mohan S., Cooper D.M. Fitness, training, and the growth hormone insulin-like growth factor, axis in prepubertal girls // Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2001. Vol. 86, №6. P. 2797–2802.
8. Klentrou P., Ply Ley M. Ouset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls // Br. J. Sports Med. 2003. Vol.37. P. 490–494.
9. Beals K.A., Hill A.K. The prevalence of disordered eating, menstrual dysfunction, and low bone mineral density among Us collegiate athletes // Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab. 2006. Vol. 16. P. 1–23.
10. Castelo-Branco C. Reina F., Montivero A.D., Colodron M., Vanrell J.A. Influence of high-intensity training and of dietetic and anthropometric factors of menstrual cycle disorders in ballet dancers // Gyncc. Endocrinol. 2006. Vol. 22. P. 31–35.
11. Braun B., Horton T. Endocrine regulation of exercise substrate utilization in women compared to men // Exercise and sport sciences reviews. 2001. №29. P. 149–154.
12. Калинина Н.А. Гиперандрогенные нарушения репродуктивной системы у спортсменок: Автореф. дис. докт. мед. наук. М., 2004. 46 с.
13. Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т., Вулкан Ш. Морфологические и функциональные особенности системы кровообращения у ветеранов спорта и действующих спортсменок // Вестник Российской Академии медицинских наук. 2014. № 5–6. С. 34–39.

14. **Ачкасов Е.Е., Ландырь А.П.** Влияние физической нагрузки на основные параметры сердечной гемодинамики и частоту сердечных сокращений // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. №2. С. 38–46.

15. **Медик В.А., Юрьев В.К.** Состояние здоровья, условия и образ жизни современных спортсменов. М.: Медицина, 2001. 144 с.

16. **Горбунова И.А.** Влияние дозированной физической нагрузки на процессы адаптации и дизадаптации сердечно-сосудистой системы у детей и подростков в норме и при патологии: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. Саранск, 2009. 20 с.

17. **Штеффен К., Энгебретсен Л.** Проект Международного Олимпийского Комитета по защите здоровья спортсменов. Обзор наблюдений травм и заболеваний во время XXIX Летних (2008) и XXI Зимних (2010) Олимпийских игр // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №2. С. 39–50.

18. **Ниаури Д.А., Евдокимова Т.А., Сазыкина Е.И., Курганова М.Ю.** Репродуктивное здоровье женщины в спорте. СПб.: Издательство Н-Л, 2003. 28 с.

19. **Уланова Л.Н., Володина Н.Н., Жаковская Р.И., Свечева Е.К.** О стандартизации показателей полового созревания детей и подростков // Педиатрия. 1991. №4. С. 70–71.

20. **Лаврова И. Г.** Теоретические и методические основы медицинской статистики. Социальная гигиена и организация здравоохранения. 2-е изд. М.: Медицина, 1984. 386 с.

21. **Похолечук Ю.Т., Свечникова Н.В.** Современный женский спорт. Киев: Здоров'я, 1987. 192 с.

22. **Ачкасов Е.Е., Штейнердт С.В., Казакова Г.Н., Дворкина Е.М., Корешкова Л.А., Ахмедова Э.И., Красавина Т.В.** Соматометрия в оценке физического развития девушек юношеского возраста // Труды VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения». М., 2012. Т. 7, ч. 1. С. 188–190.

23. **Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т.** Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 3. С. 3–5.

24. **Ильина И.В.** Культура здоровья как основа формирования качества жизни // Вестник восстановительной медицины. 2011. № 6. С. 52–54.

25. **Ласский И.А.** Организационные основы медико-социальной и реабилитационной помощи при заболеваниях мочеполовой системы // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2013. №1. С. 12–15.

References:

1. **Achkasov EE, Runenko SD, Talambum EA, Mashkovskiy EV, Sidenkov AYu.** A comparative analysis of contemporary apparatus and program complex for investigation and estimation of sportsmen's functional state. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(3):7–14 (in Russian).

2. **Levenets SA.** Vliyanie povyshennykh fizicheskikh nagruzok na stanovlenie funktsii polovoy sistemy u devochek-sportsmenok. Patologiya polovogo razvitiya devochek i devushek. Kiev, Zdorovyе, 1980. 172 p. (in Russian).

3. **Abramov VV.** Stanovlenie funktsii endokrinnoy i kardio-respiratornoy sistem sportsmenok pubertatnogo vozrasta. Saint-Petersbourg, 1992. 347 p. (in Russian).

4. **Soboleva TS.** Zhenskiy sport v svete ekologogenerativnogo dissonansa. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. 1997;(10):45–47.

5. **Kremera UDis., Rogola AD.** Endokrinnyaya sistema, sport i dvigatel'naya aktivnost. Per. s angl. Kiev, Izd-vo Olimp. lit., 2008. 364 p. (in Russian).

6. **De Souza MJ, Van Heest I, Demers LM, Lasley BL.** Luteal phase deficiency in recreational runners: evidence for a hypometabolic state. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2003;88:337–346.

7. **Eliakim A, Scheett TP, Newcomb R, Mohan S, Cooper DM.** Fitness, training, and the growth hormone insulin – like growth factor, axis in prepubertal girls. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2001;86(6):2797–2802.

8. **Klentrou P, Ply Ley M.** Ouset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. Br. J. sports Med. 2003;37:490–494.

9. **Beals KA, Hill AK.** The prevalence of disordered eating, menstrual dysfunction, and low bone mineral density among Us collegiate athletes. Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab. 2006;16:1–23.

10. **Castelo-Branco C, Reina F, Montivero AD, Colodron M, Vanrell JA.** Influence of high-intensity training and of dietetic and anthropometric factors of menstrual cycle disorders in ballet dancers. Gyncc. Endocrinol. 2006;22:31–35.

11. **Braun B, Horton T.** Endocrine regulation of exercise substrate utilization in women compared to men. Exercise and sport sciences reviews. 2001;29:149–154.

12. **Kalinina NA.** Giperandrogennyye narusheniya reproduktivnoy sistemy u sportsmenok: avtoref. dis. dokt. med. nauk. Moscow, 2004. 46 p. (in Russian).

13. **Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT, Vulkan Sh.** Morfologicheskie i funktsionalnye osobennosti sistemy krovoobrashcheniya u veteranov sporta i deystvuyushchikh sportsmenov. Vestnik Rossiyskoy Akademii meditsinskikh nauk. 2014;5–6:34–39.

14. **Achkasov EE, Landyr AP.** Influence of physical activities on the main cardial hemodynamic parameters and heart rate. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2012;2:38–46. (in Russian).

15. **Medik VA, Yuryev VK.** Sostoyanie zdorovya, usloviya i obraz zhizni sovremennykh sportsmenov. Moscow, Meditsina, 2001. 144 p. (in Russian).

16. **Gorbuнова IA.** Vliyanie dozirovannoy fizicheskoy nagruzki na protsessy adaptatsii i dizadaptatsii serdechno-sosudistoy sistemy u detey i podrostkov v norme i pri patologii: avtoref. dis. kand. med. nauk. Saransk, 2009. 20 p. (in Russian).

17. **Shteffen K, Engebretsen L.** Proekt Mezhdunarodnogo Olimpiyskogo Komiteta po zashchite zdorovya sportsmenov. Obzor nablyudeniya travm i zabolevaniy vo vremya XXIX Letnikh (2008) i XXI Zimnikh (2010) Olimpiyskikh igr. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;2:39–50. (in Russian).

18. **Niauri DA, Evdokimova TA, Sazykina EI, Kurganova MYu.** Reprodukivnoe zdorovyе zhenshchiny v sporte. Saint-Petersbourg, Izdatelstvo N-L, 2003. 28 p.

19. **Ulanova LN, Volodina NN, Zhakovskaya RI, Svecheva EK.** O standartizatsii pokazateley polovogo sozrevaniya detey i podrostkov. Peditriya. 1991;(4):70–71. (in Russian).

20. **Lavrova IG.** Teoreticheskie i metodicheskie osnovy meditsinskoy statistiki. Sotsialnaya gigiena i organizatsiya zdavookhraneniya. 2-e izd. Moscow, Meditsina, 1984. 386 p. (in Russian).

21. **Pokholenchuk YuT, Svechnikova NV.** Sovremennyy zhenskiy sport. Kiev, Zdorovya, 1987. 192 p. (in Russian).

22. **Achkasov EE, Shteynerdt SV, Kazakova GN, Dvorkina EM, Koreshkova LA, Akhmedova EI, Krasavina TV.** Somatometriya v otsenke fizicheskogo razvitiya devushek yunosheskogo vozrasta (Trudy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem: «Zdorovye – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya»), Moscow, 2012;7(1):188–190. (in Russian).

23. **Puzin SN, Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT.** Professionalnye zabolevaniya i invalidnost u professionalnykh sportsmenov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;(3):3–5.

24. **Ilna IV.** Kultura zdorovya kak osnova formirovaniya kachestva zhizni. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2011;(6):52–54.

25. **Lasskiy IA.** Organizatsionnye osnovy mediko-sotsialnoy i reabilitatsionnoy pomoshchi pri zabolevaniyakh mochepolovoy sistemy. Vestnik Vserossiyskogo obshchestva spetsialistov po mediko-sotsialnoy ekspertize, reabilitatsii i reabilitatsionnoy industrii. 2013;(1):12–15.

Ответственный за переписку:

Касымова Гульнара Пазылбековна – заведующая кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации Института последипломного образования Казахского Национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова, проф., д.м.н.

Адрес: Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 40.

Тел.: +7 (777) 221-10-18; +7 (777) 216-28-02.

E-mail: g.kasymovamed@mail.ru

Дата поступления статьи в редакцию: 30.01.2014



Д. В. Николаев
А. В. Смирнов
И. Г. Бобринская
С. Г. Руднев

Авторы:
Д. В. Николаев, А. В. Смирнов, И. Г. Бобринская,
С. Г. Руднев

В книге изложены теоретические основы и результаты применения метода биоимпедансного анализа состава тела человека. Рассмотрены физические и метрологические основы метода, описаны методики биоимпедансных измерений, возможности приборов и программного обеспечения. Представлены данные, характеризующие изменчивость биоимпедансных параметров состава тела в норме и при заболеваниях. Описаны результаты применения метода в отечественной медицинской практике.

Для биологов, диетологов, клиницистов и спортивных врачей, интересующихся методами изучения состава тела.

Книгу можно приобрести в АО Научно-технический центр (НТЦ) «МЕДАСС» по адресу: Москва, 2-я Бауманская ул. д. 7. стр. 1А. тел. +7(962) 927-39-10. Электронная версия книги доступна в Интернет по адресу: <http://window.edu.ru/resource/030/73030>

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫМ ПЛАВАНИЕМ У ДЕТЕЙ С АЛИМЕНТАРНЫМ ОЖИРЕНИЕМ

В. С. СОКОЛОВА, Н. Е. САХАРОВА

ФГБОУ ВПО Московский педагогический государственный университет Минобрнауки России, Москва, Россия

Информация об авторах

Соколова Вера Сергеевна – профессор кафедры теоретических основ физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО МПГУ Минобрнауки России, д.м.н.

Сахарова Наталья Евгеньевна – аспирант кафедры теоретических основ физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО МПГУ Минобрнауки России.

s wimming sessions and dynamic of functional indicators in children with alimentary obesity

V. S. SOKOLOVA, N. E. SAKHAROVA

Moscow State Pedagogical University, Moscow, Russia

Information about the authors:

Vera Sokolova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof. of the Department of Theory of Physical Training and Sport of the Moscow State Pedagogical University.

Natalia Sakharova – Postgraduate Student of the Department of Theory of Physical Training and Sport of the Moscow State Pedagogical University.

Цель исследования: изучение динамики показателей физического развития и функционального состояния у детей с избыточной массой тела при использовании коррекционной программы занятий плаванием. **Материалы и методы:** обследованы 99 учащихся 1–4-х классов ГБОУ Центр образования №1329 в возрасте от 6 до 11 лет. Все учащиеся были распределены на 2 группы: I группа – 43 ребенка с избыточной массой тела и II группа (контрольная) – 56 детей с нормальной массой тела. Обследование учащихся проводили 4 раза (перед началом занятий, через 3, 6 и 9 месяцев занятий плаванием). Изучали динамику массы тела и толщину 3-х кожно-жировых складок, которые измеряли методом калиперометрии в типичных местах. Функциональное состояние организма оценивали на основании анализа частоты сердечных сокращений, артериального давления (АД), частоты дыхания (ЧД), жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и динамометрии кисти. **Результаты:** после курса тренировок по результатам повторных исследований отмечали положительную динамику функциональных показателей: ЖЕЛ, ЧД, АД и ручной динамометрии, а также уменьшение масса тела и толщины жировых складок в трех типичных местах. **Выводы:** доказано положительное влияние занятий плаванием на физическое и функциональное состояние детей с избыточной массой тела.

Ключевые слова: ожирение; избыточный вес; здоровье детей; младший школьный возраст; плавание; функциональное состояние; физическое состояние; толщина жировой складки.

Objective: to study physical status and dynamics of the functional parameters in children with an alimentary obesity, who receive a special swimming therapy. **Materials and methods:** 99 children, aged 6–11, were divided into 2 groups: (1) patients with an alimentary obesity (n=43), and (2) control group with normal weight (n=56). All children were examined four times (before training, and after 3, 6 and 9 months of swimming). Anthropometric measures, height to weight ratios, height/weight proportion, fat skin folds were evaluated. The functional state of the organism was assessed by measuring vital lung capacity, respiratory rate, heart rate, blood pressure, and hand held dynamometry. **Results:** functional indicators, skin fold thickness hand dynamometry and the physical condition of the patients improved after swimming sessions. **Conclusions:** this study showed that swimming is beneficial for children with alimentary obesity.

Key words: obesity; overweight; swimming; functional status; health of juniors; physical status; school.

Введение

Ожирение у детей и подростков, как и у взрослых, – одна из актуальных проблем современного здравоохранения, поскольку избыточная масса тела является одной из причин увеличения числа заболеваний сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем организма [1, 2]. Это тенденция отмечается практически во всех странах мира, где число детей с избыточным весом неуклонно растет и удваивается каждые три десятилетия. По данным ВОЗ, 30–50% детей сохранит лишний вес и во взрослом периоде жизни [3]. Ожирение сопряжено со снижением функционального состояния и адаптационных резервов организма [4–6].

По мнению большинства исследователей, основными причинами возникновения ожирения является избыточное потребление высококалорийной пищи (экзогенно-конституциональное (алиментарное) ожирение) в сочетании с гиподинамией, и эндогенное ожирение (связано с нарушением функции эндокринной системы) [7].

Одним из путей решения проблемы ожирения являются занятия физической культурой, в том числе плаванием, имеющим ряд преимуществ перед другими физическими нагрузками [8].

Плавание является средством повышения иммунитета, закаливания, эффективной тренировкой сердечно-сосудистой системы. Занятия плаванием укрепляют опорно-двигательный аппарат ребенка, развивают координацию движений, гармонично развивают все группы мышц, предотвращают нарушения осанки, плоскостопие, благотворно влияют на обмен веществ. Плавание способствует развитию таких качеств, как сила, быстрота, выносливость, гибкость и ловкость [9]. Упражнения в воде снижают осевую нагрузку на суставы и позвоночник, улучшают венозный отток и микроциркуляцию.

Специфическими особенностями плавания является то, что на поверхность тела, погруженного в воду, действует гидростатическое давление, в частности, на мышцы грудной клетки человека при вдохе и особенно при форсированном выдохе в воду. Это стимулирует развитие дыхательных мышц, подвижность грудной клетки, увеличение ее размеров и жизненной емкости легких (ЖЕЛ), вырабатывает правильный ритм дыхания [8, 10].

Вследствие повышенной теплоотдачи в воде активизируется обмен веществ в организме, поэтому при плавании расходуется больше энергии (в зависимости от тем-пературы воды и скорости плавания), чем в других циклических видах спорта. За 15 минут пребывания в воде при температуре 24°C человек теряет более 100 ккал [11].

Дети, регулярно занимающиеся плаванием, заметно отличаются от сверстников, не занимающихся спортом: они выше ростом, имеют более высокие показатели ЖЕЛ, гибкости и силы, меньше подвержены простудным заболеваниям [11, 12].

Все эти позитивные воздействия на организм делают плавание одним из самых эффективных и безопасных (среди физических нагрузок) средств снижения избыточного веса [11].

Цель исследования: Разработка коррекционной программы занятий плаванием для нормализации физического развития и функционального состояния детей младшего школьного возраста с избыточной массой тела.

Задачи исследования: 1) Изучить исходный уровень физического развития и функционального и состояния детей 6–11 лет; 2) Разработать методику занятий плаванием для группы детей с избыточной массой тела; 3) Проанализировать динамику показателей функционального состояния детей с избыточной массой тела в процессе занятий оздоровительным плаванием; 4) Оценить эффективность комплексной коррекционной программы занятий плаванием для детей с избыточной массой тела.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось с сентября 2011 года по май 2012 года. Были обследованы 99 детей 1-4-х классов ГБОУ Центр образования №1329 г. Москвы в возрасте от 6 до 11 лет (средний возраст – $8,5 \pm 1,05$ лет). Все обследованные школьники были распределены на 2 группы: I группа – 43 ребенка с избыточной массой тела и II группа (контрольная) – 56 детей с нормальной массой тела. Для определения оптимального веса ребенка были произведены расчеты в соответствии с педиатрическими «центильными таблицами» для мальчиков и для девочек. Обследование учащихся проводили 4 раза (в исходе, перед началом занятий, через 3, 6 и 9 месяцев занятий плаванием), оно включало оценку физического развития и функционального состояния организма. Статистическая обработка результатов исследования выполнена на ПЭВМ при помощи пакета статистических программ (Statistica 6.0, Statsoft, USA) и функции анализа в программе Microsoft Excel (2007).

Исследовали и оценивали следующие показатели: рост, массу тела, толщину кожно-жировых складок в трех типичных местах (на спине, на животе, на внутренней поверхности бедра). Определяли ЖЕЛ с помощью спирометрии, силу мышц кисти с помощью ручного динамометра, Анализировали частоту дыхания (ЧД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД).

Занятия проводились одним педагогом в утренние и дневные часы. Программа предусматривала проведение 3 занятий в неделю, продолжительность каждого занятия 45–60 минут. За весь период исследования проведено не менее 108 учебно-тренировочных занятий в каждой группе.

Тренировочная программа была направлена на развитие выносливости, двигательных и координационных способностей детей с учетом их индивидуальных осо-

бенностей и степени тренированности. Применялись комплексы упражнений для нижних конечностей при занятиях в зале и непосредственно в воде (плавание с досками, плавание с «тормозом», плавание с лопатками).

Результаты исследования и их обсуждение

Динамическое наблюдение за исследуемыми показателями в контрольной группе выявило недостоверность их изменений, отмечалась тенденция к улучшению. В основной группе (табл. 1) отмечали достоверное снижение частоты дыхания с $24,9 \pm 0,75$ до $21,2 \pm 0,69$ в мин., увеличение ЖЕЛ с 1,5 до 1,7 литра в результате тренировочного процесса через 9 месяцев регулярных занятий. Это свидетельствовало о более эффективной работе дыхательных мышц и увеличении подвижности грудной клетки. В основной группе наблюдалась и динамика показателей работы сердечно-сосудистой системы: под воздействием тренировочных нагрузок ЧСС снижалась от $89,6 \pm 1,43$ до $84,2 \pm 1,38$ уд/мин, при этом артериальное давление демонстрировало лишь тенденцию к снижению от $110,6/73,4$ до $109,3/73,2$ мм рт. ст. Показатели динамометрии кисти достоверно увеличивались как на правой от $10,7 \pm 0,49$ до $12,9 \pm 0,54$ кг, так и на левой руке от $8,3 \pm 0,43$ до $10,8 \pm 0,49$ кг, что свидетельствует об увеличении мышечной силы и симметричном развитии мышц верхнего плечевого пояса. На фоне снижения массы тела от $38,8 \pm 0,9$ до $33,7 \pm 0,8$ толщина жировых складок имеет тенденцию к уменьшению в области спины и в области бедра, при этом существенное уменьшение жировой складки отмечается в области живота с $24,6 \pm 4,9$ до $20,6 \pm 4,5$ мм.

На основании представленных в таблице 1 данных, можно судить о положительной динамике всех исследуемых показателей в основной (I) группе. Отмечается существенное увеличение мышечной силы правой руки и уменьшение толщины жировых складок в исследуемых зонах на фоне снижения массы тела от $38,8 \pm 0,9$ до $33,7 \pm 0,8$ и улучшения функционального состояния.

Заключение

Таким образом, регулярные занятия оздоровительным плаванием оказались эффективными для снижения массы тела у 81% детей в основной группе. Кроме того, занятия плаванием по разработанной нами программе способствуют увеличению ЖЕЛ, снижению ЧСС, что свидетельствует о повышении резервов кислородтранспортной системы и росту физической работоспособности.

В соответствии с разработанной нами программой, курс оздоровительного плавания должен составлять не менее 3-х занятий в неделю продолжительностью по 45–60 минут в течение учебного года. В этом случае достигается выраженный эффект снижения избыточной массы тела и отмечается улучшение практически всех функциональных показателей.

Польза оздоровительного плавания связана не только с эффективной физической нагрузкой, но и с повышением мотивации к занятиям физической культурой. Поэтому дети практически не пропускали занятия без уважительной причины, сами старались добиться хороших результатов.

Список литературы:

1. Шакула А.В., Шуппо О.А., Косухин Е.С., Пушкарев Е.П. Общая криотерапия в комплексной медицинской реабилитации больных ожирением (обзор) // Вестник восстановительной медицины. 2014. №2. С. 84–87.
2. Суфишоев Г., Ходжадавлатов Б.Т., Давлатмамадова М. Современные подходы к медико-социальной экспертизе и реабилитации инвалидов вследствие сахарного диабета // Вестник всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2013. №4. С. 108–114.
3. Митяева А.М. Здоровье сберегающие педагогические технологии. М.: Академия, 2010. 192 с.
4. Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е., Таламбум Е.А., Султанова О.А., Красавина Т.В., Мандрик Л.В., Самамикоджеди Н.,

Таблица 1

Динамика исследуемых показателей в основной (I) и контрольной (II) группах

Показатели		Сентябрь 2011 г.	Май 2012 г.	Р	Сентябрь 2011 г.	Май 2012 г.	Р
		I группа			II группа		
ЧД (в мин)		$24,9 \pm 0,75$	$21,2 \pm 0,69$	$P < 0,05$	$23,2 \pm 0,64$	$22,6 \pm 0,63$	$P > 0,05$
АД (мм рт. ст.)		$110,6/73,4 \pm 1,58/1,29$	$109,3/73,2 \pm 1,57/1,29$	$P < 0,05$	$110,6/73,1 \pm 1,4/1,14$	$110,1/72,5 \pm 1,39/1,13$	$P > 0,05$
ЧСС (уд/мин)		$89,6 \pm 1,43$	$84,2 \pm 1,38$	$P < 0,05$	$87,7 \pm 1,24$	$88,2 \pm 1,25$	$P > 0,05$
ЖЕЛ (мл)		1500 ± 180	1700 ± 200	$P < 0,05$	1500 ± 160	1600 ± 170	$P > 0,05$
Динамометрия (кг)	Пр.	$10,7 \pm 0,49$	$12,9 \pm 0,54$	$P > 0,05$	$11,75 \pm 0,45$	$13,0 \pm 0,48$	$P > 0,05$
	Лев.	$8,3 \pm 0,43$	$10,8 \pm 0,49$	$P < 0,05$	$9,75 \pm 0,41$	$10,6 \pm 0,43$	$P > 0,05$
Масса тела (кг)		$38,8 \pm 0,9$	$33,7 \pm 0,8$	$P < 0,05$	$30,6 \pm 0,9$	$30,1 \pm 0,7$	$P > 0,05$
Толщина кожной складки (мм)	Спина	$19,3 \pm 4,3$	$16,9 \pm 4,0$	$P < 0,05$	$7,7 \pm 0,4$	$7,5 \pm 0,36$	$P > 0,05$
	Живот	$24,6 \pm 4,9$	$20,6 \pm 4,5$	$P < 0,05$	$7,9 \pm 0,4$	$7,4 \pm 0,36$	$P > 0,05$
	Бедро	$22,9 \pm 4,7$	$20,6 \pm 4,5$	$P < 0,05$	$11,2 \pm 0,4$	$10,6 \pm 0,3$	$P > 0,05$

Патрина Е.В. Оценка функционального состояния и адаптационных резервов организма студентов-медиков с помощью современных аппаратно-программных комплексов // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №1. С. 11–15.

5. Ачкасов Е.Е., Штейнердт С.В., Казакова П.Н., Синдеева Л.В., Дятчина П.В., Штефан О.С. Морфофункциональное состояние студентов юношеского возраста на рубеже XX-XXI веков // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2013. №2. С. 41–45.

6. Харламов Е.В., Попова Н.М., Лысенко С.В. Типы реакций срочной адаптации лиц юношеского возраста в зависимости от соматотипа // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №3. С. 19–23.

7. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. М.: СпортАкадемПресс, 2001. 472 с.

8. Булгакова Н.Ж. Плавание: Учебник для вузов. М.: Физкультура и спорт, 2001. 398 с.

9. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Добровольский О.Б., Таламбум Е.А., Руненко С.Д., Султанова О.А. Тренировочные зоны частоты сердечных сокращений для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №2. С. 72–76.

10. Карпенко Е.Н., Короткова Т.П., Кошкодан Е.Н. Плавание: игровой метод обучения. М.: Олимпия Пресс; Донецк: Пространство, 2006. 48 с.

11. Сапин М.Р., Брыксина З.Г. Анатомия и физиология детей и подростков. М.: Академия, 2000. 432 с.

12. Гуревич К.Г., Платонов В.Н. Индивидуальная адаптация школьников к физической нагрузке // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №4. С. 29–33.

References:

1. Shakula AV, Shuppo OA, Kosukhin ES, Pushkarev EP. Obshchaya krioterapiya v kompleksnoy meditsinskoy reabilitatsii bolnykh ozhireniem (obzor). Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2014;(2):84–87.

2. Sufishoev G, Khodzhadavlatov BT, Davlatmamadova M. Sovremennye podkhody k mediko-sotsialnoy ekspertize i reabilitatsii invalidov vsledstvie sakharnogo diabeta. Vestnik vserossiyskogo obshchestva spetsialistov po mediko-sotsialnoy ekspertize, reabilitatsii i rehabilitatsionnoy industrii. 2013;(4):108–114.

3. Mityaeva AM. Zdorovye sberegayushchie pedagogicheskie tekhnologii. Moscow, Akademiya, 2010. 192 p. (in Russian).

4. Runenko SD, Achkasov EE, Talambum EA, Sultanova OA, Krasavina TV, Mandrik LV, Samamikodzhedi N, Patrina EV. Otsenka funktsionalnogo sostoyaniya i adaptatsionnykh rezervov organizma studentov-medikov s pomoshchyu sovremennykh apparatno-programmnykh kompleksov. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(1):11–15.

5. Achkasov EE, Shteynerdt SV, Kazakova PN, Sindeeva LV, Dyatchina PV, Shtefan OS. Morfofunktsionalnoe sostoyanie studentov yunosheskogo vozrasta na rubezhe XX-XXI vekov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2013;(2):41–45.

6. Kharlamov EV, Popova NM, Lysenko SV. The types of reaction in pressing adaptation by youthful persons in depend on somatic types. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(3):19–23 (in Russian).

7. Ermolaev YuA. Vozrastnaya fiziologiya. Moscow, SportAkademPress, 2001. 472 p. (in Russian).

8. Bulgakova NZh. Plavanie: Uchebnik dlya vuzov. Moscow, Fizkultura i sport, 2001. 398 p. (in Russian).

9. Landyr AP, Achkasov EE, Dobrovolskiy OB, Talambum EA, Runenko SD, Sultanova OA. Heart rate training zones in patients doing physical exercise (lecture). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(2):72–76 (in Russian).

10. Karpenko EN, Korotkova TP, Koshkodan EN. Plavanie: igrovoy metod obucheniya. Moscow, Olimpiya Press; Donetsk, Prostranstvo, 2006. 48 p. (in Russian).

11. Sapin MR, Bryksina ZG. Anatomiya i fiziologiya detey i podrostkov. Moscow, Akademiya, 2000. 432 p. (in Russian).

12. Gurevich KG, Platonov VN. Individual adaptation of schoolchildren to physical activity. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(4):29–33 (in Russian).

Ответственный за переписку:

Сахарова Наталья Евгеньевна – аспирант кафедры теоретических основ физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО МПГУ Минобрнауки России.

Адрес: Москва, ул. Академика Бакулева, дом 2, корпус 1, кв. 238.

Тел.: +7(916)973-55-54

E-mail: natysik_sax@mail.ru

Дата поступления статьи в редакцию: 15.06.2014

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИИ СЕРДЦА МОЛОДЫХ БАСКЕТБОЛИСТОВ МУЖСКОЙ СБОРНОЙ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

¹К. Р. МЕХДИЕВА, ²В. Э. ТИМОХИНА, ³Ю. А. ЗИНОВЬЕВА, ^{1,2}Ф. А. БЛЯХМАН

¹ФГАОУ ВПО Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина
Минобрнауки России, Екатеринбург, Россия

²ГБОУ ВПО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Екатеринбург, Россия

³ГБУЗ СО Свердловская областная больница №2, Екатеринбург, Россия

Сведения об авторах:

Мехдиева Камилия Рамазановна – заведующая лабораторией спортивные и оздоровительные технологии, преподаватель кафедры теории физической культуры ФГАОУ ВПО УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина Минобрнауки России.

Тимохина Варвара Эдуардовна – ассистент лаборатории спортивные и оздоровительные технологии ФГАОУ ВПО УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина Минобрнауки России.

Зиновьева Юлия Александровна – заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики ГБУЗ СО Свердловская областная больница №2, к.м.н.

Бляхман Феликс Абрамович – заведующий кафедрой медицинской физики, информатики и математики ГБОУ ВПО УрГМУ Минздрава России, профессор кафедры теории физической культуры ФГАОУ ВПО УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина Минобрнауки России, д.б.н.

Structural and functional features of the ural federal university

Structural and functional features of the ural federal university

¹K. R. MEKHDIEVA, ²V. E. TIMOKHINA, ³YU. A. ZINOVYEVA, ^{1,2}F. A. BLYAKHMAN

¹Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

²Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

³Ural State Hospital №2, Ekaterinburg, Russia

Information about the authors:

Kamiliya Mekhdiyeva – M.D., Head of the Laboratory of Sports and Health Improving Technologies of the Institute of Physical Culture, Sports and Youth Policy, Lecturer of the Department of Theory of Physical Culture of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin.

Varvara Timokhina – M.D., Assistant of the Laboratory of the Sports and Health Improving Technologies of the Institute of Physical Culture, Sports and Youth Policy of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, student of the Pediatrics Faculty of the Ural State Medical University.

Yuliya Zinovieva – M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Functional and Ultrasound Diagnostics department of the Ural State Hospital №2.

Felix Blyakhman – M.D., D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Biomedical Physics and Engineering Department of the Ural State Medical University, Prof. of the Department of Theory of Physical Culture of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin.

Цель исследования: количественно оценить глобальную и региональную структуру и функцию сердца у спортсменов студенческой сборной по баскетболу. **Материалы и методы:** с использованием эхокардиографии сердца и оригинальных методов обработки и анализа видеоизображений были исследованы 11 баскетболистов студенческой сборной Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина от 18 до 26 лет. **Результаты:** у всех испытуемых имелись аномалии в сердце в виде ложных сухожилий (хорд) в левом желудочке, показатели глобальной структуры и функции соответствовали условной норме, однако региональная структура и функция миокарда имела высокую степень неоднородности. **Выводы:** высокая степень механической асинхронности у всех исследуемых спортсменов дает основание полагать о вовлечении функционального резерва сердца у спортсменов с ложными сухожилиями в левом желудочке для адаптации к физическим нагрузкам.

Ключевые слова: синдром дисплазии соединительной ткани; сердце; левый желудочек; ложные сухожилия; структура и функция миокарда.

Objective: to assess global and local heart structures and functions of players of the Ural Federal University basketball team. **Materials and methods:** cardiac echolocation, original image processing methods and further analysis of obtained data from 11 basketball players of the Ural Federal (mean age 21.8 ± 4.0 (18–26) years). **Results:** (1) all investigated athletes had heart anomalies in the form of false tendons in the left ventricle; (2) indices of global heart function and structure remained within normal values; (3) regional myocardial structure was not homogeneous. **Conclusions:** high degree of left ventricle mechanical asynchrony in all studied individuals enables to assume the involvement of functional reserves in adaptation to physical exercise of young athletes with false tendons in the left ventricle.

Key words: connective tissue dysplasia syndrome; heart; left ventricle; false tendons; myocardium structure and function.

Введение

В декабре 2011 года был подписан Федеральный закон, направленный на развитие студенческого и школьного спорта. В новом законе впервые определяется понятие «студенческий спорт», «студенческая лига» [1]. Вместе с тем, на данный момент в России отсутствует нормативная база медико-биологического сопровождения студенческого спорта. Поэтому здоровье молодых студентов-спортсменов отслеживается не на должном уровне по сравнению с профессиональными спортсменами высших достижений. Это является серьезной проблемой в контексте безопасности и эффективности занятий спортом в высших учебных заведениях.

Основной риск при занятиях спортом связывают с внезапной смертью сердечнососудистого генеза [2, 3]. Причиной тому могут стать, например, аномалии развития коронарных артерий, гипертрофическая кардиомиопатия, аритмогенная дисплазия правого желудочка, различные формы гипертрофии миокарда, синдром Марфана, Бругада-синдром, врожденные пороки сердца [4–6].

В игровых видах спорта (футбол, баскетбол) имеет место самая большая частота встречаемости внезапной смерти у молодых атлетов. В значительной части случаев внезапная смерть по причине сердца является следствием острых физических перенапряжений при чрезмерной нагрузке на тренировке, соревновании или же просто при занятиях физическими упражнениями [5, 6]. Поэтому для минимизации риска смерти спортсменов, особенно, в молодом возрасте, необходимо иметь четкие представления о возможностях сердца адаптироваться к физическим нагрузкам. Другими словами, необходимо знать индивидуальные границы функционального резерва сердца.

Функциональный резерв сердца базируется на структуре и функции миокарда и, следовательно, тесно связан с их особенностями [7]. Поэтому морфофункциональные характеристики сердца, в частности, молодых людей должны приниматься в расчет при интенсивных занятиях спортом. Исходя из этого, цель настоящей работы состояла в том, чтобы продемонстрировать важность детальной оценки структуры и функции сердца у спортсменов на примере студенческой сборной по баскетболу.

Основное внимание в работе уделено анализу региональной структуры и функции миокарда, что стало возможным благодаря применению оригинальных методов и подходов обработки видеоизображений на основе стандартного ультразвукового обследования сердца. Другой отличительной особенностью данного исследования от уже известных является то обстоятельство, что у всех испытуемых имелись аномалии в сердце в виде ложных сухожилий (хорд). Этот факт смещает акцент настоящей работы в русло необычайно актуальных исследований функции сердца спортсменов с синдромом дисплазии соединительной ткани (ДСТ).

Материалы и методы исследования

Обследовано 11 спортсменов, игроков студенческой сборной по баскетболу Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. Все спортсмены имели разряд кандидата в мастера спорта и являлись призерами Международной студенческой баскетбольной лиги 2012–2013 гг. Каждый спортсмен дал письменное согласие на участие в исследовании. Средний возраст атлетов составил $21,8 \pm 4,0$ (18–26) лет.

Для оценки физического статуса спортсменов было проведено антропометрическое исследование испытуемых: измерение роста, веса, индекса массы тела (ИМТ), частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолического артериального давления (САД, мм рт. ст.) и диастолического артериального давления (ДАД, мм рт. ст.) в покое. Состояние опорно-двигательного аппарата оценивалось по генерализованной гипермобильности суставов по шкале Бейтона [8].

Особенности структуры и функции сердца оценивались по данным эхокардиографического исследования спортсменов с использованием ультразвуковых аппаратов Acuson Sequoia 512S (Siemens, Германия) и HD15 (Phillips, США). Исследования проводили в В- и М-режимах, фазированным датчиком с частотой 3,5 МГц и линейным датчиком с частотой 7 МГц. Глобальная структура и функция сердца характеризовалась по стандартному протоколу обследования пациентов согласно последним рекомендациям американского общества по ЭхоКГ 2012 г. [9].

Видеоизображения левого желудочка (ЛЖ) по длинной оси в 4х-камерной позиции сердца из апикального доступа, а также по короткой оси из субкостального и

парастернального доступов были использованы для анализа [9, 10]. Видеосигналы были записаны с частотой 46 кадров в секунду для последующей обработки, которая проводилась на цифровом измерительном комплексе для оценки региональной структуры и функции миокарда «DICOR»® («Роспатент» № 2002610607). С использованием оригинальных алгоритмов обработки видеоизображений проводилась полуавтоматическая покадровая трассировка внутреннего и внешнего контуров ЛЖ на протяжении двух кардиоциклов [11, 12].

Для оценки региональной структуры анализировались сечения по короткой оси на уровне верхушки ЛЖ, сосочковых мышц и митрального клапана. На рис. 1а показан пример трассировки внутреннего и внешнего контуров ЛЖ в сечении по короткой оси на уровне митрального клапана. Обводка контура всегда начиналась из одной и той же точки (заднелатеральная створка митрального клапана) и проводилась против часовой стрелки; заканчивалась обводка контура у переднемедиальной створки митрального клапана.

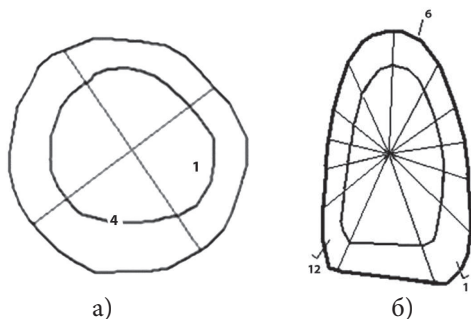


Рис. 1. Примеры трассировки левого желудочка по короткой оси (а) и по длинной оси (б) с разбиением на регионы

Площадь ЛЖ была разделена на 4 сектора радиусами, соединяющими центр масс очерченной фигуры с ее внешним контуром. В результате стенка ЛЖ оказалась представленной четырьмя регионами: 1 – передний; 2 – перегородочный; 3 – задний; 4 – латеральный (рис. 1а). Особенности структуры оценивали по среднестатистической величине толщины региона, обнаруженной с шагом в 10 градусов. Региональная функция характеризовалась по величине относительного утолщения соответствующего участка стенки в систолу.

Региональная функция миокарда характеризовалась на основании видеоизображений ЛЖ в сечении по длинной оси. Была выполнена трассировка внутренних контуров ЛЖ на протяжении полного кардиоцикла с шагом в 21,7 мс. На рис. 1б представлен пример трассировки эндокарда ЛЖ в конце диастолы и систолы сердца. Площадь под контуром ЛЖ была разделена радиусами на 12 секторов, для каждого из которых основанием явился сегмент (регион) эндокарда, а вершиной – «центр масс». Для каждого сегмента определяли фракцию укорочения (СФУ) путем вычисления разности площадей соответствующего сектора в конце систолы и диастолы ЛЖ, отнесенной к площади данного сектора в диастолу, и умноженной на 100%.

На рис. 2 показана, в качестве примера, динамика относительного укорочения трех из 12 сегментов ЛЖ, принадлежащих к свободной стенке, верхушке и межжелудочковой перегородке. Горизонтальная линия на диаграммах отражает момент времени, соответствующий концу систолы ЛЖ. Можно видеть, что для каждого региона систолическая часть завершается в различное время, то есть не совпадает с моментом окончания систолы для ЛЖ в целом. Исходя из этого обстоятельства, СФУ были вычислены также и на момент окончания систолического укорочения непосредственно каждого сегмента стенки.

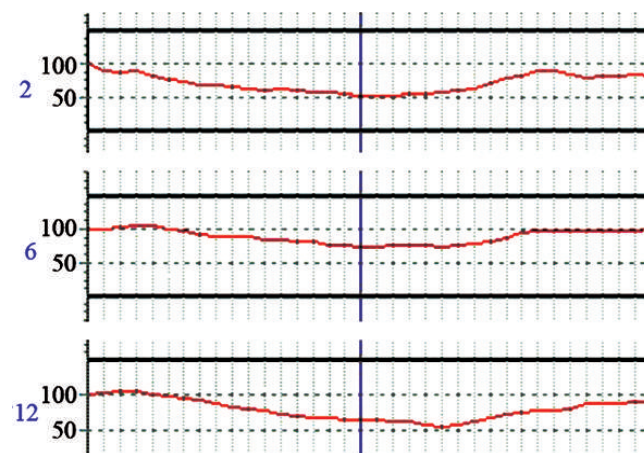


Рис. 2. Диаграммы относительного укорочения регионов за полный сердечный цикл. По оси абсцисс – время, шкала по горизонтали соответствует кадрам съемки видеосигнала, цена деления 21,7 мс. По оси ординат относительное изменение длины региона. За 100% принята длина региона в конце диастолы ЛЖ. Сплошная вертикальная линия отражает момент времени, соответствующий концу систолы ЛЖ в целом

Для выяснения степени неодинаковости вклада регионов в систолическую функцию ЛЖ, были вычислены коэффициенты вариации (CV) по 12 СФУ, определенные, и на момент конца систолы непосредственно для региона, и на момент завершения систолы ЛЖ в целом. CV рассчитывали как отношение среднеквадратичного отклонения параметра к среднему значению, умноженное на 100%. Для количественного описания асинхронности механической функции сегментов стенки ЛЖ были вычислены средние скорости укорочения для каждого региона в систолу (V_{mCY}). Кроме того, с этой же целью было рассчитано среднеквадратичное отклонение для 12 значений длительности задержки между концом систолического укорочения региона и окончанием систолы для ЛЖ в целом (dT).

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ SPSS Statistics 17.0. Рассчитывали средние величины параметров и стандартное отклонение.

Результаты

Группа испытуемых оказалась представлена атлетами, у которых рост, вес и индекс массы тела в среднем

имели следующие значения: $198,5 \pm 7,4$ (185–211,5) см, $93,4 \pm 11,3$ (77,8–116,7) кг, $21,6 \pm 2,85$ (19,6–27,3), соответственно. Сколиотическая осанка наблюдалась в 68% случаев ($n=8$), а показатель гипермобильности по шкале Бейтона составил в среднем $5,64 \pm 2,2$ (4–9) единицы.

В среднем, показатели центральной гемодинамики в покое соответствовали условной норме и имели следующие величины: ЧСС – $74 \pm 27,5$ (66–121) уд/мин, САД – $125 \pm 15,5$ (115–146) мм рт.ст., ДАД – $79,5 \pm 13$ (77–103) мм рт.ст. Вместе с тем, большой разброс значений параметров дает основание говорить о наличии у некоторых спортсменов признаков тахикардии и гипертонической болезни.

Данные стандартного УЗИ, глобальная структура и функция сердца. В 100% случаев ($n = 11$) у исследуемых спортсменов в ЛЖ были обнаружены малые аномалии в сердце в виде ложных сухожилий (ЛС), которые были ориентированы преимущественно перпендикулярно или под углом к длинной оси ЛЖ. На рис. 3 показаны типичные примеры визуализации ЛС, а в табл. 1 приведена характеристика их локализации в ЛЖ. Видно, что наибольшая встречаемость ЛС была отмечена в области верхушечных и срединных отделов ЛЖ.

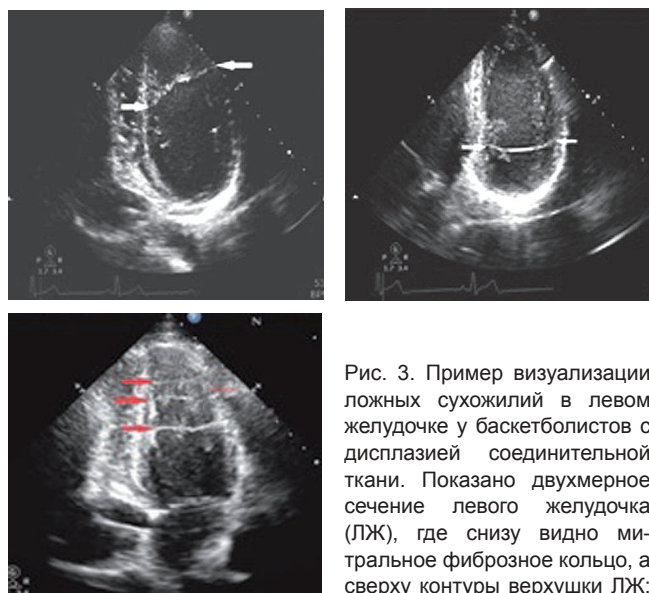


Рис. 3. Пример визуализации ложных сухожилий в левом желудочке у баскетболистов с дисплазией соединительной ткани. Показано двухмерное сечение левого желудочка (ЛЖ), где снизу видно митральное фиброзное кольцо, а сверху контуры верхушки ЛЖ; ложные сухожилия визуализируются как аномальные высоко эхогенные структуры, расположенные перпендикулярно длинной оси ЛЖ; стрелками указаны места крепления ложных сухожилий на межжелудочковой перегородке ЛЖ (слева) и свободной стенке ЛЖ (справа)

В табл. 2 представлены характеристики глобальной структуры сердца. Указаны средние значения наиболее важных параметров для группы испытуемых, а также условная возрастная норма для мужчин [13, 14]. Обращают на себя внимание показатели, характеризующие размер ЛЖ: КДР, КДО, КСР, КСО. Их величина находится на верхней границе условной нормы, либо превышает ее. Аналогичная тенденция характерна для массы

Таблица 1

Характеристика ложных сухожилий в левом желудочке у исследуемых

Локализация ЛСЛЖ	Распространенность (%)
Верхушечные	46,5
– в т.ч. формирующие сеть в верхушке	28,6
Верхушечно-срединные	7,1
Срединные	28,6
Срединно-базальные	10,7
Базальные	7,1

миокарда и индекса массы миокарда, для которых нормативные значения в еще большей степени отличаются от таковых для группы испытуемых. Не смотря на значительное увеличение массы миокарда у спортсменов, стандартное УЗИ демонстрирует близкие к нормальным значениям для толщины межжелудочковой перегородки и свободной стенки ЛЖ.

Таблица 2

Данные эхокардиографии (структура)

Данные УЗИ	Среднее	Min	Max	Норма
Диаметр корня Ао (мм)	$31,1 \pm 4$	27	35	< 37
Восходящая Ао (мм)	$30,3 \pm 4,5$	26	35	< 40
Продольный размер ЛП (мм)	$55,3 \pm 6$	49	61	< 48
Поперечный размер ЛП (мм)	$36,7 \pm 3$	34	40	< 40
КДР (мм)	$54,5 \pm 4,5$	50	59	< 55
КСР (мм)	$36,4 \pm 4$	33	41	< 37
КДО (мл)	146 ± 26	121	173	67–155
КСО (мл)	$55,7 \pm 14,5$	45	74	22–58
МЖП (мм)	$10,8 \pm 2,25$	8,9	13,4	< 12
ЗСЛЖ (мм)	$10,3 \pm 1,25$	9,4	11,9	< 12
ММ (г)	$232 \pm 58,5$	185	302	135–182
ИММ (г/м ²)	$105,5 \pm 28$	91	147	71–94
Размер ПЖ (мм)	$22,4 \pm 3,5$	22	27	< 26
Толщина СПЖ (мм)	$4,4 \pm 1$	3	5	< 7
Индекс сферичности (ИС)	$0,571 \pm 0,136$	0,494	0,689	< 0,6

Примечание: Ао – аорта; ЛП – левое предсердие; ЛЖ – левый желудочек; ПЖ – правый желудочек; ПП – правое предсердие; КДР – конечно-диастолический размер; КСР – конечно-систолический размер; МЖП – межжелудочковая перегородка; ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка; ММ – масса миокарда; ИММ – индекс массы миокарда; СПЖ – стенка правого желудочка; КДО – конечно-диастолический объем; КСО – конечно-систолический объем.

Показатели глобальной функции сердца атлетов представлены в табл. 3, где также приведены их нормативные значения [13, 14]. Согласно данным таблицы можно заключить, что у атлетов обнаружена большая по величине экскурсия и скорость прикрытия передней

створки митрального клапана по сравнению с условной нормой. Здесь же следует добавить, что в 64% случаев наблюдений ($n = 7$) была зафиксирована регургитация I степени на митральном клапане. Кроме того, необходимо отметить, что у атлетов ударный объем ЛЖ и профиль трансмитрального потока (Е/А) существенно превысили нормативные значения.

Таблица 3

Данные эхокардиографии (функция)

Раскрытие створок Ао (мм)	22,4 ± 2,5	20	25	< 17
Скорость потока в Ао (м/с)	1,28 ± 0,25	1	1,5	1,0–1,7
Экскурсия ПСМК (мм)	24,6 ± 2	23	27	15–19
Скорость прикрытия ПСМК (мм/с)	155,5 ± 60	130	190	50–150
УО (мл)	90,5 ± 12,5	75	103	70–80
ФИ (%)	61,5 ± 4,5	57	66	> 50%
ФУ (%)	33,4 ± 3,5	30	37	> 29%
Е/А	2,06 ± 0,42	2,25	1,4	1,7 ± 0,6

Примечание: Ао – аорта; ПСМК – передняя створка митрального клапана; КДО – конечно-диастолический объем; КСО – конечно-систолический объем; УО – ударный объем; ФИ – фракция изгнания; ФУ – фракция укорочения, Е/А – соотношение максимальной скорости раннего (Е) и позднего (А) диастолического наполнения ЛЖ.

Данные анализа региональной структуры и функции ЛЖ. В табл. 4 приведены результаты анализа региональной структуры и функции миокарда, обнаруженные в трех сечениях по короткой оси ЛЖ. Видно, во-первых, что толщина стенки в рамках одного сечения существенно варьирует. Во-вторых, высокая вариация по толщине имеет место быть в одних и тех же регионах, но в разных сечениях ЛЖ. Важно отметить, что в некоторых сечениях ЛЖ, прежде всего, на уровне верхушки, установленные значения толщины стенки характерны для гипертрофии миокарда. Примечательно, что это невозможно было обнаружить на основе стандартного протокола ультразвукового исследования.

В этой же таблице (табл. 4) представлены значения относительного утолщения регионов в систолу для трех сечений ЛЖ, характеризующие региональную функцию миокарда.

Можно видеть, что величина данного параметра также варьирует в широком диапазоне, принимая значения от нескольких процентов до 92% в зависимости от локализации региона. Следовательно, вклад участков в насосную функцию ЛЖ в высокой степени неодинаков. Причем, самый большой вклад характерен для регионов в сечениях на уровне митрального клапана и папиллярных мышц.

Наиболее важная информация о региональной функции миокарда была получена при анализе относительно укорочения 12 участков стенки по длинной оси ЛЖ. В табл. 5 приведены средние значения для скорости относительного укорочения и фракции укорочения 12 сегментов для всех испытуемых. Согласно данным таблицы оба параметра варьируют в значительной мере, причем, не только в рамках отдельно взятого региона, но в зависимости от его локализации в стенке ЛЖ.

Качественно, причина столь высокой неоднородности рассмотренных показателей может быть объяснена различием в механическом поведении регионов, которое иллюстрирует рис. 2 (см. методы). Видно, что регионы, принадлежащие к различным отделам стенки ЛЖ, начинают свое систолическое укорочение в различное время. В частности, регион 12 из базального отдела межжелудочковой перегородки и верхушечный регион 6 начинают систолическое укорочение с задержкой примерно в 100 мс по отношению к сегменту 2 на свободной стенке ЛЖ. При этом регион 6 завершает систолическое укорочение одновременно с ЛЖ в целом, однако сегменты 2 и 12 еще продолжают укорачиваться примерно 30 и 110 мс, соответственно.

Следствием столь сложного механического поведения регионов ЛЖ стали высокие значения dT ($41,5 \pm 40,5$ мс) и коэффициентов вариации для СФУ, определенные как на момент конца систолы ЛЖ ($22,9 \pm 11,5\%$), так и непосредственно на момент окончания собственного систолического укорочения ($20,5 \pm 8,5\%$).

Обсуждение

Согласно анализу причин возникновения внезапной смерти у спортсменов, зарегистрированных в США за 10 лет, оказалось, что кардиальные причины составили 85%, причем, примерно в 70% случаев летальность отмечена в игровых видах спорта [6]. Интенсивное занятие спортом требует мобилизации резервных возможностей всех физиологических систем, среди которых сердечнососудистая система играет ключевую роль. Функциональный резерв сердца (ФРС) есть его способность

Таблица 4

Особенности региональной структуры и функции миокарда в сечениях по короткой оси левого желудочка

	Регион	1	2	3	4
МК	КДТР (мм)	6,9 ± 2,18	6,9 ± 2,18	6,2 ± 1,1	6,8 ± 1,8
	ОУС (%)	27,7 ± 23,7	27,7 ± 19,6	35,7 ± 27,7	33,4 ± 36,5
СМ	КДТР (мм)	8,5 ± 3	8,5 ± 3	7,7 ± 2,8	9,2 ± 3,5
	ОУС (%)	35,5 ± 23,7	35,5 ± 23,7	24,4 ± 23,3	16 ± 11,3
Верхушка	КДТР (мм)	12,5 ± 4,6	12,5 ± 4,6	10,1 ± 2,6	12,4 ± 4,8
	ОУС (%)	37,8 ± 19,4	37,9 ± 19,4	23 ± 16	15,4 ± 14,5

Примечание: МК – митральный клапан; СМ – сосочковые мышцы; КДТР – конечно-диастолическая толщина регионов; ОУС – относительное утолщение региона в систолу.

Таблица 5

**Параметры региональной функции миокарда
в сечении по длинной оси левого желудочка**

Регионы	Средняя скорость относительного укорочения (%/с)	Средняя фракция укорочения к концу систолы ЛЖ (%)
1	0,955 ± 0,33 (0,55–1,66)	40 ± 9 (28–59)
2	1,22 ± 0,31 (0,78–1,97)	50 ± 9,8 (40–72)
3	1,17 ± 0,34 (0,75–1,81)	46 ± 9,5 (36–66)
4	1,11 ± 0,3 (0,71–1,66)	44,3 ± 9,9 (28–60)
5	0,982 ± 0,3 (0,62–1,68)	42 ± 10,4 (25–58)
6	0,761 ± 0,29 (0,36–1,31)	34 ± 8,1 (25–49)
7	1,01 ± 0,3 (0,36–1,42)	40 ± 7,4 (27–52)
8	1,28 ± 0,3 (0,66–1,75)	48 ± 11 (30–63)
9	1,3 ± 0,3 (0,78–1,69)	48 ± 10 (31–60)
10	1,235 ± 0,3 (0,55–1,69)	46,2 ± 10 (29–59)
11	1,1 ± 0,4 (0,42–1,58)	44,5 ± 13,5 (28–68)
12	0,798 ± 0,27 (0,32–1,32)	32,2 ± 8

поддерживать адекватную насосную функцию при возрастающей нагрузке, вне зависимости от того является ли она физической, или же связана с патологическими изменениями в сердце [15].

Долгосрочный («стратегический») ФРС базируется на особенностях структуры сердца, например, геометрии камер, архитектуре залегания волокон в стенке, конструктивных особенностях систем возбуждения и кровоснабжения миокарда. Краткосрочный («тактический») ФРС опирается на сократимость миокарда, явление, которое в общем случае подразумевает способность сердечной мышцы генерировать механическое напряжение и укорачиваться. Сократимость миокарда может быть быстро увеличена, например, за счет учащения сердечбиений и/или высвобождения в кровь эндогенных гормонов. В конечном итоге, соотношение двух основных источников ФРС определяет способность сердца адаптироваться к нагрузкам [7].

В нашем раннем исследовании, в рамках которого эта же команда баскетболистов тестировалась на стресс-системе (тредмил), было установлено, что все атлеты имели высокую, но не одинаковую способность адаптироваться к возрастающим нагрузкам [16]. Для того чтобы понять причину индивидуальных отличий в ФРС атлетов, было предпринято настоящее исследование.

Данная работа не претендует на глубину научного поиска, прежде всего, из-за ограниченного числа наблюдений (11 спортсменов). Поэтому мы пока не искали каких-либо закономерностей между данными ультразвуковой локализации сердца и стресс-теста. Мы лишь приводим общую картину морфофункционального состояния сердца спортсменов, чтобы продемонстрировать

возможности стандартного УЗИ сердца в оценке источников ФРС. Важно, что за счет использования технологичной обработки видеосигналов на базе рутинного обследования сердца, нам удалось получить дополнительную информацию о региональной структуре и функции миокарда [11, 12].

Итак, нами установлено, что в целом глобальная структура и функция соответствует границам возрастной нормы у мужчин. Отмеченные признаки увеличения размера ЛЖ, массы и индекса массы миокарда вполне вписываются в представления о «спортивном сердце» [17]. В отличие от стандартного протокола УЗИ, анализ региональной структуры обнаруживает возникновение локальной гипертрофии миокарда, что также можно рассматривать как адаптивное явление в сердце. Важно, однако, что данная информация в каждом индивидуальном случае может стать основой для оценки пути структурного ремоделирования сердца. Это поможет найти ту грань, за которой адаптивная гипертрофия при занятиях спортом может трансформироваться в реакцию на патологические изменения в миокарде.

Большинство показателей глобальной функции ЛЖ на основе стандартного УЗИ также не вышли за границы условной нормы. При этом превышение нормативных значений для ударного выброса ЛЖ и профиля трансмитрального потока (Е/А) можно трактовать как в среднем высокий уровень систолической и диастолической функции сердца. Вместе с тем, данные анализа региональной функции дают дополнительную и ценную информацию для характеристики явлений в сердце. Так, вне зависимости от выбранного сечения по короткой или длинной осям ЛЖ регионы сердечной стенки демонстрировали высокую степень отличия в механическом поведении (утолщение и укорочение).

Наиболее яркие результаты были получены при оценке региональной функции по 12 сегментам сердечной стенки в сечении по длинной оси ЛЖ. Данные, представленные на рис. 2 и в табл. 5, а также значения коэффициентов вариации для сегментарных фракций укорочения (СФУ) и dT убедительно свидетельствуют о высокой степени отличий в механике сердца как у отдельно взятого индивидуума, так и у группы испытуемых спортсменов в целом.

Установленное явление носит название механической асинхронности, и подразумевает качественное и количественное несоответствие в механическом поведении регионов миокарда в пространстве и во времени [7]. Механическая асинхронность есть атрибут нормального сердца, однако степень этого явления многократно увеличивается при возникновении отклонений в структуре и сократимости миокарда [18]. Следовательно, параметры, характеризующие величину механической асинхронности миокарда, могут служить количественными маркерами функционального резерва сердца [19].

Таким образом, анализ региональной структуры и функции миокарда имеет потенциально высокую ин-

формативную ценность для индивидуальной оценки морфофункционального состояния сердца. Такой подход может быть использован не только для количественной характеристики региональной структуры и функции миокарда, но позволяет прогнозировать степень вовлеченности резервных возможностей сердца.

Следует еще раз подчеркнуть, что рассмотренный в работе анализ может быть реализован на базе рутинного и доступного УЗИ сердца. Это дает возможность для широкого использования данной методологии при мониторинге здоровья при регулярных занятиях спортом вообще, и в студенческом спорте, в частности.

Заключение

Настоящая работа имеет самое прямое отношение к спортивной медицине, однако поднимает больше вопросов, чем дает ответы на них. Уже упоминалось, в ходе исследования выяснилось, что все члены команды с высокой степенью вероятности могут быть отнесены к лицам с синдромом ДСТ. На это указывают как внешние фенотипические признаки атлетов (данные антропометрических наблюдений, сколиоз, гипермобильность суставов), так и внутрисердечные маркеры: большая экскурсия створок митрального клапана и, конечно, наличие ложных сухожилий в сердце.

Дисплазия соединительной ткани представляет собой генетически детерминированное явление. Мутации в генах приводят к нарушению формирования нормального типа коллагена, что ведет к снижению прочности соединительной ткани многих органов и систем, а также образованию в них дополнительных структур. Есть основания полагать, что увеличение случаев ДСТ, наблюдающееся в последние годы, связано с возросшим воздействием антропогенных факторов окружающей среды на здоровье человека [20]. Вероятно, неблагоприятные условия проживания в Уральском регионе послужили причиной столь высокого процентного соотношения молодых игроков с ДСТ в сборной команде университета.

Ложные сухожилия в сердце не рассматриваются современной медициной как патологическое явление. Связано это с тем, что подавляющее число исследований не устанавливает какого-либо значимого влияния ЛС на глобальную функцию сердца [21]. Собственно, данные, приведенные в этой работе, подтверждают уже известные факты.

Вместе с тем, сердце есть необычайно тонко настроенная машина, где особенности конструкции и функции материала тесно сопряжены. Исходя из этих самых общих соображений, можно уверенно полагать, что возникновение дополнительных структур в сердце должно оказывать влияние на его функционирование и резервные возможности.

Результаты данной работы не могут однозначно указать на причину установленных нами явлений в региональной структуре и функции миокарда. Наши находки

могут быть связаны как с адаптацией сердца к большим физическим нагрузкам спортсменов, так и быть следствием дополнительных структур, то есть ЛС. Не исключено, что оба этих фактора могут играть важную роль в регуляции насосной функции ЛЖ, и определять границы функционального резерва сердца. Ответы на эти вопросы мы планируем искать в наших новых исследованиях.

Финансирование исследования. Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ, №12-08-00789а.

Список литературы:

1. **Журова И.А.** Российский студенческий спорт на современном этапе и его реформы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. Новосибирск: СГГА. 2013. Т.2: Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность. С. 21–24.
2. **Ачкасов Е.Е., Пузин С.Н., Добровольский О.Б., Богова О.Т., Лазарева И.А., Пятенко В.В., Штефан О.С.** Внезапная смерть молодых спортсменов (обзор зарубежной литературы) // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №3. С. 85–92.
3. **Смоленский А.В.** Сердечно-сосудистые заболевания и внезапная смерть в спорте // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2008. Т. 7, №22. С. 249–250.
4. **Brugada P, Brugada J.** Right bundle branch block, persistent ST segment elevation and sudden cardiac death // Am. J. Coll. Cardiol. 1992. Vol. 20. P. 1391–1396.
5. **Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Богова О.Т., Машковский Е.В.** Заболевания сердечно-сосудистой системы у спортсменов-профессионалов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. №3. С. 55–57.
6. **Mathias C.J., Deguchi K, Sehatz I.** Observations on recurrent syncope and presyncope in 641 patients // Lancet. 2001. Vol. 357. P. 348–353.
7. **Blyakhman F.** Left ventricular inhomogeneity and the heart's functional reserve // Chapter in the book «Cardiac Pumping and Perfusion Engineering». Ed. by Prof. D. Ghista. World Scientific Press. 2007. 680 p.
8. **Правдюк Н.Г., Шостак Н.А.** Гипермобильный синдром: клинические проявления, дифференциальный диагноз, подходы к терапии // Русский медицинский журнал. 2008. № 3. С. 70–75.
9. **ACC/AHA Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography.** A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Clinical Application of Echocardiography) Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography. 2013.
10. **De Maria A.N., Blanchard D.G.** The echocardiogram // Hurst's The Heart, 11th ed. McGraw-Hill. New York, 2004. P. 351–465.
11. **Sokolov S.Yu., Blyakhman F.A.** An improvement of accuracy of the speckle tracking techniques by sub-image interframe displacement's prediction. Proceedings – 2010 // 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics, BMEI. 2010. Vol. 1. P. 99–101.
12. **Sokolov S.Y.** Improving the accuracy and stability of the speckle tracking technique in processing images obtained in echocardiographic examinations // Pattern Recognition and Image Analysis. 2013. Vol. 23, Issue 4. P. 536–540.
13. **Литвинов А.В.** Норма в медицинской практике: справочное пособие. М.: МЕДпресс, 2001. 144 с.

14. **Васюк Ю.А.** Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца. // Российский кардиологический журнал. 2012. № 3. С. 95.

15. **Бляхман Ф.А.** Много ли мы знаем о сердце // Природа. 1999. №11. С. 23–30.

16. **Mekhdieva K., Blyakhman F., Timokhina V.** The heart functional reserve of young basketball players and their sports achievements // European Journal of Sports Medicine. 2013. Vol. 1, № 1. P. 156.

17. **Смоленский А.В.** Курс лекций по спортивной медицине: учебное пособие. М.: Физическая культура, 2011. 351 с.

18. **Blyakhman F.A., Shklyar E.A., Pavlov I.A., Sokolov S.Yu., Grinko A.A.** Why the left ventricle is not a sphere // Appl. Bionics. Biomechanics. 2004. №2. P. 101–105.

19. **Blyakhman F.A., Marchenko E.V., Kolchanova S.G., Zinoveva Ju.A., Mironkov B.L., Naidich A.M., Chestukhin V.V., Shumakov V.I.** Effect of the myocardium non-uniformity on the heart functional reserve // Journal of mechanics in Medicine and Biology. 2005. Vol. 5, № 1. P. 29–37.

20. **Богомолова И.К., Левченко Н.В.** Дисплазия соединительной ткани // Забайкальский медицинский вестник. 2010. № 3. С. 27–31.

21. **Кузнецов В.А., Корженков А.А.** Ложные сухожилия сердца. Диагностика и клиническое значение: рук. для врачей. Тюмень: Академия, 2011. 272 с.

References:

1. **Zhurova IA.** Rossiyskiy studencheskiy sport na sovremennom etape i ego reformy. Interexpo GEO-Sibir-2013. Novosibirsk: SGGA. 2013;2:21–24.

2. **Achkasov EE, Puzin SN, Dobrovolskiy OB, Bogova OT, Lazareva IA, Pyatenko VV, Shtefan OS.** The sudden death of young athletes (review of foreign literature). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(3):85–92 (in Russian).

3. **Smolenskiy AV.** Serdechnosudistye zabolvaniya i vnezapnaya smert v sporte. Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. 2008;7(22):249–250.

4. **Brugada P, Brugada J.** Right bundle branch. Block. Persistent ST segment elevation and sudden cardiac death. Am.J.Coll.Cardiol. 1992;20:1391–1396.

5. **Puzin SN, Achkasov EE, Bogova OT, Mashkovskiy EV.** Zabolvaniya serdechno-sosudistoy sistemy u sportmenov-professionalov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;(3):55–57.

6. **Mathias CJ, Deguchi K, Sehatz I.** Observations on recurrent syncope and presyncope in 641 patients. Lancet. 2001;357:348–353.

7. **Blyakhman F.** Left ventricular inhomogeneity and the heart's functional reserve // Chapter in the book «Cardiac Pumping and Perfusion Engineering». Ed. by Prof. D. Ghista. World Scientific Press. 2007. 680 p.

8. **Pravdyuk NG, Shostak NA.** Giperobilnyy sindrom: klinicheskie proyavleniya, differentsialnyy diagnoz, podhody k terapii. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2008;(3):70–75.

9. **ACC/AHA Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography.** A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Clinical Application of Echocardiography) Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography. 2013.

10. **De Maria AN, Blanchard DG.** The echocardiogram. Hurst's The Heart, 11th ed. McGraw-Hill. New York. 2004:351–465.

11. **Sokolov SYu, Blyakhman FA.** An improvement of accuracy of the speckle tracking techniques by sub-image interframe displacement's prediction. Proceedings – 2010. (Materials of the 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics, BMEI). 2010, 99–101 p.

12. **Sokolov SY.** Improving the accuracy and stability of the speckle tracking technique in processing images obtained in echocardiographic examinations. Pattern Recognition and Image Analysis. 2013;23(4):536–540.

13. **Litvinov AV.** Norma v meditsinskoj praktike: spravochnoe posobie. Moscow, Medpress, 2001. 144 p. (in Russian).

14. **Vasyuk YuA.** Rekomendatsii po kolichestvennoy otsenke struktury i funktsii kamer serdtsa. Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal. 2012;(3):95.

15. **Blyakhman FA.** Много ли мы знаем о сердце. Природа. 1999;(11):23–30.

16. **Mekhdieva K, Blyakhman F, Timokhina V.** The heart functional reserve of young basketball players and their sports achievements. European Journal of Sports Medicine. 2013;1(1):156.

17. **Smolenskiy AV.** Kurs lektsiy po sportivnoy meditsine: uchebnoe posobie. Moscow, Physicheskaya kultura, 2011. 351 p. (in Russian).

18. **Blyakhman FA, Shklyar EA, Pavlov IA, Sokolov SYu, Grinko AA.** Why the left ventricle is not a sphere. Appl. Bionics. Biomechanics. 2004;(2):101–105

19. **Blyakhman FA, Marchenko EV, Kolchanova SG, Zinoveva JuA, Mironkov BL, Naidich AM, Chestukhin VV, Shumakov VI.** Effect of the myocardium non-uniformity on the heart functional reserve. Journal of mechanics in Medicine and Biology. 2005;5(1):29–37.

20. **Bogomolova IK, Levchenko NV.** Displaziya soedinitelnoy tkani. Zabaikalskiy meditsinskiy vestnik. 2010;(3):27–31.

21. **Kuznetsov VA, Korzhenkov AA.** Lozhnye sukhoziliya serdtsa. Diagnostika i klinicheskoe znachenie. Tyumen, Akademiya, 2011. 272 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Мехдиева Камилия Рамазановна – заведующая лабораторией спортивные и оздоровительные технологии, преподаватель кафедры теории физической культуры ФГАОУ ВПО УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина Минобрнауки России.

Адрес: 620078, г. Екатеринбург, ул. Коминтерна, 14, СК-207.
Тел.: +7(912)242-77-22.

E-mail: kamilia_m@mail.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 01.03.2014

АНАЛИЗ ЗНАЧЕНИЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У СПОРТСМЕНА ВО ВРЕМЯ ОТДЕЛЬНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ЗАНЯТИЯ. ЧАСТЬ 2. (ЛЕКЦИЯ)

¹А. П. ЛАНДЫРЬ, ^{2,3}Е. Е. АЧКАСОВ, ²О. Б. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

¹Tartu University Clinic of Sports Medicine and Rehabilitation, Tartu, Estonia

²ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Минздрава России, Москва, Россия

³ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, Московская область, Светлые горы, Россия

Сведения об авторах:

Ландырь Анатолий Петрович – доцент клиники спортивной медицины и реабилитации Тартуского университета Министерства образования и науки Эстонской республики, к.м.н.

Ачкасов Евгений Евгеньевич – заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, ведущий научный сотрудник лаборатории спортивной биомедицины и экстремальных состояний ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, проф., д.м.н.

Добровольский Олег Борисович – доцент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, д.б.н., к.м.н.

hear T ra Te analysis in a Thle Tes during separa Te Training SESSION. PART 2. (LECTURE)

¹A. P. LANDYR, ^{2,3}E. E. ACHKASOV, ²O. B. DOBROVOLSKIY

¹Tartu University Clinic of Sports Medicine and Rehabilitation, Tartu, Estonia

²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³Scientific Center of Biomedical Technology FMBA of Russia, Svetlye Gory, Moscow region, Russia

Information about the authors:

Anatoliy Landyr – M.D., Ph.D. (Medicine), Assistant Professor of Sports Medicine and Rehabilitation Clinic of the University of Tartu (Estonia)

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University, Senior Researcher of the Laboratory of Sports Biomedicine and Extreme Conditions of the Scientific Center of Biomedical Technology FMBA of Russia

Oleg Dobrovolskiy – M.D., D.Sc. (Biology), Ph.D. (Medicine), Assistant Professor of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University

В настоящей лекции, продолжающей цикл лекций по мониторингу сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте, представлены особенности анализа частоты сердечных сокращений (ЧСС) за дистанцию или ее отрезок, сравнительного анализа нескольких тренировочных занятий и длительного мониторинга ЧСС. Приведены примеры анализа значений ЧСС у спортсменов.

Ключевые слова: спорт; спортсмены; частота сердечных сокращений; тренировочное занятие; дистанция; физическая нагрузка; беговая дорожка.

The lecture continues the series of lectures about cardiac monitoring in the management of the training process in physical training and sports, and represents the recorded heart rate analysis in athletes during one and several training sessions, and comparative analysis of training sessions and heart rate's long-term monitoring. The lecture exemplifies the heart rate analysis in athletes.

Key words: sports; athletes; heart rate; training session; interval; physical activity; running track.

Как уже было отмечено в первой части этой лекции, реализация спортсменом тренировочного плана часто весьма затруднена, ввиду влияния на организм многих факторов [1], а для успешного управления процессом спортивной тренировки необходима обратная связь, отражающую реакцию организма на эти факторы. Необходимо установить, какой амплитуды и направленности сдвиги вызывают в организме используемые тренировочные нагрузки и методы [2, 3]. Для получения необходимой информации используются комплексные методы контроля, охватывающие разные стороны тренировочного процесса [4–6]. С помощью педагогического контроля изучается уровень общей и специальной подготовленности спортсмена, используемые в тренировочном процессе методы и средства, успешность выступления в соревнованиях и динамика спортивных результатов. Целью социально-психологического контроля является определение условий проведения тренировок и выступлений в соревнованиях, соответствия личностных качеств спортсмена выбранному виду спорта, психологическое состояние спортсмена и т.д. Медико-биологический контроль позволяет дать оценку состоянию здоровья спортсмена и взаимодействию функциональных систем организма в разных условиях тренировки [7]. Анализ значений частоты сердечных сокращений (ЧСС), зарегистрированных при выполнении физической нагрузки в условиях тренировки и соревнований, объединяет педагогический, социально-психологический и медико-биологический виды контроля.

Анализ значений ЧСС у спортсмена производится по результатам записи одного тренировочного занятия или по сумме данных, зарегистрированных в тренировочных микро-, мезо- или макроциклах.

Отдельное тренировочное занятие составляет наименьшую часть тренировочного процесса спортсмена. Используя оптимальную комбинацию отдельных тренировочных занятий, направленных на развитие силы, скорости, выносливости, достижение психологической устойчивости, овладение техникой и тактикой выбранного вида спорта можно добиться пика повышения спортивной формы спортсмена и показать высокие спортивные результаты. Спортсмен для достижения высокого результата должен точно знать цель каждой предстоящей тренировки и с помощью каких тренировочных упражнений и методов можно достичь этой цели.

7. Дополнительные возможности анализа тренировочного занятия

При помощи мониторинга, помимо регистрации кривой ЧСС и анализа значений ЧСС, можно получить дополнительную информацию о спортсмене и особенностях его тренировки и провести ее анализ.

7.1. Анализ ЧСС за дистанцию или ее отрезок

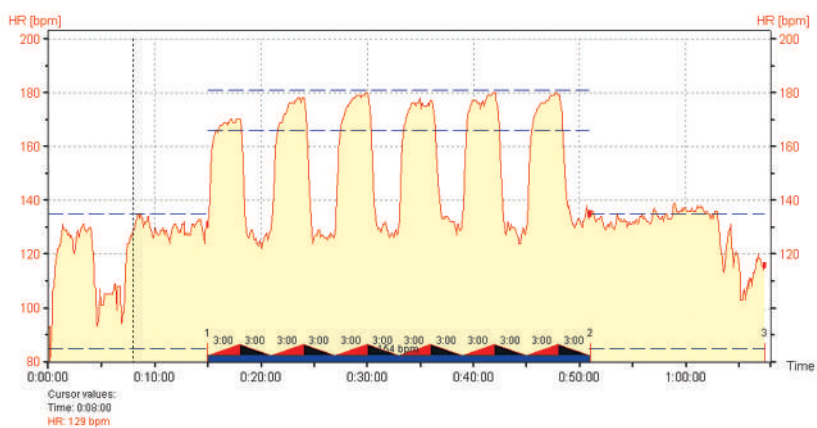
Спортсмены многих видов спорта выполняют на тренировках отрезки дистанции (бегуны, пловцы, гребцы и т.д.) или круги (бегуны, конькобежцы, велосипедисты, лыжники и т.д.) разной длины.

Для анализа и оценки результатов прохождения отрезков или кругов необходимо знать длину дистанции, время ее прохождения и частоту сердечных сокращений во время ее прохождения и в периоды отдыха. Время на отрезке или круге при их однократном и многократном прохождении служит мерилем специальной подготовленности спортсмена. По значениям ЧСС можно оценить степень нагрузочности организма (умеренная, большая, субмаксимальная или максимальная) при прохождении дистанции и определить скорость восстановления. Повторное выполнение спортсменом отрезков или кругов через определенное время позволяет следить за динамикой изменений времени прохождения дистанции и приспособительных процессов организма, что позволяет вести коррекцию тренировочного процесса. Для вывода на экран и анализа данных, зарегистрированных при прохождении дистанции, необходимо открыть анализируемую тренировку и из меню View сделать выбор Lap Times / Markers...

Пример 22. Кривая частоты сердечных сокращений тренировочного занятия гребца представлена на рисунке 9.

Дополнительные данные о количестве отрезков, времени их прохождения, о ЧСС в начале отрезка, минимальной, средней и максимальной ЧСС при прохождении отрезка, а также о длине отрезка и скорости его прохождения представлены в протоколе 1.

Тренировка заключалась в шестикратном прохождении 3-минутных отрезков со скоростью 85–90% от максимальной с 3-минутными периодами отдыха (гребля в равномерном спокойном темпе). При записи данных тренировки использовалась функция интервальной



Person	Viktor Ivanov	Date	19.06.2008	Heart rate averag	154 bpm	Zone 1	85 - 135
Exercise	19.06.2008 16:44	Time	16:44:43	Heart rate max	180 bpm	Zone 2	166 - 181
Sport	Гребля	Duration	1:07:25,0			Zone 3	85 - 135
Note	6 отрезков по 3 мин, 85-90% от максимальной, между отрезками 3 мин.			Selection	0:15:00 - 0:51:00 (0:36:00,0)		

Рис. 9. Динамика ЧСС гребца при выполнении интервальной тренировки

Протокол 1. Данные о прохождении гребцом отрезков на тренировке

Lap	Time	Lap Time	HR	Max	Avg	Min	Dist	min/km
Круг	Время	Время круга	Исходная ЧСС	Макс. ЧСС	Средн. ЧСС	Миним. ЧСС	Дистанц.	мин/км
1.	0:15:00,0	0:15:00,0	131	135	122	79	0	0:00
1. P	0:18:00,0	0:03:00,0	170	170	166	134	720 м	4:12
2. P	0:24:00,0	0:06:00,0	178	178	151	122	755 м	3:54
3. P	0:30:00,0	0:06:00,0	180	180	154	124	750 м	4:00
4. P	0:36:00,0	0:06:00,0	177	179	154	126	750 м	4:00
5. P	0:42:00,0	0:06:00,0	180	180	157	127	760 м	3:51
6. P	0:48:00,0	0:06:00,0	179	180	155	124	745 м	4:03
2.	0:51:00,0	0:03:00,0	135	179	141	130	0	0:00
3.	1:07:25,0	0:16:25,0	116	139	129	103	0	0:00

тренировки монитора, которая управляла действиями гребца во время тренировки.

После передачи этих данных в компьютер они были дополнены данными о реальной длине пройденных отрезков, что позволило определить скорость прохождения каждого отрезка.

Выполнивший эту тренировку спортсмен, имел четкое представление о цели тренировки и был хорошо мотивирован, поэтому выполнил нагрузку при прохождении отрезков с адекватным напряжением для решения этой цели. Об этом свидетельствуют значения частоты сердечных сокращений (170–180 уд/мин) при прохождении отрезков, которые соответствуют поставленным целям, при этом сохраняется скорость прохождения отрезков на оптимальном уровне (3:51–4:12 мин/км).

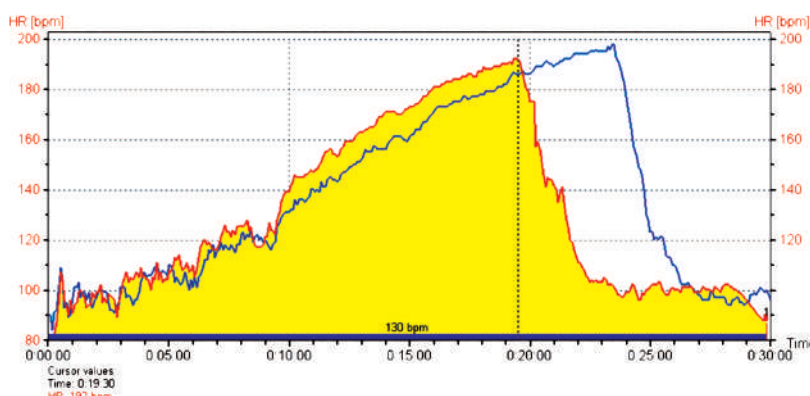
7.2. Сравнительный анализ нескольких тренировочных занятий

Программа позволяет вести сравнительный анализ двух и более кривых частоты сердечных сокращений, путем наложения друг на друга. При этом чаще используются следующие варианты: а) Сравнение двух кривых ЧСС, зарегистрированных на двух, схожих по величине нагрузке, тренировках одного спортсмена; б) Сравнение двух кривых ЧСС двух спортсменов, зарегистрированных во время одной и той же тренировки.

При анализе исходим из положения, что при одинаковых нагрузках более низкая ЧСС свидетельствует о лучших возможностях адаптации организма к физическим нагрузкам и наоборот. Такой подход используется при наблюдении за развитием адаптации организма к нагрузкам у одного спортсмена или для сравнения адаптации двух спортсменов при отборе в команду или при оценке спортивной формы.

Для проведения сравнения двух кривых ЧСС вначале открывается кривая первого спортсмена. Затем, если проводится сравнение данных двух спортсменов, активируются данные второго спортсмена, для чего из меню Options делаем выбор Switch Person... и в открывшемся окне выбираем второго спортсмена. После этого из меню File делаем выбор Open Exercise... В открывшемся окне Open Exercise выбираем сравниваемую тренировку. Для сравнения двух кривых обязательно нужно отметить выбор Exercise Comparison.

Пример 23. Сравнение данных одного спортсмена при проведении двух тестирований (рис. 10). Целью теста было выполнение нагрузки до отказа на беговой дорожке для определения максимального потребления кислорода. Тестировался спортсмен по академической гребле в разные периоды тренировочного цикла: в середине соревновательного периода (14.06.2008) и в конце тренировочного года (22.09.2008). При выполнении тестирования использовались аналогичные схемы нагрузки. При сравнении значений ЧСС видно, что в начальной стадии



No	Exercise	Date	Cursor HR	Heart rate	Duration	Note
1	14.06.2008 17:19	14.06.2008	185	135 / 198	0:32:24.8	Тестирование
2	22.09.2008 13:30	22.09.2008	192	130 / 192	0:29:50.7	Тестирование
3.						
4.						
5.						

Рис. 10. Сравнение двух кривых ЧСС у одного спортсмена

тестировании при низких скоростях движения дорожки различия в адаптации отсутствуют, кривые ЧСС полностью накладываются друг на друга. Начиная с 10 минуты второго тестирования (22.09.2008) происходит резкий подъем значений ЧСС, которые до окончания теста остаются более высокими. При этом время выполнения спортсменом второго теста короче, чем первого (14.06.2008), а достигнутая максимальная ЧСС – ниже.

У обследованного спортсмена возможности адаптации, переносимости нагрузки и способность к напряжению были значительно выше при первом тестировании. При повторном тестировании в конце тренировочного года отмечено снижение функциональных возможностей организма спортсмена. Полученные сравнительные данные позволяют оценить состояние спортсмена за прошедший тренировочный период и использовать эти данные при планировании нового годичного тренировочного цикла.

Пример 24. Сравнение кривых ЧСС у двух спортсменов. Во время тренировки по баскетболу зарегистрированы значения частоты сердечных сокращений у двух спортсменов (рис. 11). Содержание тренировки у обоих спортсменов было аналогичным. Анализ данных показывает, что значения ЧСС в начале тренировки, при разминке, в основной и заключительной части тренировки были выше у первого обследуемого. Поэтому средняя (115 и 100 уд/мин) и максимальная (174 и 171 уд/мин) ЧСС тренировки были выше у первого обследуемого.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что у первого обследованного адаптация к тренировочной нагрузке более напряженная и переносимость нагрузки хуже, чем у второго спортсмена.

7.3. Длительный мониторинг частоты сердечных сокращений

Спортсмены используют длительную регистрацию ЧСС во время нагрузочных тренировочных или сорев-

новательных циклов, при наличии проблем с восстановлением, при появлении аритмий сердца, а также при занятиях экстремальными видами спорта и т.д. По этим данным можно анализировать объем и интенсивность нагрузки, адаптационные возможности организма, следить за скоростью восстановления после разного рода нагрузок, фиксировать значения ЧСС утром и вечером, следить за степенью снижения значений частоты сердечных сокращений во время сна и т.д. При нарушениях сна можно выяснить значения ЧСС перед сном, определить наличие значительных колебаний значений ЧСС во время сна, рассчитать среднюю ЧСС сна и т.д.

В случае нарушений ритма сердца фиксируются резкие изменения ЧСС, не связанные с физической нагрузкой. Пользователь с помощью монитора ЧСС может отметить моменты, когда он ощущал аритмию, с тем, чтобы позже выявить связь появления аритмии с особенностями физической, эмоциональной и (или) умственной нагрузки.

Пример 25. Длительная запись ЧСС у спортсмена, занимающегося экстремальным видом спорта, бегом на сверхдлинные дистанции (рис. 12). Спортсмен пробежал дистанцию в 245, 4 км за 32 часа 17 минут и 45 секунд. Во время бега у спортсмена было три перерыва для краткого отдыха.

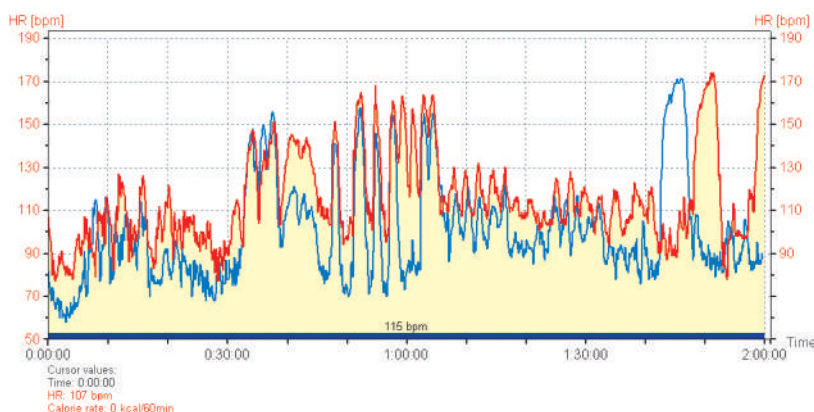
На графике значения ЧСС представлены красным цветом, скорость движения отмечена синим цветом и высота над уровнем моря дается на графике коричневым цветом. За время регистрации значения ЧСС колебались в диапазоне от 63 до 150 уд/мин, при средней ЧСС в 118 уд/мин. Значения ЧСС у спортсмена поднимались в первой четверти периода наблюдения, снижались во второй четверти. В третьей четверти наблюдения значения ЧСС были относительно стабильны, а в последней четверти вновь имели тенденцию к повышению. Курсор расположен в самой высокой точке прохождения дистанции,

объясняющая информация выбранной точки по значениям ЧСС, высоты над уровнем моря, скорости движения, длины подъемов и спусков, энергозатрат организма представлена в виде текста под рисунком. Обширная информация о любом моменте пройденной дистанции позволяет провести глубокий анализ деятельности спортсмена, сопоставить субъективные ощущения спортсмена с объективными показателями деятельности организма.

8. Примеры анализа значений частоты сердечных сокращений у спортсменов

Ниже представлены примеры анализа значений ЧСС у спортсменов с комментариями.

Пример 26. Запись значений ЧСС у



No	Exercise	Date	Cursor HR	Heart rate	Duration	Note
1	Игрок: 1/5.01.2009 10:30	5.01.2009	82	100 / 171	1:59:45.0	
2	Игрок: 2/5.01.2009 10:30	5.01.2009	107	115 / 174	2:00:00.0	
3.						
4.						
5.						

Рис. 11. Сравнение кривых ЧСС у двух спортсменов в одной тренировке

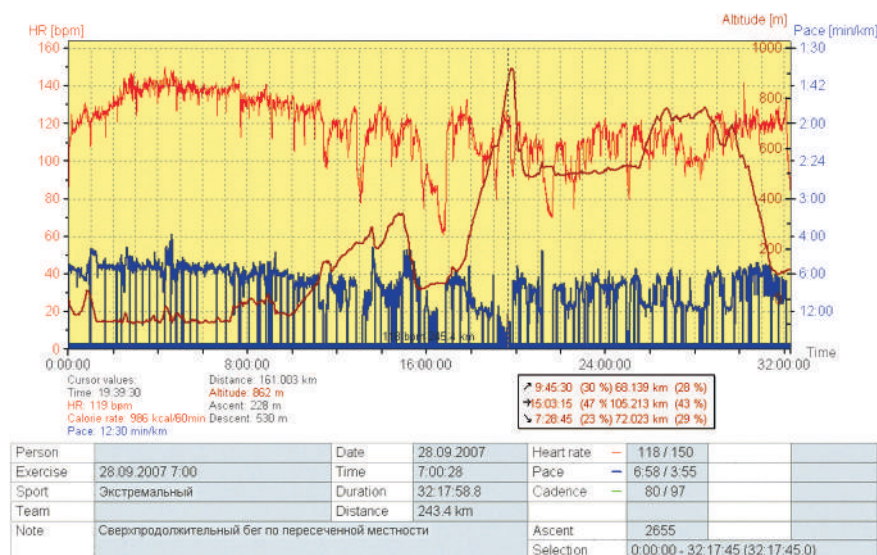


Рис. 12. Длительная запись ЧСС, высоты над уровнем моря и скорости движения у спортсмена-экстремала

спортсмена на тренировке, направленной на развитие общей выносливости (рис. 13). В качестве нагрузки использовался равномерный бег в тренировочной зоне развития общей выносливости с границами ЧСС от 123 до 138 уд/мин.

Продолжительность тренировки составила 1:03:15,0, средняя ЧСС тренировки была 129 уд/мин. Колебания значений ЧСС были обусловлены изменениями профиля трассы и скорости движения. Эффективность тренировки весьма высокая, так как, практически, вся деятельность спортсмена прошла в запланированных границах ЧСС, выходя за рамки границ на очень короткое время. Эффективность тренировки подтверждает высокий процент (92,5%) времени выполнения физической нагрузки спортсменом в зоне развития общей выносливости.



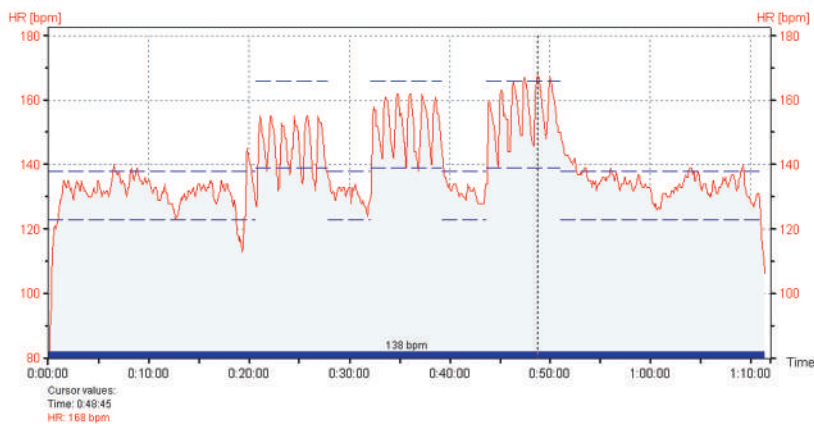
Рис. 13. Кривая ЧСС спортсмена на тренировке, направленной на развитие общей выносливости

Пример 27. Запись значений ЧСС у спортсмена на тренировке, направленной на развитие скоростной выносливости (рис. 14).

В качестве нагрузки использовался равномерный бег в тренировочной зоне развития общей выносливости с границами ЧСС от 123 до 138 уд/мин, на фоне которого спортсмен выполнял три серии отрезков. Каждая серия состояла из шести отрезков длиной 200 м, пробегаемых с напряжением в 70-90% от максимального. После пробега отрезка для восстановления использовался бег (200 м) в легком темпе. Между сериями спортсмен выполнял бег в зоне развития общей выносливости. Продолжительность тренировки составила 1:11:25,0, а средняя ЧСС тренировки была 137 уд/мин. Признаком высокой эффективности тренировки является подъем значений ЧСС выше порога анаэробного обмена при выполнении серий, а также достаточно продолжительное (41%) время выполнения физической нагрузки в зоне развития скоростной выносливости.

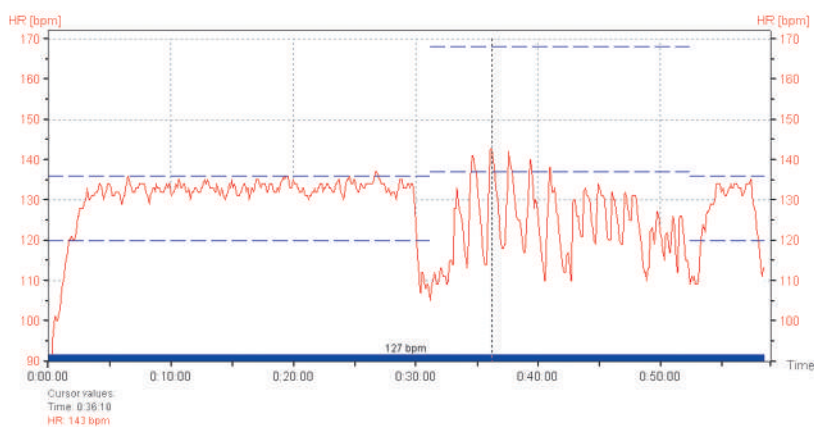
Пример 28. Запись значений ЧСС у спортсмена на тренировке, направленной на развитие скоростной выносливости (рис. 15). В качестве нагрузки использовался равномерный бег в тренировочной зоне развития общей выносливости с границами ЧСС от 120 до 136 уд/мин, на фоне которого спортсмен выполнял три серии отрезков. В первой серии длина одного отрезка равнялась 120 м, во второй серии составляла 60 м и в третьей серии была 30 м, степень напряжения при выполнении отрезков должна была быть 70-90% от максимальной. Для восстановления использовался бег в равномерном спокойном темпе. Продолжительность тренировки составила 58:31,1, средняя ЧСС тренировки была 127 уд/мин.

Анализ значений ЧСС указывает на полный провал тренировочного занятия. В начале тренировки спортсмен выполнял бег в равномерном темпе в зоне развития общей выносливости. Затем перед выполнением отрезков спортсмен позволил себе отдых, во время которого ЧСС снизилась до 108 уд/мин. Из-за такой низкой исходной величины ЧСС, а также из-за отсутствия должной мотивации во время выполнения отрезков организм спортсмена или вообще не попадал в анаэробную зону, или попадал на очень короткое время. Таким образом, организм спортсмена не переходил на анаэробное обеспечение энергией совершаемой работы. Поэтому цель тренировки на развитие скоростной выносливости не была достигнута. Если в тренировоч-



Person		Date	11.01.2009	Heart rate averag	138 bpm	Zone 1	123 - 138
Exercise	11.01.2009 17:48	Time	17:48:34	Heart rate max	168 bpm	Zone 2	139 - 168
Sport	Running	Duration	1:11:26.4				
Note	3 серии по 6 отрезков с напряжением 70-90% от максимального			Selection	0:00:00 - 1:11:25 (1:11:25.0)		

Рис. 14. Кривая ЧСС спортсмена на тренировке, направленной на развитие скоростной выносливости



Person		Date	12.01.2008	Heart rate averag	127 bpm	Zone 1	120 - 136
Exercise	12.01.2008 13:50	Time	13:50:01	Heart rate max	143 bpm	Zone 2	137 - 168
Sport	Running	Duration	0:58:31.1				
Note	3 серии по 6 отрезков 120, 60 и 30 м с напряжением 70-90% от максим.			Selection	0:00:00 - 0:58:30 (0:58:30.0)		

Рис. 15. Кривая ЧСС спортсмена на тренировке, направленной на развитие скоростной выносливости

ном дневнике спортсмен отмечает такую тренировку как направленную на развитие скоростной выносливости, то на самом деле ожидаемый эффект достигнут не был. Если спортсмен неправильно выполнит одно отдельное тренировочное задание, то отрицательное значение на тренировочный процесс в целом будет не очень существенным. Однако, если спортсмен выполняет тренировочные задания неправильно на протяжении длительного периода времени, то тем самым может испортить весь подготовительный период. Так как планируемое спортсменом развитие скоростной выносливости в действительности не происходит, то в дальнейшем это отрицательно скажется на спортивных результатах и поставленные спортсменом и тренером цели не будут достигнуты.

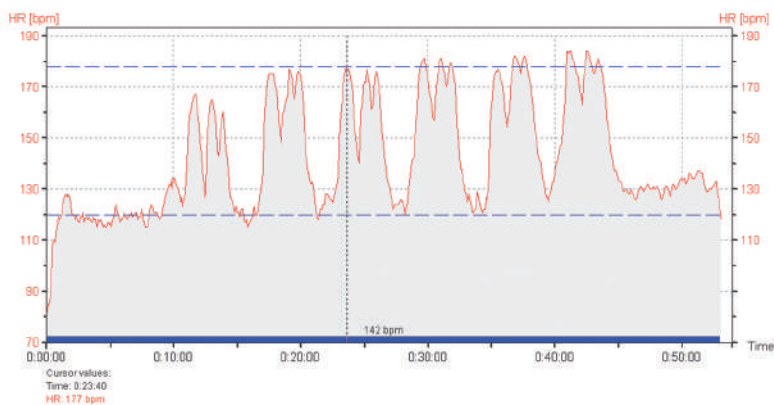
Пример 29. Анализ значений ЧСС интервальной тренировки спортсмена по гребле (рис. 16). Целью тренировки является развитие максимальной скорости, используя интервальный метод тренировки. На фоне гребли в равномерном темпе спортсмен выполнил шесть серий ускорений. В каждой серии выполнялись отрезки по 45, 30 и 15 секунд с интервалом отдыха между ними в 45 и 30 секунд, степень напряжения выполнения отрезков повышалась с укорочением времени прохождения отрезка и составляла 90, 95 и 100% от максимальной. Между сериями были трехминутные периоды отдыха. Общая продолжительность тренировки составила 53:05,0, а средняя ЧСС тренировки была 142 уд/мин.

Анализ ЧСС подтверждает выполнение поставленной цели спортсменом, так как в каждой серии при выполнении отрезков ЧСС повышалась, а по мере выполнения серий повышалась средняя (ЧСС_{средн} I серии – 139 уд/мин, а VI серии – 158 уд/мин) и максимальная ЧСС (ЧСС_{макс} I серии – 166 уд/мин, а VI серии – 184 уд/мин).

Пример 30. Анализ ЧСС, зарегистрированной у спортсмена во время тренировочного занятия, направленного на развитие общей физической подготовленности (рис. 17). Для достижения цели использовался круговой метод тренировки. После разминки спортсмен выполнял нагрузку по кругу на 6 станциях, между кругами период отдыха составлял 2 минуты. Продолжительность тренировки составила 0:57:10,0, а средняя ЧСС тренировки была 107 уд/мин.

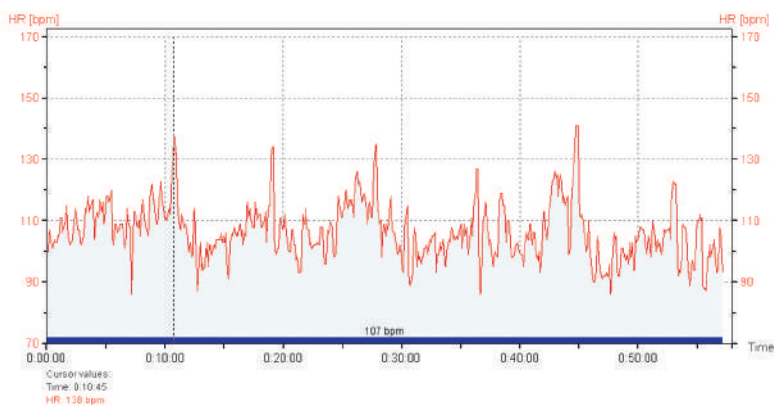
Положительное отношение спортсмена к выполняемой тренировочной нагрузке и его высокую мотивацию показывает характер записанной кривой, поскольку конфигурация и амплитуда значений ЧСС при выполнении шести кругов спортсменом на тренировке весьма близки. Эффект тренировки тем выше, чем лучше спортсмен может концентрироваться на выполнении упражнений, выбрать уровень напряжения соответственно своим возможностям и сохранять выбранный темп на протяжении всей тренировки.

Пример 31. Анализ ЧСС, зарегистрированной у спортсмена по гребле во время тренировочного занятия, направленного на развитие специальной силовой подготовки (рис. 18). Для развития силы использовались следующие серии упражнений: жим лежа 5×15 раз с весом 60 кг, подъем веса (80 кг) с опусканием 5×15 раз,



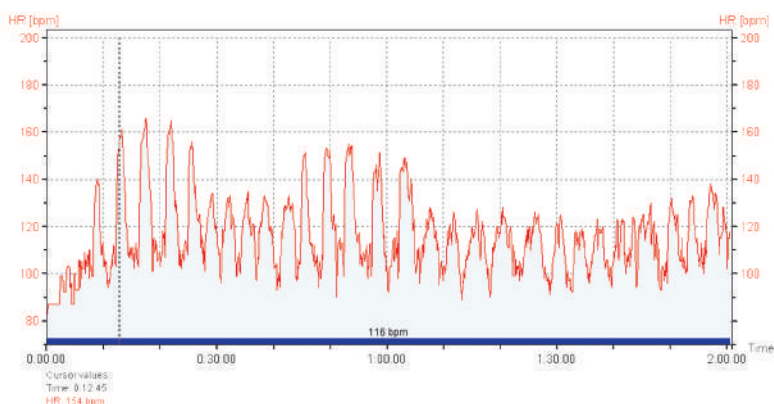
Person		Date	10.10.2008	Heart rate averag	142 bpm	Zone 1	120 - 178
Exercise	10.10.2008 10:17	Time	10:17:40	Heart rate max	184 bpm		
Sport	Гребля	Duration	0:53:05.6				
Note	В серии по 3 отрезка 45, 30, 15 сек, напряжение 90, 95, 100% от максим.						
		Selection	0:00:00 - 0:53:05 (0:53:05.0)				

Рис. 16. Кривая ЧСС интервальной тренировки спортсмена



Person		Date	20.10.2008	Heart rate averag	107 bpm		
Exercise	20.10.2008 17:51	Time	17:51:03	Heart rate max	141 bpm		
Sport	Круговая тренировка	Duration	0:57:13.3				
Note	Selection 0:00:00 - 0:57:10 (0:57:10.0)						

Рис. 17. Кривая ЧСС спортсмена при выполнении круговой тренировки



Person		Date	1.11.2008	Heart rate averag	116 bpm		
Exercise	1.11.2008 10:32	Time	17:57:23	Heart rate max	186 bpm		
Sport	Силовая тренировка	Duration	2:00:36.5				
Note	Серия силовых упражнений						
		Selection	0:00:00 - 2:00:35 (2:00:35.0)				

Рис. 18. Динамика ЧСС гребца в тренировочном занятии, направленном на развитие специальной силовой подготовки

подъем веса (60 кг) спереди в положении наклона 5×15 раз, нагрузка на мышцы бицепса рук на тренажере с весом 35 кг 5×15 раз и упражнение на развитие мышц живота 5×30 раз. Продолжительность тренировки составила 2:00:35,0 при средней ЧСС тренировочного занятия в 116 уд/мин.

Силовые тренировки оказывают сильное воздействие на мышечную систему и небольшое на сердечно-сосудистую систему. Во время силовой тренировки средняя ЧСС (116 уд/мин) и максимальная ЧСС (166 уд/мин) были относительно низкими. Поскольку при силовых тренировках нагрузка на сердце небольшая, то такие тренировки для сердечной мышцы не являются развивающими.

Пример 32. Анализ частоты сердечных сокращений, зарегистрированной у спортсмена по гребле во время тренировочного занятия, направленного на развитие общей выносливости (рис. 19). Спортсмен выполнил шесть отрезков по 1000 м с ЧСС, не превышающей ЧСС на уровне ПАНО (170 уд/мин). В промежутке между отрезками выполнялась гребля в равномерном спокойном темпе, при котором ЧСС спортсмена находилась в диапазоне от 118 до 138 уд/мин.

Дополнительную информацию по тренировке можно получить, используя при анализе данные, характеризующие тренировку (протокол 2).

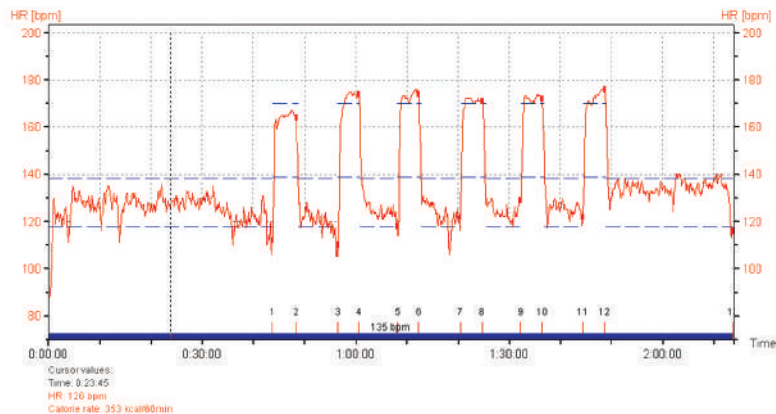
Высокое качество тренировки подчеркивает грамотное прохождение отрезков. Средняя ЧСС прохождения отрезков спортсмена составляла от 162 до 169 уд/мин, что соответствовало 95-99% от уровня ПАНО. Превышение уровня ПАНО отмечено в единичных случаях. При этом спортсмен показал устойчивую скорость (4,03–4,35 мин/км) прохождения отрезков. Поставленная задача тренировки по развитию общей выносливости успешно выполнена.

Пример 33. Анализ ЧСС, зарегистрированной у спортсмена во время комбинированной круговой тренировки (рис. 20). В процессе тренировки выполнено семь кругов. Нагрузка на первых трех кругах носила силовой характер, была направлена на развитие общей физической подготовленности. Последние четыре круга выполнялись для развития скоростной силы, из них первый и третий круг заключался в выполнении шести коротких упражнений в виде серий, а второй и четвертый круг – в выполнении двух более продолжительных упражнений.

Анализ значений ЧСС подтверждает хорошее качество тренировки. Цель тре-

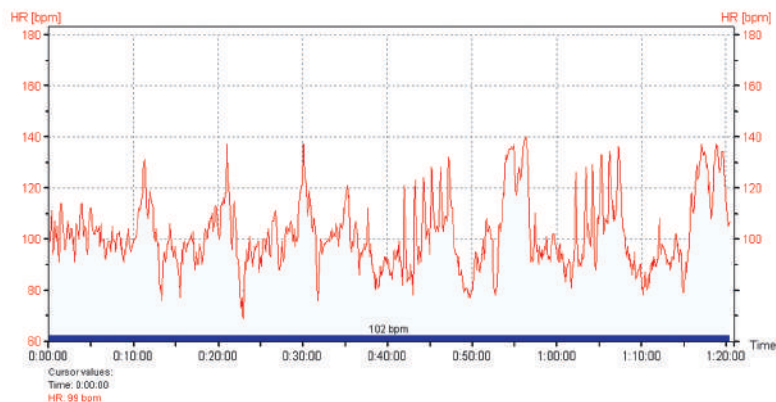
Протокол 2. Данные тренировочного занятия гребца

Lap	Time	Lap Time	HR	Max	Avg	Min	Dist	min/km
Круг	Время	Время круга	ЧСС исходн.	ЧСС макс.	ЧСС средн.	ЧСС мин.	Дистанция (м)	мин/км
1.	0:43:47,2	0:43:47,2	112	136	125	88	0	0:00
2.	0:48:23,0	0:04:35,8	164	167	162	115	1000	4:35
3.	0:56:33,7	0:08:10,7	110	164	121	105	0	0:00
4.	1:00:37,0	0:04:03,3	174	175	168	110	1000	4:03
5.	1:08:13,8	0:07:36,8	118	173	127	114	0	0:00
6.	1:12:19,2	0:04:05,4	174	176	169	114	1000	4:05
7.	1:20:24,6	0:08:05,4	122	174	125	106	0	0:00
8.	1:24:46,3	0:04:21,7	171	172	168	122	1000	4:21
9.	1:32:15,6	0:07:29,3	129	170	126	118	0	0:00
10.	1:36:25,7	0:04:10,1	172	174	169	128	1000	4:10
11.	1:44:20,0	0:07:54,3	122	172	127	117	0	0:00
12.	1:48:39,9	0:04:19,9	176	176	169	123	1000	4:19
13.	2:13:41,7	0:25:01,8	116	176	134	113	0	0:00



Person		Date	22.07.2008	Heart rate averag	135 bpm	Zone 1	118 - 138
Exercise	22.07.2008 18:05	Time	18:05:21	Heart rate max	176 bpm	Zone 2	139 - 170
Sport	Гребля	Duration	2:13:41.7				
Note	6 отрезков по 1000м с ЧСС до 170 уд/мин			Selection	0:00:00 - 2:13:40 (2:13:40:0)		

Рис. 19. Кривая ЧСС спортсмена на тренировке, направленной на развитие общей выносливости



Person		Date	27.09.2008	Heart rate averag	102 bpm		
Exercise	27.09.2008 15:06	Time	15:06:43	Heart rate max	140 bpm		
Sport	Комбинированная круговая тренировка	Duration	1:20:25.6				
Note				Selection	0:00:00 - 1:20:25 (1:20:25:0)		

Рис. 20. Кривая ЧСС спортсмена во время выполнения комбинированной круговой тренировки

нировки достигнута, так как выбор упражнений соответствовал поставленной задаче, а интенсивность выполнения их спортсменом соответствовала требованиям, благодаря его хорошей мотивации и контролю за частотой сердечных сокращений.

Пример 34. Анализ ЧСС тренировки по аэробике (рис. 21). Анализ данных показывает, что время разминки (5 мин.) было недостаточным для подготовки организма к нагрузке. В основной части тренировки средняя ЧСС была высокой (175 уд/мин) длительное время (31 мин.). На фоне высокой нагрузки в этом периоде отсутствовали паузы для отдыха и восстановления.

Энергообеспечение организма в этот период времени было преимущественно анаэробным. В заключительной части ЧСС после двухминутного снижения снова повысилась до 146 уд/мин. Задача заключительной части тренировки по плавному снижению нагрузки не была выполнена. В целом нагрузку тренировочного занятия можно оценить как слишком высокую для занимающихся, поскольку интенсивность занятия была чрезмерной, методически занятие было проведено неправильно. Такие типичные ошибки совершают начинающие тренеры, не владеющие методикой тренировки, предлагающие занимающимся слишком интенсивные нагрузки.

При многократном повторении таких ошибок у занимающегося может развиваться перенапряжение сердечно-сосудистой системы или организма в целом.

Приведенные выше примеры показывают, что использование мониторов ЧСС спортсменами позволяет следить за особенностями приспособления организма к физической нагрузке, определить величину и интенсивность физической нагрузки, а также ее распределение по тренировочным зонам, выявить ошибки и нарушения в методике проведения тренировки, уменьшить опасность перегрузки организма, сделать тренировочный процесс управляемым.

Список литературы:

1. Рубаненко Е.П., Буторина А.В. Рациональное питание в период занятий фитнесом и спортом // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. №3. С. 26–29.



Рис. 21. Динамика ЧСС спортсменки на тренировке по аэробике

2. **Матвеев Л.П.** Теория спорта. М.: Воениздат, 1997. 304 с.
3. **Платонов В.Н.** Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Киев: Олимпийская литература, 2004. 808 с.
4. **Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Машковский Е.В., Сиденков А.Ю.** Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №3. С. 7–14.
5. **Перхуров А.М.** Амплитудные характеристики электрокардиограммы в динамике изменения функционального состояния спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. №2. С. 7–11.
6. **Андреев Д.А., Борисова Н.В., Кармазин В.В., Поляев Б.А., Поляев Б.Б., Парастаев С.А., Фещенко В.С.** Основные направления биомеханического обследования в изучении системы проприорецепции в спорте высоких достижений // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 4. С. 37–40.
7. **Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т.** Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 3. С. 3–5.

References:

1. **Rubanenko EP, Butorina AV.** Rational nutrition in time of sports and fitness employment. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2012;(3):26–29 (in Russian).
2. **Matveev LP.** Teoriya sporta. Moscow, Voenizdat, 1997. 304 p. (in Russian).
3. **Platonov VN.** Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Kiev, Olimpiyskaya literatura, 2004. 808 p. (in Russian).
4. **Achkasov EE, Runenko SD, Talambum EA, Mashkovskiy EV, Sidenkov AYu.** A comparative analysis of contemporary apparatus and program complex for investigation and estimation of sportsmen's functional state. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(3):7–14 (in Russian).

5. **Perkhurov AM.** Amplitudes characteristics of electro-cardiogram in dynamic of functional condition by athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2012;2:7–11 (in Russian).

6. **Andreev DA, Borisova NV, Karmazin VV, Polyayev BA, Polyayev BB, Parastaev SA, Feshchenko VS.** Osnovnyye napravleniya biomekhanicheskogo obsledovaniya v izuchenii sistemy proprioretseptii v sporte vysokikh dostizheniy. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2013;4:37–40.

7. **Puzin SN, Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT.** Professionalnye zabolevaniya i invalidnost u professionalnykh sportsmenov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;3:3–5.

Первая часть лекции «Анализ значений частоты сердечных сокращений у спортсмена во время отдельного тренировочного занятия» опубликована в журнале «Спортивная медицина: наука и практика», №3 (16), 2014, с. 103–111. Предыдущие лекции цикла опубликованы в журнале «Спортивная медицина: наука и практика»: «Регуляция частоты сердечных сокращений и воздействие разных факторов на частоту сердечных сокращений в покое у спортсменов» (№1 (6), 2012, с. 32–35); «Влияние физической нагрузки на основные параметры сердечной гемодинамики и частоту сердечных сокращений» (№2 (7), 2012, с. 38–46); «Энергетика мышечной деятельности» (№3 (8), 2012, с. 30–33); «Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов» (№1 (10), 2013, с. 40–45); «Тренировочные зоны частоты сердечных сокращений для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой» (№2 (11), 2013, с. 72–75); «Мониторы частоты сердечных сокращений и их функции» (№3 (12), 2013, с. 77–84); «Программное обеспечение анализа зарегистрированных значений частоты сердечных сокращений. Часть 1 и 2» (№4 (13), 2013, с. 76–84 и №1 (14), 2014, с.102–109); «Нагрузочные тесты, выполняемые с помощью мониторов частоты сердечных сокращений» (№2 (15), 2014, с. 69–74). Цикл лекций по мониторингу сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте в журнале «Спортивная медицина: наука и практика» продолжит лекция «Анализ тренировочной нагрузки микроцикла» (№1 (18), 2015).

Ответственный за переписку:

Ачкасов Евгений Евгеньевич – заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, ведущий научный сотрудник лаборатории спортивной биомедицины и экстремальных состояний ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, проф., д.м.н.

Адрес: Москва, ул. Трубецкая, д. 8.

Тел.: +7(499)248-03-40.

E-mail: 2215.g23@rambler.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 15.04.2014.

ПАТОЛОГИЯ СИСТЕМЫ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА КАК МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МАРКЕР СИМПАТИЧЕСКОГО ДИСБАЛАНСА ПРИ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ

¹С. Л. ПАРИЛОВ, ²Л. Ф. ЦЫВЦЫНА, ¹С. Н. ДЕРЕВЦОВА

¹ГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, Красноярск, Россия

²ГБУЗ Красноярское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы, Красноярск, Россия

Сведения об авторах:

Парилов Сергей Леонидович – доцент кафедры судебной медицины Института повышения образования ГБОУ ВПО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, д.м.н.

Цывцына Лидия Феликсовна – врач, судебно-медицинский эксперт ГБУЗ Красноярское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы.

Деревцова Светлана Николаевна – доцент кафедры анатомии и гистологии человека ГБОУ ВПО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, д.м.н.

Pathology of The vagus nerve system as a morphological
marker of sympathetic imbalance in sudden cardiac death

Th

¹S. L. PARILOV, ²L. F. TSYVTSYNA, ¹S. N. DEREVTSOVA

¹Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

²Krasnoyarsk Regional Office of the Forensic Medical Examination, Krasnoyarsk, Russia

Information about the authors:

Sergey Parilov – M.D., D.Sc. (Medicine), Assistant Professor of the Department of Forensic Medicine of the Krasnoyarsk State Medical University.

Lidiya Tsyvtsyna – M.D., Forensic Pathologist, Krasnoyarsk Regional Office of the Forensic Medical Examination.

Svetlana Derevtsova – M.D., D.Sc. (Medicine), Assistant Professor of the Department of Human Anatomy and Histology of the Krasnoyarsk State Medical University.

Цель исследования: Разработка критериев повреждений системы блуждающего нерва при несмертельной краниовертебральной травме и обосновать их причинную связь с внезапной сердечной смертью. **Материалы и методы:** Исследована система блуждающего нерва, атрио-вентрикулярный узел сердца и изменения в кардиомиоцитах в 45 случаях смерти. Из них 20 пострадавших с краниовертебральной травмой, в 25 наблюдениях – острая коронарная недостаточность. Исследованы центральная и периферическая части системы блуждающего нерва. **Результаты:** Выявлены повреждения в яремных ганглиях; а так же связь повреждений ганглиев с перенесенной краниовертебральной травмой. При краниовертебральной травме выявлены кровоизлияния в яремных ганглиях, нервных стволах и мягких тканях яремных отверстий. При смерти от острой коронарной недостаточности в ганглиях системы блуждающего нерва выявлены выраженные атрофические изменения. Во всех представленных случаях выявлен гемосидероз мягких мозговых оболочек продолговатого мозга. **Выводы:** Выявленные повреждения в центральном и периферическом отделах системы блуждающего нерва при организовавшейся краниовертебральной травмы, возможно позволят установить посттравматический патогенез коронарораспазма и фибрилляции желудочков сердца.

Ключевые слова: блуждающий нерв; яремный ганглий; ганглиоцит; атрофия; атриоventрикулярный узел; кардиоциты; контрактурные изменения; склероз.

Objective of the study was the development of criteria of the vagus nerve system injuries in patients with nonfatal head and spinal cord injuries, and finding evidence of its relationship to a sudden cardiac death. **Materials and methods:** system of the vagus nerve, AV nod and changes in cardiomyocytes in 45 cases of death (20 – head and spinal cord injuries, and 25 - acute coronary insufficiency) were investigated. **Results:** Damages of, and hemorrhages in the jugular ganglion and nervous trunks as a result of head and spinal cord injuries were found. Atrophic changes in the jugular ganglion were found in cases of deaths from coronary insufficiency. In all cases hemosiderosis of the pia of the medulla oblongata was found. **Conclusions:** Identified injuries of central and peripheral parts of the vagus nerve system in patients with head and spinal cord injuries may allow defining the pathogenesis of post-traumatic coronary spasm and ventricular fibrillation.

Key words: vagus nerve; jugular ganglion; gangliocyte; atrophy; AV nod; cardiomyocyte; contractile changes; sclerosis.

Введение

Внезапная сердечная смерть представляет собой одну из актуальных проблем современной клинической медицины. В последние десятилетия отмечается рост заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями [1–3], при этом ежегодно на земном шаре внезапно умирает несколько миллионов человек. А если учесть, что это преимущественно люди в творчески активном возрасте, то становится очевидной социальная значимость этой проблемы [4–6]. Так, среди мужчин от 20 до 64 лет внезапная сердечная смерть составляет 32% от всех причин смерти в этой возрастной группе. При исследовании литературных данных по этой проблеме выяснилось, что при значительной симпатической активности усиливаются адренергические влияния на сердце, что может приводить к фибрилляции сердца и внезапной сердечной смерти [7, 8].

Согласно анатомической номенклатуре и современным представлениям иннервация сердца осуществляется автономной нервной системой, которая подразделяется на симпатическую (тораколумбальную), парасимпатическую (краниосакральную) и метасимпатическую части, активно взаимодействующие друг с другом. Основная роль парасимпатической и метасимпатической систем состоит в осуществлении механизмов, обеспечивающих гомеостаз – относительное динамическое постоянство внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций [9, 10].

Симпатическая нервная система рассматривается как система дестабилизирующая постоянство внутренней среды, тревоги и мобилизации защитных сил и ресурсов для активного взаимодействия с различными факторами. Торако-люмбальная иннервация осуществляется смешанными нервами симпатической цепи, преганглионарные волокна которых отходят от нейронов бокового промежуточного столба восьми шейных и первых пяти грудных сегментов спинного мозга. Пре- и постганглионарные волокна симпатической системы частично в составе блуждающего нерва, частично самостоятельно принимают участие в формировании шейных и грудных сплетений, образуя как самостоятельные рецепторы в легких, так и контактируя с интер- и эффекторными нейронами метасимпатического звена автономной нервной системы [9–11].

Задачу восстановления и поддержания постоянства, нарушенного возбуждением симпатической системы, берут на себя парасимпатическая и метасимпатическая системы.

Парасимпатическая иннервация сердца осуществляется системой блуждающего нерва. В шейной части – несколько ниже яремных отверстий располагаются узловатый ганглий X-ой пары и каменистый ганглий IX-ой пары нервов. В блуждающем нерве афферентные волокна составляют 80–90% и большая часть их замыкается в яремном ганглии. Все ганглии черепно-мозговых нервов являются чувствительными. По современным представ-

лениям преганглионарные афферентные волокна непосредственно замыкаются на метасимпатическую систему, афферентные – через вставочные нейроны ганглиев. Аксоны ганглионарных клеток формируют постганглионарные волокна, заканчивающиеся на эффекторных нейронах метасимпатической нервной системы [9–11].

В обеих системах имеются клетки и волокна НАНХ (неадренергическая, нехолинергическая нервная система), синтезирующие и высвобождающие нейропептиды (субстанция P, ВИП и др.), обладающие либо констриктивным, либо дилатационным эффектом, в зависимости от того, какой эффект доминанты на эффекторном нейроне функционального модуля необходимо получить. Контроль за выработкой нейротрансмиттеров и нейропептидов осуществляют дыхательный и сосудодвигательный центры продолговатого мозга. Они, получая информацию через афферентные волокна блуждающих нервов, действуют на функциональный модуль частично через ганглии IX-ой и X-ой пар черепно-мозговых нервов, частично – через симпатическую нервную систему, ускоряя, либо замедляя синтез и сенсорную передачу по необходимости [9–11]. Учитывая вышеизложенное, цель нашего исследования заключалась в разработке критериев повреждений системы блуждающего нерва при несмертельной краниовертебральной травме, и обосновать их причинную связь с внезапной сердечной смертью. Мы предположили, что при повреждении системы блуждающих нервов на эффекторном нейроне сердечного метасимпатического модуля будет преобладать доминанта симпатoadреналовой системы с частично выключенной депрессорной функцией парасимпатической системы и усиливаются адренергические влияния на сердце, что может приводить к фибрилляции желудочков.

Задачи исследования: 1. Выявить патоморфологические виды повреждений ганглиев системы блуждающего нерва и установить их судебно-медицинское значение. 2. Установить биомеханизм повреждений системы блуждающего нерва и выявить частоту встречаемости этих повреждений при внезапной сердечной смерти. 3. Установить патогенетическую роль перенесенной краниовертебральной травмы системы блуждающего нерва в развитии симпатического дисбаланса при внезапной сердечной смерти.

Материалы и методы

Проверяя данную гипотезу, исследовали систему блуждающего нерва, антриоventрикулярный узел сердца и изменения в кардиомиоцитах в 45 случаях смерти мужчин макроскопически и гистологически с использованием на данном этапе исследований стандартных окрасок и поляризационной микроскопии. Случаи были разделены на 2 группы: основная группа – 20 пострадавших мужчин с краниовертебральной травмой в возрасте 20–65 лет (средний возраст 40 ± 5 лет), погибшие на месте происшествия и в стационаре; группа сравнения –

25 наблюдений больных мужчин с ишемической болезнью сердца (ИБС), в возрасте 20–65 лет (средний возраст 40 ± 5 лет), умерших дома и в стационаре, смерть которых наступила от морфологически подтвержденной острой коронарной недостаточности.

Результаты исследования

При краниовертебральной травме выявлены разной выраженности и давности кровоизлияния в яремных ганглиях, нервных стволах и мягких тканях яремных отверстий. При переживаемости травмы более 1 мес. – гемосидероз мягких мозговых оболочек продолговатого мозга.

Во всех случаях внезапной сердечной смерти выявлен гемосидероз мягких мозговых оболочек продолговатого мозга, в ганглиях системы блуждающего нерва выявлены однотипные изменения (рис. 1). Выраженный перивазальный и паренхиматозный склероз с выпадением большого количества ганглиоцитов. Большинство ганглиоцитов с выраженными атрофическими изменениями, проявляющимися деформацией нервных клеток (набухание или сморщивание клетки), отложением в цитоплазме большого количества желтовато-коричневого пигмента (рис. 1 а), в части клеток расположенного по периферии, в части – равномерно по цитоплазме. В относительно сохраненных нейронах – кариолизис, вплоть до клеток-теней (рис. 1 б).

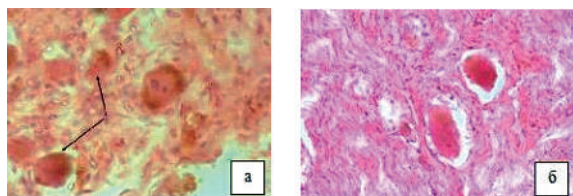


Рис. 1. Яремный ганглий системы блуждающего нерва. а) атрофические изменения ганглиоцитов с накоплением в них бурого пигмента и кариолизисом в части клеток; б) кариолизис в ганглиоцитах с формированием клеток тканей

В атриовертрикулярном узле изменения однотипны для обеих групп: выявляли межклеточный отек, фрагментацию мышечных волокон, в поляризованном свете – преобладание контрактурных изменений 2–3 степени и релаксацию саркомеров в единичных клетках. В остальных отделах миокарда волнообразная деформация мышечных волокон, диссоциация кардиомиоцитов, феномен фуксиноррагии, в поляризованном свете мозаично чередующиеся миоциты без изменений, с релаксацией саркомеров и контрактурами 1–2 степени и реже 3 степенью.

В коронарных артериях обнаружены признаки спазма с перивазальными кровоизлияниями в области краев атеросклеротических бляшек (рис. 2).

Заключение

Исследования центральной и периферической частей системы блуждающего нерва предоставили возможность выявить повреждения в яремных ганглиях, а

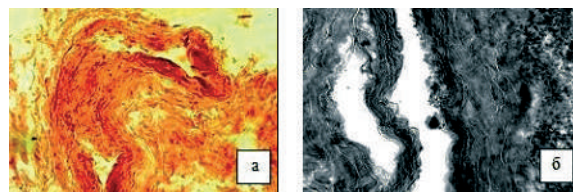


Рис. 2. Спазм коронарной артерии. Патологическая извитость эластических волокон. а) боковой свет (окр. гематоксилин-эозин, $\times 200$). б) фазовый контраст (окр. гематоксилин-эозин, $\times 200$)

также связь повреждений ганглиев с перенесенной краниовертебральной травмой.

Обнаруженные изменения в ганглиях парасимпатической нервной системы, возможно, являются морфологическими маркерами симпатического дисбаланса, обуславливающего усиление адренергических влияний на сердце, что может приводить к фибрилляции сердца и внезапной сердечной смерти.

Выявленные повреждения в центральном и периферическом отделах системы блуждающего нерва при выявлении организовавшейся краниовертебральной травмы, возможно, позволят установить посттравматический патогенез коронарораспазма и фибрилляции желудочков сердца.

Список литературы:

1. Прилипко Н.С., Бантьева М.Н., Руголь Л.В. Анализ по возрастной заболеваемости взрослого населения России как этап определения его нужд в медицинской реабилитации // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 2. С. 2–9.
2. Пузин С.Н., Шургая М.А., Богова О.Т., Потапов В.Н., Чандирли С.А., Балека Л.Ю., Беличенко В.В., Огай Д.С. Медико-социальные аспекты здоровья населения. Современные подходы к профилактике социально значимых заболеваний // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2013. № 3. С. 3–10.
3. Суфшишов Г., Одинаев Ф.И., Одинаев Ш.М. Медико-социальные аспекты первичной инвалидности вследствие ишемической болезни сердца в республике Таджикистан // Вестник всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2013. №4. С. 95–98.
4. Макаров Л.М. Как избежать внезапной смерти при занятии спортом // Спортивная медицина: наука и практика. 2010. №1. С. 27–34.
5. Ачкасов Е.Е., Пузин С.Н., Добровольский О.Б., Богова О.Т., Лазарева И.А., Пятенко В.В., Штефан О.С. Внезапная смерть молодых спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №3. С. 85–92.
6. Преображенский В.Ю., Зиновьев О.В., Сидоренко Е.В., Лядов К.В. Описание случая нарушения ритма у профессионального спортсмена, предположительно связанного с приемом биологически активной добавки // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №2. С. 14–17.
7. Моисеев В.С. Болезни сердца. Руководство для врачей. М.: МИА, 2008. 528 с.

8. **Чазов Е.И.** Болезни сердца и сосудов. Руководство для врачей. М.: Медицина, 1992. 496 с.

9. **Ноздрачев А.Д.** Периферическая нервная система. СПб.: 1999. 282 с.

10. **Ноздрачев А.Д.** Физиология сенсорных систем. Нервная регуляция висцеральных функций. Автономная нервная система. СПб.: 2001. 1088 с.

11. **Гриппи М.А.** Интегрированные дыхательные функции. Патология легких / Пер. с англ. СПб.: Невский диалект, М.: Бинум, 2000. 318 с.

References:

1. **Prilipko NS, Bantuyeva MN, Rugol LV.** Analiz povozrastnoy zabolevayemosti vzoslogo naseleniya Rossii kak etap opredeleniya yego nuzhdayemosti v meditsinskoj reabilitatsii. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2013;(2):2–9.

2. **Puzin SN, Shurgaya MA, Bogova OT, Potapov VN, Chandirli SA, Baleka LYu, Belichenko VV, Ogay DS.** Mediko-sotsialnyye aspekty zdorovya naseleniya. Sovremennyye podkhody k profilaktike sotsialno znachimykh zabolevaniy. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2013;(3):3–10.

3. **Sufishoyev G, Odinaev FI, Odinaev ShM.** Mediko-sotsialnyye aspekty pervichnoy invalidnosti vsledstviye ishemicheskoy bolezni serdtsa v respublike Tadjikistan. Vestnik vserossiyskogo obshchestva spetsialistov po mediko-sotsialnoy ekspertize, reabilitatsii i reabilitatsionnoy industrii. 2013;(4):95–98.

4. **Makarov LM.** Kak izbezhat vnezapnoy smerti pri zanyatiyakh sportom. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika. 2010;(1):27–34.

5. **Achkasov EE, Puzin SN, Dobrovolskiy OB, Bogova OT, Lazareva IA, Pyatenko VV, Shtefan OS.** The sudden death of young

athletes (review of foreign literature). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(3):85–92 (in Russian).

6. **Preobrazhenskiy VYu, Zinoviyev OV, Sidorenko YeV, Lyadov KV.** Case report of break in rhythm in professional sportsmen presumably related with the use of dietary supplement. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(2):14–17 (in Russian).

7. **Moiseyev VS.** Bolezni serdtsa. Rukovodstvo dlya vrachey. Moscow, MIA, 2008. 528 p. (in Russian).

8. **Chazov YeI.** Bolezni serdtsa i sosudov. Rukovodstvo dlya vrachey. Moscow, Meditsina, 1992. 496 p. (in Russian).

9. **Nozdrachev AD.** Perifericheskaya nervnaya sistema. Saint-Petersburg, 1999. 282 p. (in Russian).

10. **Nozdrachev AD.** Fiziologiya sensornykh sistem. Nervnaya regulyatsiya vistseralnykh funktsiy. Avtonomnaya nervnaya sistema. Saint-Petersburg, 2001. 1088 p. (in Russian).

11. **Grippi MA.** Integrirovannyye dykhatelnyye funktsii. Patofiziologiya legkikh. Saint-Petersburg, Nevskiy dialekt, Moscow, Binom, 2000. 318 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Деревцова Светлана Николаевна – доцент кафедры анатомии и гистологии человека ГБОУ ВПО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, д.м.н.

Адрес: 660122, Россия, г. Красноярск, ул. Пионерской правды, д. 3 кв. 20.

Тел.: +7(902)943-0561.

E-mail: derevzova@bk.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 17.10.2013

615.322/.324.035/.036:612.1.015:612.821:612.766.1:796.071.015.6

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМА АПИФИТОПРОДУКЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОВАСКУЛЯРНОГО РИСКА, БИОХИМИИ КРОВИ, ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ СФЕРЫ И СПОРТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ У МОЛОДЫХ СПОРТСМЕНОВ ОЛИМПЕЙСКОГО РЕЗЕРВА (ПО МАТЕРИАЛАМ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА «ТЕНТОРИУМ-ЮКИОР-2013»)

¹В. Н. КИМ, ²И. П. ХИСМАТУЛЛИНА, ³В. П. ЛЕОНОВ, ⁴Ю. Н. ФЕДОСОВ, ⁵И. Г. АКСЕНОВА

¹ГБОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, Томск, Россия

²ООО «Тенториум», Пермь, Россия

³Сайт Биометрика, Томск, Россия

⁴АУ СПО Югорский колледж-интернат олимпийского резерва, Ханты-Мансийск, Россия

⁵«Центр оздоровительного питания, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Ким Виталий Николаевич – профессор кафедры биофизики и функциональной диагностики, заведующий отделением функциональной диагностики клиник ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России, д.м.н.

Хисматуллина Ирина Петровна – заместитель директора ООО «ТЕНТОРИУМ», врач-апитерапевт.

Леонов Василий Петрович – редактор сайта Биометрика (www.biometrica.tomsk.ru), доцент, к.т.н.

Федосов Юрий Николаевич – заведующий лабораторией медико-биологического сопровождения спортивной подготовки АУ СПО Юкиор, к.м.н.

Аксенова Ирина Георгиевна – руководитель Центра оздоровительного питания, к.с.н.

effect of administration of apian and herbal products on INDICATORS OF CARDIOVASCULAR RISK, BLOOD BIOCHEMISTRY, PSYCHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CONDITION, AND sports achievements of young athletes of the Olympic RESERVE (BASED ON THE PILOT PROJECT «TENTORIUM YUKIOR-2013»)

¹V. N. KIM, ²I. P. KHISMATULLINA, ³V. P. LEONOV, ⁴YU. N. FEDOSOV, ⁵I. G. AKSENOVA

¹Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

²«Tentorium» LLC, Perm, Russia

³Biometrics web-site, Tomsk, Russia

⁴Yugorsky College-Boarding School of the Olympic Reserve, Khanty-Mansiysk, Russia

⁵Therapeutic Nutrition Center, Moscow, Russia

Information about the authors:

Vitaliy Kim – M.D., D.Sc. (Medical), Prof. of the Department of Biophysics and Functional Diagnostics, Head of the Department of Functional Diagnostics of Clinics of the Siberian State Medical.

Irina Khismatullina – M.D., Deputy Director of the LLC «TENTORIUM», Physician.

Vasily Leonov – Ph.D. (Engineering), Assistant Prof., Editor of the Biometrics web-site.

Yuriy Fedosov – M.D., Ph.D. (Medical), Head of the Laboratory of Medical and Biological Support of Athletic Training of the Yugorsky College-Boarding School of Olympic Reserve.

Irina Aksenova – Ph.D. (Sociology), Head of the Therapeutic Nutrition Center.

Цель исследования: оценить влияние продолжительности курса апифитопродукции (АФИ) на кардиоваскулярный риск, психофизические кондиции и спортивные результаты молодых спортсменов. **Материал и методы:** Выделены 3 группы спортсменов:

1 группа (24) – прием АФП в течение 1 месяца; 2 группа (24) – прием АФП в течение 2 месяцев; 3 группа (23) – без приема АФП. Выполнили пробы с реактивной гиперемией и гипервентиляцией на плечевой артерии. Работоспособность определяли на спирометре. Оценивали индекс напряжения вегетативной нервной системы в покое, общий индекс устойчивости, компонентный состав тела. Выполнили биомикроскопию сосудов склеры, общий и биохимический анализ крови. **Результаты:** отмечены более лучшие результаты во 2 группе по сравнению с контрольной группой и коротким курсом применения АФП. После 2-месячного приема АФП возросли: дилатация плечевой артерии (ПА) на 75 сек. пробы с реактивной гиперемией, гемоглобин, время достижения анаэробного порога, индекс устойчивости и работоспособность, при этом снизились уровень кортизола, спазм ПА на 5 мин. пробы гипервентиляции, время восстановления, ЧСС восстановления и ситуативная тревожность. **Выводы:** длительное использование АФП снижает кардиоваскулярный риск, улучшает психофизические кондиции, спортивные результаты и восстановление атлетов.

Ключевые слова: кардиоваскулярный риск; психофизические кондиции; реактивная гиперемия; восстановление; апифитопродукция; многомерная статистика; молодые атлеты.

Objective: to evaluate the effect of apian and herbal products (AHP) on cardiovascular risk, psychological and physical condition and sports achievements in young athletes. **Materials and methods:** group 1 (n=24) received a 1 month, and group 2 (n=24) a 2 month course of AHP. Group 3 (n=24) received no AHP. All patients were investigated with the same tests. **Results:** the dilatation of the brachial artery (BA), reactive hyperemia test, the hemoglobin levels, the time to reach anaerobic threshold, the stability index, and performance increased greater in group 2 comparing to other groups. Cortisol levels, constriction of BA 5 min after hyperventilation, recovery time, the heart rate of recovery and level of the situational anxiety decreased. **Conclusions:** 2-month course of treatment with AHP reduces cardiovascular risk, improves psychophysical condition, athletic achievement and recovery time of athletes.

Key words: cardiovascular risk; psychophysical condition; reactive hyperemia; recovery time; apian and herbal products; multivariate statistics; young adult athletes.

Введение

Оценка скрытых механизмов адаптации к предельным нагрузкам, поиск способов защиты организма и повышения работоспособности в экстремальных условиях, а также технологий восстановления функциональных систем – одна из приоритетных задач спортивной медицины [1, 2]. Сегодня при возрастающей интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок, несмотря на медикаментозное обеспечение, возникла острая необходимость в мягко действующих натуральных компонентах, способных существенно расширить физические возможности организма спортсмена и при этом, не относящихся к допингу. А с другой стороны, способных защитить здоровье атлетов, а порой их жизнь, на что указывает статистика внезапной смерти (ВС) в спорте, причем преимущественно среди мужчин [3]. При этом 90% случаев ВС приходится на сердечно-сосудистые причины [4]. Российская статистика ВС в спорте менее значима и ограничивается лишь сообщениями о случаях ВС в средствах массовой информации [5]. При этом на долю кардиоваскулярных причин ВС в нашей стране приходится чуть более 50%, а если учитывать возраст от года до 45 лет, то частота ВС невысока и составляет около 6,5% [6]. Тем не менее, сам факт ВС уже вызывает большой общественный резонанс, поэтому необходимо проведение крупных исследований для уточнения причин ее развития, также как разработки мер профилактики этих трагических событий [3, 7]. При этом научную и практическую значимость приобретают новые диагностические технологии [8], в т.ч. оценка и коррекция дисфункции эндотелия (ДЭ), как основной причины коронарораспазма. Поскольку интенсивные физические нагрузки (ФН), из-за острого и хронического стресса, вызывают перекисное окисление липидов, дислипидемию

[9, 10], гиперактивность симпато-адреналовой системы, артериальную гипертензию и ДЭ [11]. Пусковым звеном в этой цепи является ДЭ [12], когда на фоне «чистых» артерий возникает коронарораспазм, особенно у реактивно- и личностно-тревожных лиц с признаками вегетативной дисфункции [13].

Данные факты привели к поиску нефармакологических способов коррекции ДЭ, что особенно важно в детско-юношеском спорте. В частности, получены данные о позитивном влиянии пчелопродуктов на окислительный стресс при ФН [14], переносимость внешних факторов среды, при утомлении и снижении физической работоспособности (ФР) в спорте, адаптации через энергосбережение для повышения работоспособности и выхода на пик формы, в том числе прекращение действия разных факторов в период восстановления [15].

В свете изложенного, исследование новых возможностей продуктов пчеловодства в коррекции ДЭ, как раннего маркера атерогенных нарушений кровообращения у молодых спортсменов олимпийского резерва и фактора, лимитирующего уровень ФР и спортивные результаты, крайне актуально, поскольку полностью соответствует современным трендам, когда научный интерес продолжает приковываться к оценке и коррекции ДЭ [16].

Цель работы – оценка взаимосвязей продолжительности приема апифитопродукции (АФП) с показателями кардиоваскулярного риска, биохимии крови, нейровегетативного и психоэмоционального статуса, а также спортивными результатами у молодых спортсменов (по материалам Пилотного проекта «ТЕНТОРИУМ-ЮКИОР-2013»).

Материал и методы

Выполнено рандомизированное когортное контролируемое исследование на базе АУ СПО Югорский

колледж-интернат олимпийского резерва (ЮКИОР) г. Ханты-Мансийска. Рандомизацию провели методом случайных чисел, согласно спискам обучающихся: одни включались в группы с приемом апифитопродукции (АФП), а другие в группу контроля, которая не применяла АФП в тренировочном процессе. Так, в группу-1 было включено 24 спортсмена (средний возраст $17,1 \pm 0,5$) с 1-месячным приемом АФП: 7 пловцов; 6 юношей и 1 девушка; 7 лыжных гонщиков: 6 юношей и 1 девушка; 7 боксеров, 2 тяжелоатлета и девушка-паралимпиец. В группу-2 включено 24 атлета (средний возраст $16,9 \pm 0,3$) с 2-месячным применением АФП: 7 пловцов; 5 юношей и 2 девушки; 7 лыжных гонщиков: 6 юношей и 1 девушка; 7 боксеров, 2 тяжелоатлета и 1 паралимпиец. В группу контроля вошли 23 спортсмена (средний возраст $17,0 \pm 0,5$) без приема АФП: 6 юношей и 1 девушка; 8 лыжных гонщиков: 6 юношей и 2 девушки; 5 боксеров, 2 тяжелоатлета и один паралимпиец. Соотношение атлетов от уровня кандидат в мастера спорта и выше в группе-1 было 34,0%, в группе-2 – 35,0%, в контроле – 33,3%. Контрольная группа сформирована для сравнительной оценки коррекционных мероприятий в группе 1 и 2. Таким образом, все сравниваемые группы были полностью однородными по возрасту, представительству от разных видов спорта, полу и спортивному мастерству.

У всех лиц выполнили пробы с реактивной гиперемией (ПРГ) и гипервентиляцией (ПГВ) на плечевой артерии (ПА) по методике D.S. Celermajer et al. [17]. Работоспособность в ваттах (Вт) определяли на спиризограме E-bike. Индекс напряжения (ИН) вегетативной нервной системы (ВНС) в покое оценивали на «Поли-Спектр 8/EX» [18], общий индекс устойчивости на «Balance System Biodex», количественный состав тела на «Весакс Танита». Выполняли биомикроскопию сосудов склеры при ПГВ, тестирование по «Спилбергеру» и «САН» (самочувствие, активность, настроение), анкетирование спортсменов и тренеров, общий и биохимический анализ крови. Все полученные количественные показатели были поделены на 5 системных подгрупп:

I подгруппа (признаки кардиоваскулярного риска): частота сердечных сокращений (ЧСС) в покое; ЧСС восстановления после нагрузки; систолическое артериальное давление (САД) в покое; диастолическое артериальное давление (ДАД) в покое; САД max и ДАД max в ответ на нагрузку; тромбоциты; общий холестерин; триглицериды и кортизол.

II подгруппа (признаки работоспособности): работоспособность; время достижения порога

анаэробного обмена (ПАНО); ЧСС на уровне достижения ПАНО; время работы на уровне ПАНО; время восстановления после нагрузки; гемоглобин; эритроциты; глюкоза; лактат; фосфор и тестостерон.

III подгруппа (признаки ВНС): ИН в покое; реактивность центрального контура ВНС; общий индекс устойчивости и координации.

IV подгруппа (обменные признаки): количественный состав тела; уровень мочевины; белка; альбумина; калия; кальция; железа; магния; соматотропина, иммуноглобулина G и E.

V подгруппа (эндотелиальные признаки): эндотелийзависимая вазодилатация (ЭЗВД) плечевой артерии на 75 сек. ПРГ; эндотелийзависимая вазоконстрикция (ЭЗВК) ПА на 5 мин. ПГВ; вазоконстрикция артериол и венул на 5 мин. ПГВ. Все исследования проводились перед началом и после одного и двух месяцев курсового приема АФП. Кроме того, была проведена предварительная индивидуальная оценка результатов выступлений спортсменов на окружных, всероссийских и международных соревнованиях, которые проходили сразу, либо через 3–5 дней после завершения спортсменами 1- и 2-месячного курса приема АФП. Для этого при формировании групп учитывался календарь спортивных стартов. Сведения о наборе АФП отражены в таблице 1.

Анализ осуществлялся с помощью статистических пакетов SAS 9.3, STATISTICA 10 и IBM-SPSS-22. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. В случае превышения достигнутого уровня значимости статистического критерия этой величины, принималась нулевая гипотеза. При этом проверка нормальности распределения вероятности всех количественных признаков с помощью критерия Колмогорова и критерия Шапиро-Уилки, показала, что более 80% всех количе-

Таблица 1

Комплексный набор апифитопродуктов «Тенториум» из расчета на одного спортсмена при месячном приеме (суточная энергетическая ценность 101,92 ккал)

Наименование	Состав	Форма выпуска
1. «Вее active», 300 грамм	Кедровый орех, изомальт, мед, маточное молочко, воск	Драже
2. «Хлебина», 300 грамм	Перга, мед, воск	Драже
3. «Апифитотонус», 300 грамм	Мед, маточное молочко, обножка пчелиная	Медовая композиция
4. «Ассиль-Концентрат», 100 мл	Мумие, экстракт элеутерококка	Водный раствор
5. «Апихит», 15 мл	Низкомолекулярный хитозан, CO ₂ -экстракт пихты сибирской	Масляный раствор
6. «Эй-Пи-Ви», 200 мл	Экстракт прополиса, вода	Водный раствор
7. «Крем Тенториум», 100 грамм	Яд пчелиный, воск, экстракт прополиса, экстракт хрена	Крем наружного применения

Примечание: Состав ингредиентов и концентрации биологически активных веществ подтверждены и рекомендованы НИИ питания РАМН к использованию в спорте.

ственных признаков в группах сравнения не имели нормального распределения. По этой причине сравнение центральных параметров групп нами осуществлялось с помощью непараметрических методов: дисперсионный анализ Крускала-Уоллиса с использованием ранговых меток Вилкоксона, медианный критерий и критерий Ван дер Вардена. В таблицы статьи внесены значения достигнутых уровней значимости критерия Ван дер Вардена. Для количественных признаков во всех сравниваемых группах производилась оценка средних арифметических и среднеквадратических (стандартных) ошибок среднего, дескриптивные статистики которых приведены как $M \pm m$, где M – среднее, а m – ошибка среднего. Кроме того, производился анализ канонических корреляций для 10 пар подгрупп количественных переменных, а также дискриминантный анализ взаимосвязи между зависимой переменной и всеми количественными признаками [19].

Результаты исследования и их обсуждение

Данные клинико-инструментального обследования, количественного состава тела, параметров работоспособности и результаты общего и биохимического исследования крови во всех группах сравнения до приема АФП отображены в табл. 2 и 3. При этом по оцениваемым показателям каких-либо различий не отмечалось. Однако у всех спортсменов была обнаружена патологическая ЭЗВД, значимая

ЭЗВК ПА и спастический тип микроциркуляции. Уровень ЭЗВД оказался гораздо меньше 10% [20], а констрикция ПА, артериол и венул больше 5% [12], что свидетельствовало о наличии дисфункции эндотелия и скрытых эндотелийзависимых расстройств регионарной гемодинамики. По другим показателям существенных отклонений от нормы не выявлено.

Поэтому важной оказалась сравнительная межгрупповая оценка показателей после 1- и 2-месячного приема АФП (табл. 4 и 5). При этом следует заметить, что положительная динамика отмечалась, только в группах после приема АФП. Так, в группе-2 с 2-месячным приемом изменения отмечались практически по всем оцениваемым параметрам, в то время как в группе-1 после месячного применения АФП, динамика не была столь убедительной. В тоже время ценным было то, что 1-месячное и 2-месячное применение АФП одинаково эффективно устранило ранее имеющуюся дисфункцию эндотелия, спастический вариант

микроциркуляции, включая гиперконстрикцию венул при ПГВ. Дополнительно в группе-1 значимым ($p < 0,05$) было лишь уменьшение показателей времени восстановления, уровней мочевины, глюкозы и кортизола, а также увеличение времени достижения ПАНО, времени работы на уровне ПАНО, общего индекса устойчивости и координации, мышечной массы тела, альбумина и железа. При этом показательным было то, в группе контроля динамики после 2 месяцев тренировок не было, хотя эти атлеты находились в условиях идентичного учебно-тренировочного графика, но без приема АФП.

Вместе с тем, после 2-месячного курса АФП в группе-2, по сравнению с исходными показателями, перечень изменений ($p = 0,03$ и меньше) оказался гораздо шире (табл. 6 и 7). В частности, наблюдалось уменьшение САД и ДАД в покое, САД тах при нагрузке, ЧСС восстановления, ЧСС в покое и ИН в покое, а также нормализация констрикции венул при ПГВ. Снизилось процентное соотношение жировой массы тела, содержание холестерина и лактата, на фоне роста показателей гемоглобина, эритроцитов, кальция, фосфора, магния, калия, иммуноглобулина G, белка и соматотропина. Также возросла и работоспособность ($246,8 \pm 15,12$ Вт до приема АФП и $274,7 \pm 16,3$ Вт после АФП; $p < 0,0001$). Таким образом, полученные результаты прямо указывали на высокую эффективность 2-месячного приема АФП у молодых спортсменов. При этом месячный курс АФП, как показало исследование, недостаточно эффективен, но может быть действенен у спортсменов более юного возраста, что полностью согласуется с ранее опубликованной

Таблица 2

Данные клинико-инструментального обследования, количественный состав тела и параметры работоспособности в группах наблюдения до применения АФП ($M \pm m$)

Показатель	Группа-1 (n=24)	Группа-2 (n=24)	Контроль (n=23)	p – уровень значимости
САД покоя, мм рт.ст.	115,7±3,3	119,3±2,3	115,6±3,1	0,26
ДАД покоя, мм рт.ст.	75,2±3,4	78,6±1,4	77,4±1,4	0,62
САД тах при нагрузке, мм рт.ст.	180,7±11,4	182,8±12,1	187,3±11,6	0,86
ДАД тах при нагрузке, мм рт.ст.	82,6±4,9	78,5±4,7	81,1±4,1	0,71
ЧСС покоя, уд/мин	85,2±3,6	81,1±3,3	83,6±3,5	0,37
ЧСС восстановления, уд/мин	102±4,3	103±4,4	99±4,1	0,53
Время восстановления, мин	8,4±1,3	8,8±0,3	9,1±1,8	0,29
ЧСС достижения ПАНО, уд/мин	173,4±6,1	177,3±6,3	174,8±5,8	0,17
Время достижения ПАНО, мин	8,6±0,3	8,7±0,25	8,5±0,4	0,82
Работа на уровне ПАНО, мин	0,91±0,45	0,85±0,11	0,88±0,4	0,27
Работоспособность, Вт	250,4±14,1	246,8±15,2	249,2±11,5	0,71
Общий индекс устойчивости	41,1±5,4	41,3±4,1	43±4,2	0,92
ИН в покое, усл. ед.	85,3±2,1	80,0±3,5	81,3±4,1	0,85
FAT (жировая ткань тела), %	16,6±4,9	15,5±3,1	17,2±4,1	0,71
FATM (жировая масса тела), кг	9,3±1,8	8,9±2,3	9,3±1,7	0,92
FFM (мышечная масса тела), кг	56,7±4,4	58,5±4,2	57,5±4,1	0,87
Диаметр ПА 75 сек ПРГ, %	7,8±2,2	7,06±2,2	7,1±2,1	0,73
Диаметр ПА 5 мин ПГВ, %	-7,1±1,1	-7,2±1,8	-7,7±1,5	0,65
Диаметр артериол 5 мин ПГВ, %	-8,8±0,7	-9,5±1,9	-8,9±1,3	0,19
Диаметр венул 5 мин ПГВ, %	-4,9±1,4	-5,5±1,7	-5,2±1,1	0,37

Данные общего и комплексного биохимического исследования крови в группах наблюдения до применения АФП (M±m)

Показатель	Группа-1 (n=24)	Группа-2 (n=24)	Контроль n=23)	р – уровень значимости
Гемоглобин, г/л	146,6±1,5	145,2±1,1	142,5±1,3	0,52
Эритроциты, x10 ¹² /л	5,2±0,08	5,15±0,06	5,07±0,15	0,65
Тромбоциты, x10 ⁹ /л	257,7±14,4	239,6±12,1	253,2±12,3	0,17
Общий белок, г/л	74,1±3,1	73,4±2,8	72,6±3,2	0,55
Альбумин, г/л	45,1±2,5	41,3±0,7	41,5±1,1	0,84
Мочевина, ммоль/л	4,9±0,39	5,59±0,23	5,93±0,21	0,18
Глюкоза, моль/л	4,7±0,33	4,8±0,27	4,98±0,2	0,32
Холестерин, ммоль/л	3,98±0,4	4,2±0,07	4,3±0,15	0,15
Триглицериды, ммоль/л	1,02±0,05	1,18±0,06	1,01±0,09	0,11
Лактат, ммоль/л	1,77±0,31	2,01±0,21	1,77±0,2	0,13
Калий, моль/л	4,33±0,25	4,18±0,07	4,2±0,1	0,19
Кальций, моль/л	2,32±0,05	2,22±0,03	2,38±0,04	0,46
Железо, мкмоль/л	17,9±2,3	16,99±5,3	17,24±2,8	0,51
Магний, моль/л	1,04±0,09	1,07±0,09	0,97±0,03	0,31
Фосфор, моль/л	1,25±0,08	1,19±0,09	1,27±0,07	0,24
Иммуноглобулин G, г/л	8,3±1,2	9,62±2,1	9,8±1,5	0,19
Иммуноглобулин E, МЕ/л	69,7±8,4	81,4±11,2	70,3±7,6	0,11
Кортизол, мкг%	10,3±2,6	10,5±1,6	11,2±1,5	0,15
Соматотропин, кг/мл	4,08±0,6	3,8±0,39	4,1±0,4	0,22

Обсуждая полученные результаты нужно подчеркнуть, что коррекционное влияние АФП на организм атлетов было системным. Поэтому, исходя из задач работы, нас, прежде всего, интересовала оценка влияния подгруппы эндотелийзависимых признаков на другие под-

группы: кардиоваскулярный риск, обменные признаки, ВНС, работоспособность. При этом уточним, что это деление было условным, так как в подгруппу кардиоваскулярного риска, безусловно, входит ДЭ. Однако мы решили по отдельности изучить их взаимосвязи с другими подгруппами, чтобы оценить их влияние на работоспособность у спортсменов с ДЭ. Был осуществлен анализ канонических корреляций с идентификацией наблюдений на диаграмме рассеяния в канонических осях градациями подгрупп качественных признаков. В табл. 8

Данные клинко-инструментального обследования, количественный состав тела и параметры работоспособности в группах наблюдения после применения АФП (M±m)

Показатель	Группа-1 (n=24)	Группа-2 (n=24)	Контроль (n=23)	р – уровень значимости
ДАД max при нагрузке, мм рт.ст.	80,6±4,9	75±4,7	85,7±4,1	0,0001
ЧСС покоя, уд/мин	81,9±3,6	71±1,4	78±1,5	0,0005
ЧСС восстановления, уд/мин	96,6±3,6	91,1±2,4	97,7±2,1	0,001
Время восстановления, мин	7,4±1,3*	6,2±0,5	8,7±1,8	0,01
ЧСС достижения ПАНО, уд/мин	167,4±6,1	163,7±6,3	176,1±5,8	<0,0001
Время достижения ПАНО, мин	9,7±0,3*	11,0±0,3	9,2±0,4	0,002
Работа на уровне ПАНО, мин	1,35±0,45*	1,7±0,11	0,92±0,4	<0,0001
Работоспособность, Вт	260,4±14,1	274,6±15,2	257,8±11,5	0,047
Общий индекс устойчивости	49,1±5,4*	50,2±4,1	39,8±4,2	0,02
ИН покоя, усл. ед.	55,2±4,1	50,0±2,2	80,2±3,3	0,05
FAT (жировая ткань), %	14,5±4,4	12,6±4,1	15,8±4,1	0,007
FATM (жировая масса тела), кг	9,0±1,8	7,9±2,1	9,2±1,7	0,041
FFM (мышечная масса тела), кг	57,6±4,8*	58,7±4,5	55,9±4,0	0,03
Диаметр ПА 75 сек ПРГ, %	13,8±2,2*	13,3±2,1	8,0±2,1	<0,0001
Диаметр ПА 5 мин ПГВ, %	-4,1±1,1*	-3,5±1,4	-8,2±1,3	0,0009
Диаметр артериол 5 мин ПГВ, %	-2,9±0,7*	-2,8±1,2	-8,2±1,5	0,012
Диаметр венул 5 мин ПГВ, %	-4,5±1,4*	-1,21±1,1	-5,8±1,2	<0,0001

Примечание: здесь и в табл. 5 достигнутый уровень значимости приведен между группой-2 и группой контроля; звездочкой (*) отмечено р<0,05 в сравнении с группой контроля.

отображены значения расчетных коэффициентов канонической корреляции R, а также достигнутые уровни статистической значимости их величин для 10 пар выделенных нами 5 системных подгрупп. При ранжировании коэффициентов корреляции R по степени убывания их величины, видна интенсивная

взаимосвязь одних подгрупп количественных признаков с другими подгруппами количественных признаков. Так, было установлено, что благодаря влиянию АФП на организм, восстановленные эндотелийзависимые показатели значимо улучшают работу ВНС, в свою очередь,

Таблица 4

улучшенные параметры ВНС, повышают работоспособность. С другой стороны, коррекция признаков подгруппы кардиориска тоже увеличивают работоспособность через нормализацию дисфункции эндотелия, показателей ВНС, уровней кортизола, ЧСС в покое и ЧСС восстановления после нагрузки.

Более наглядно выявленные взаимосвязи смотрятся графически. На рис. 1 показана двумерная диаграмма распределения наблюдений в осях канонических переменных, где ясно видна взаимосвязь эндотелийзависимых параметров и ВНС. Комментируется данный график следующим образом. Поскольку после применения АФП наблюдается увеличение значений обеих канонических переменных, поэтому основная часть наблюдений в группе 1 и 2 «после АФП» (красные квадратики) смещается вверх и вправо, «отдаляясь» от части наблюдений «до АФП». Данный пример убе-

Данные общего и комплексного биохимического исследования крови в группах наблюдения после применения АФП ($M \pm m$)

Показатель	Группа-1 (n=24)	Группа-2 (n=24)	Контроль (n=23)	p – уровень значимости
Гемоглобин, г/л	148,7±1,4	160,3±1,7	149,5±1,3	0,001
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	5,72±0,05	5,7±0,07	5,15±0,15	0,0005
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	267,9±14,4	261,0±15,6	264,2±12,3	0,82
Общий белок, г/л	78,7±3,1	82,08±3,9	74,4±3,2	<0,0001
Альбумин, г/л	46,5±2,3*	47,2±0,7	43,2±1,1	0,04
Мочевина, ммоль/л	4,7±0,32*	4,52±0,23	5,75±0,21	0,03
Глюкоза, моль/л	4,5±0,16*	4,2±0,18	4,9±0,2	0,0026
Холестерин, ммоль/л	3,92±0,5	3,7±0,1	4,14±0,15	0,03
Лактат, ммоль/л	1,68±0,33	1,64±0,23	1,83±0,2	0,04
Калий, моль/л	4,41±0,21	4,57±0,07	4,3±0,2	0,001
Кальций, моль/л	2,43±0,07	2,52±0,03	2,3±0,04	<0,0001
Железо, мкмоль/л	18,9±2,1*	21,3±4,1	15,02±2,8	0,0003
Магний, моль/л	1,14±0,02	1,24±0,08	1,01±0,07	<0,0001
Фосфор, моль/л	1,26±0,03	1,28±0,09	1,25±0,06	0,89
Иммуноглобулин G, г/л	9,2±1,3	11,5±1,6	8,9±1,6	<0,0001
Иммуноглобулин E, МЕ/л	59,9±8,2	57,1±9,4	63,2±5,5	0,61
Кортизол, мкг%	9,1±2,4*	7,9±1,8	11,7±1,5	0,0027
Соматотропин, кг/мл	4,16±0,5	4,3±0,32	4,11±0,3	0,04

дительно демонстрирует достоинства метода канонической корреляции перед набравшими популярность подходами, заключающимися лишь в сравнении «групповых» средних. В нашем случае, удалось извлечь больше важной информации в ситуации, когда взаимосвязь многих процессов организма до использования многомерных методов, была не столь очевидной. Это помогло

Данные клинико-инструментального обследования, количественного состава тела и работоспособности у спортсменов группы-2 до и после 2-месячного приема АФП ($M \pm m$)

Показатель	До коррекции (n=24)	После коррекции (n=24)	p – уровень значимости
САД покоя, мм рт.ст.	119,3±2,3	112,1±2,3	0,019
ДАД покоя, мм рт.ст.	78,6±1,4	69,4±1,3	0,029
САД max при нагрузке, мм рт.ст.	182,8±12,1	175,5±11,1	0,04
ЧСС покоя, уд/мин	81,1±3,3	71±1,4	0,01
ЧСС восстановления, уд/мин	103±4,4	91,1±2,4	0,024
Время восстановления, мин	8,8±0,3	6,2±0,5	<0,001
ЧСС достижения ПАНО, уд/мин	177,3±6,3	163,7±6,3	0,002
Время достижения ПАНО, мин	8,7±0,25	11,0±0,3	<0,0001
Работа на уровне ПАНО, мин	0,86±0,08	1,7±0,11	<0,0001
Работоспособность, Вт	246,8±15,2	274,7±16,3	<0,001
Общий индекс устойчивости	41,33±4,5	50,2±4,1	0,03
ИН покоя, усл. ед.	80,0±3,5	80,0±2,2	0,05
FAT (жировая ткань тела), %	15,5±3,1	12,6±3,1	0,0001
FATM (жировая масса тела), кг	8,9±2,1	7,9±2,1	0,002
FFM (мышечная масса тела), кг	57,5±4,2	58,5±4,2	0,04
Диаметр ПА 75 сек. ПРГ, %	7,06±2,2	13,3±2,1	<0,0001
Диаметр ПА 5 мин. ПГВ, %	-7,2±1,8	-3,5±1,4	<0,0001
Диаметр артериол 5 мин. ПГВ, %	-9,5±1,9	-2,8±1,2	<0,0001
Диаметр венул 5 мин. ПГВ, %	-5,5±1,7	-1,21±1,1	<0,0001

Таблица 5 выйти на новое понимание, например, влияния эндотелиальной дисфункции на процессы работоспособности в спорте, впрочем, не только в спорте, но и других экстремальных видов деятельности, в том числе у лиц с сердечно-сосудистой патологией. Что полностью подтверждает выдвинутое нами ранее положение о том, что NO-зависимое снижение кровообращения ведет к аварийной симпатической гиперактивации, росту ЧСС, периферического сосудистого сопротивления, спазму артериол и подъему артериального давления [12]. И такая реакция, действительно является аварийной в условиях ДЭ, чтобы ценой спазма увеличить способность мышечной ткани утилизировать кислород, удерживая нужные уровни клеточного дыхания и синтеза аденозинтрифосфорной кислоты. Кстати, гиперконстрикция венул при снижении притока крови к тканям, преследует те же цели, замедляя отток, увеличивает резистивно-обменную функцию, направленную на коррекцию кислородного дисбаланса.

При этом в работе много внимания было уделено статистическому анализу данных. Так, после стандартных статистических процедур в подгруппе «признаки ВНС», динамика изменения показателей была скромной. Уровень реактивности центрального контура ВНС

Таблица 6 изменился не значимо, а ИН в покое (табл. 4 и 6) и индекс устойчивости и координации имели не самые высокие уровни значимости ($p=0,05$ и $p=0,03$). Однако, поскольку в работе применялась оценка критериев Краскела-Уоллиса, Ван дер Вардена и F-критерия Фишера, именно многомерные методы и трехуровневый оценочный подход позволили обнаружить дополнительные доказательные факты, указывающих на сильную взаимосвязь признаков ВНС, функции эндотелия и уровня работоспособности. Можно привести и другой пример. Однофакторный дисперсионный анализ обнаружил значимость F-критерия (по показателю ЧСС восстановления) 0,052, а Краскела-Уоллиса, медианный критерий и Ван дер Вардена 0,02, 0,01 и 0,024. При этом на рис. 2 видно, что доверительные интервалы перекрываются, а значимость равна 0,024. Так вот, противоречия здесь нет,

Данные общего и комплексного биохимического исследования крови у спортсменов группы-2 до и после 2-месячного приема АФП (M±m)

Показатель	До АФП (n=24)	После АФП (n=24)	p – уровень значимости
Гемоглобин, г/л	145,2±1,1	160,3±1,7	0,0001
Эритроциты, x10 ¹² /л	5,15±0,06	5,7±0,07	<0,0001
Тромбоциты, x10 ⁹ /л	239,6±12,1	261,0±15,6	0,0008
Общий белок, г/л	73,4±2,8	82,08±3,9	<0,0001
Альбумин, г/л	41,3±0,7	47,2±0,7	<0,0001
Мочевина, ммоль/л	5,59±0,23	4,52±0,23	0,0014
Глюкоза, моль/л	4,8±0,27	4,2±0,18	<0,0001
Холестерин, ммоль/л	4,2±0,07	3,7±0,1	0,001
Лактат, ммоль/л	2,01±0,21	1,64±0,23	0,0018
Калий, моль/л	4,18±0,07	4,57±0,07	<0,0001
Кальций, моль/л	2,22±0,03	2,52±0,03	<0,0001
Железо, мкмоль/л	16,99±5,3	21,3±4,1	<0,0001
Магний, моль/л	1,07±0,09	1,24±0,08	0,001
Фосфор, моль/л	1,19±0,09	1,28±0,09	0,047
Иммуноглобулин G, г/л	9,62±2,1	11,5±1,6	0,001
Иммуноглобулин E, МЕ/л	81,4±11,2	57,1±9,4	<0,0001
Кортизол, мкг%	10,5±1,6	7,9±1,8	0,0089
Соматотропин, кг/мл	3,8±0,39	4,3±0,32	0,011

Таблица 7 потому что критерии Крускала-Уоллиса и Ван дер Вардена проверяют гипотезы о равенстве не только средних величин количественных признаков, но и их распределений. Распределения сравниваемых групп в нашем исследовании не были идентичными. И это неравенство может касаться не только средних, но и других параметров распределений. Тогда меньшее различие «для средних», ведет к перекрытию доверительных интервалов, а большее различие изменений коснулось других параметров распределений (дисперсии, квартили). Ясно, что произошло изменение вида распределения (поменялись медианы), а значит, изменились и виды симметричности. Отсюда получается, что наибольшие изменения произошли в «хвостах» распределений. То есть, по-разному на АФП отреагировали те атлеты, у которых, соответственно, поменялись минимальные и/или максимальные значения показателя.

Еще более ценным оказался следующий фрагмент, когда были идентифицированы все значимые показатели, обеспечившие

динамику после применения АФП. Был выполнен дискриминантный анализ взаимосвязи между переменной «группы» и всеми признаками по всему массиву. Мы ранжировали показатели в порядке убывания (табл. 9), чтобы было понятно, какие из признаков вносят наибольший вклад в положительную динамику после приема АФП. Стало ясно, что присутствуют признаки 5 подгрупп и самый большой вклад вносит ЭЗВД (коэффициент -0,97), жировая ткань в процентах (коэффициент 0,91), ЧСС на уровне ПАНО и ЧСС восстановления (коэффициенты -0,80 и -0,73).

Не менее четкую картину влияния использования АФП дает и двумерная диаграмма распределения наблю-



Рис. 1. Взаимосвязь влияния эндотелийзависимых показателей и показателей ВНС у спортсменов группы-1 и группы-2 после применения АФП

Таблица 8

Коэффициенты канонических корреляций и их статистическая значимость для 10 пар подгрупп количественных признаков у спортсменов группы 1 и 2 до и после приема АФП

Пары подгрупп признаков	Коэффициент канонической корреляции (R)	Достигнутый уровень значимости (p)
Эндотелийзависимые и ВНС	0,88	<0,0001
ВНС и работоспособность	0,86	<0,0001
Работоспособность и обменные	0,82	<0,0001
Кардиориск и работоспособность	0,76	<0,0001
Эндотелийзависимые и обменные	0,70	<0,0001
Обменные и кардиориск	0,67	<0,0001
Кардиориск и эндотелийзависимые	0,65	<0,0001
Эндотелийзависимые и работоспособность	0,64	<0,0005
ВНС и обменные	0,51	<0,0005
Кардиориск и ВНС	0,40	0,11

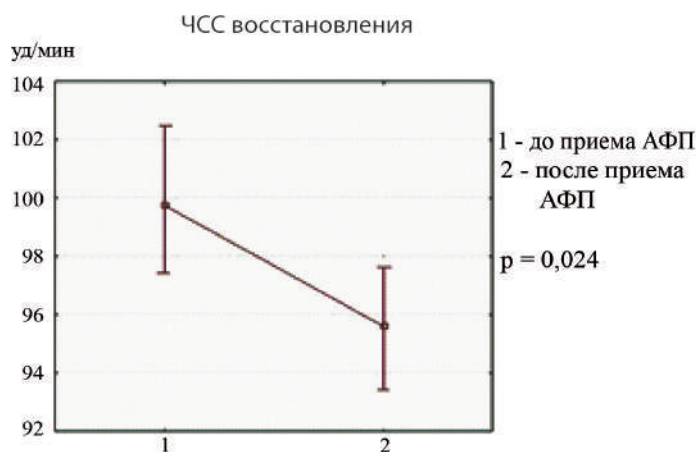


Рис. 2. Динамика уровня ЧСС восстановления после нагрузки у спортсменов группы-1 после одномесячного применения АФП в тренировочном процессе

дений, на которой видно (рис. 3), что часть наблюдений из группы-2 «после 2 мес. АФП» (красные квадратики) больше перемещается по горизонтальной оси, и меньше по вертикальной оси. Полагаем, что причина этого перемещения ясна, она связана с более значимой динамикой изучаемых признаков в группе-2, а значит 2-месячный прием АФП, оказывает наибольшее влияние на организм

спортсменов. При этом также ясно, что рост уровня эритроцитов (коэффициент 0,68) и гемоглобина (коэффициент 0,62; $p=0,0008$, до АФП $145,2 \pm 1,1$ г/л, после АФП $160,3 \pm 1,7$ г/л; $p < 0,0001$) влияет на работоспособность, кардиоваскулярный риск и показатели ЧСС. В то время как на значения ЧСС, безусловно, оказывают влияние значимые позитивные изменения в симпатoadренальной системе, о чем говорит не только динамика показателей ВНС, но и снижение кортизола (до АФП $10,5 \pm 1,6$ мкг%, после АФП $7,9 \pm 1,8$ мкг%; $p=0,0089$). Полученный факт является весьма ценным, так как симпатoadренальная гиперактивность – это не только опасный аритмогенный фактор и документированная причина гипертрофии желудочка, но также одна из причин внезапной смерти во время спортивных соревнований [3]. Поэтому, благодаря позитивному влиянию АФП на параметры ЧСС, появляется отличная возможность для контроля ЧСС в покое, на уровне ПАНО и при восстановлении, что позволит выполнять мониторинг ЧСС во время тренировок и состязаний. Например, текущий контроль состояния атлета в тренировочном микроцикле, оперативный в мезоцикле и стратегический контроль в макроцикле, а значит, можно сделать весь тренировочный процесс эффективным, качественным, наблюдаемым и управляемым [22], а также, безусловно, безопасным.

Таблица 9

Стандартизованные коэффициенты дискриминантных осей 1 и 2 у спортсменов группы 1 и 2 после одно- и двухмесячного приема АФП и группе контроля

Показатели	Для оси 1	p - уровень значимости
ФАТ (жировая ткань тела), %	0,911648	0,000023
ЧСС восстановления, уд/мин	-0,799389	0,000000
ЧСС на уровне ПАНО, уд/мин	-0,728492	0,000000
Калий, моль/л	0,618855	0,000419
Гемоглобин, г/л	-0,616392	0,000772
IgE, МЕ/мл	-0,541855	0,000003
Общий индекс устойчивости	-0,535646	0,000112
Соматотропин, нг/мл	0,477563	0,000453
ФАТМ (жировая масса тела), кг	-0,465915	0,010854
Время работы на уровне ПАНО, мин	-0,464938	0,001936
Работоспособность, Вт	0,402268	0,006014
IgG, г/л	-0,377287	0,000543
Магний, моль/л	-0,369071	0,014362
Время достижения ПАНО, мин	0,368791	0,035338
Холестерин, ммоль/л	0,347298	0,028662
Показатели	Для оси 2	p - уровень значимости
Прирост диаметра ПА 75 сек ПРГ, %	-0,966505	0,000002
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	0,679866	0,008520
Железо, мкмоль/л	0,454537	0,041561

Примечание: признаки отсортированы по убыванию модуля стандартизованного коэффициента.

Поскольку работа была выполнена в рамках Пилотного проекта, при поддержке Департамента физической культуры и спорта ХМАО-Югры, было проведено тестирование психоэмоциональной сферы атлетов и их анкетирование, включая тренеров, относительно эффектов приема АФП. Кроме того, было выполнено предварительное подведение итогов спортивных достижений участников проекта на текущих стартах местного, регионального, всероссийского и международного уровня. Так, согласно результату тестирования «САН», «Спилбергера» и анкетирования (табл. 10), можно констатировать факт положительного влияния АФП на психоэмоциональную сферу спортсменов. Говоря о достижениях, нужно сказать, что 18 из 24 молодых атлетов из группы-2 с двухмесячным применением АФП на своих стартах завоевали 15 золотых, 2 серебряных и 1 бронзовую медаль, в то время как 24 атлета из группы-1 завоевали лишь 4 золота и 3 бронзы. Вместе

29-шаговая оценка дискриминантных функций

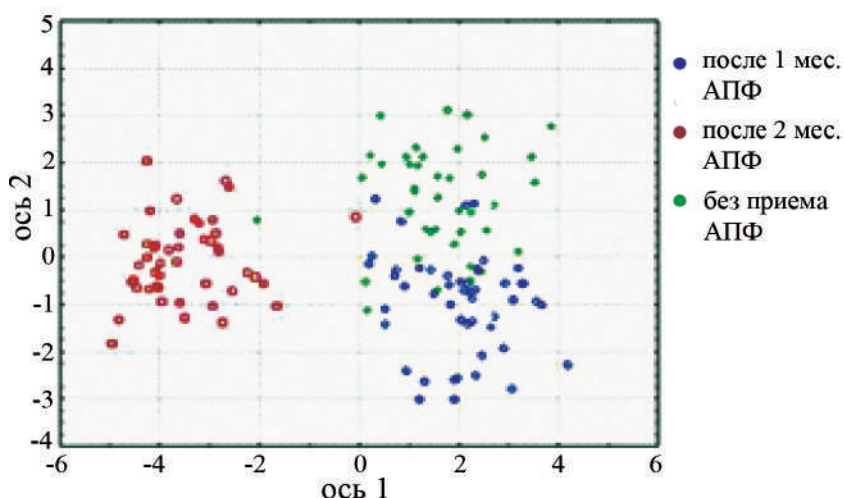


Рис. 3. Перемещение наблюдений в группе-1 и группе-2 после одно- и двухмесячного приема АФП по 1-й и 2-й дискриминантным осям, в сравнении с группой без приема АФП

с тем, эта оценка является предварительной, требующая глубокого подхода, однако, как отзывались сами спортсмены и их тренеры, о влиянии приема АФП, особенно двухмесячного, факт использования АФП имеет к этим результатам прямое отношение.

Также следует подчеркнуть, что прием АФП происходил на фоне уже отработанной в «Юкиор» фармакологической поддержки и грамотно организованного питания, поэтому курс приема АФП лишь способствовал оптимизации физиологических и психофизических кондиций атлетов. А что касается спортивных побед, то это результат тренерского таланта, психологии атлета и спортивной фортуны.

Результаты психологического тестирования «САН», «Спилбергера» и анкетирования спортсменов и их тренеров в группе-2 после 2-месячного приема АФП «Тенториум»

Заключение спортивного психолога	
Тест «Спилбергера» и тест «САН»	«Отмечено снижение высоких уровней личностной и ситуативной тревожности до нормы и до уровня чуть выше нормы. Улучшается самочувствие, повышается уровень активности и настроения. При этом повышается самооценка. Данные прямо говорят о позитивном влиянии АФП на психоэмоциональную сферу спортсменов»
Анкетирование спортсменов	«необходимо отметить, что многие участники при завершении исследования отмечают у себя: средний уровень успеваемости, но при этом высоко оценивают состояние здоровья; психологическое состояние; работоспособность; считают, что легко справляются с тренировочными и соревновательными нагрузками»
Анкетирование тренеров	«Данные указывают на позитивное влияние 2-месячного приема АФП на атлетов: отмечено хорошее состояние здоровья, хорошее психологическое состояние и высокая работоспособность. Причем спортсмены быстро восстанавливаются после нагрузок; отмечен рост спортивных результатов и перспективы развития в спорте»

Выводы

1. Все результаты клинико-функциональных исследований в современном спорте высших достижений должны опираться на принципы доказательной медицины и современные статистические методы анализа, включая многомерные.

2. Двухмесячный прием АФП эффективно снижает параметры кардиоваскулярного риска, улучшает биохимические и психофизические кондиции молодых спортсменов во время тренировок и перед ответственными соревнованиями.

3. Двухмесячный прием АФП, благодаря позитивному влиянию на симпатoadrenalную сферу, эритроциты, гемоглобин и лактат, ускоряет процесс восстановления и позволяет контролировать уровни ЧСС в микро-, мезо- и макроцикле в безопасных диапазонах.

Список литературы:

1. Журавлева А.И., Поляев Б.А. Медицинская специальность лечебная физкультура и спортивная медицина // Журнал РАСМИРБИ. 2009. № 2(29). С. 2–12.
2. Шустов Е.Б., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н. Коррекция работоспособности спортсменов исходя из методологии экстремальных состояний // Консилиум. 2013. №3. С. 26–29.
3. Ачкасов Е.Е., Пузин С.Н., Добровольский О.Б., Богова О.Т., Лазарева И.А., Пятенко В.В., Штефан О.С. Внезапная смерть молодых спортсменов (обзор зарубежной литературы) // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №3. С. 85–92.
4. Corrado D., Basso C., Pavei A. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program // JAMA. 2006. Vol. 296. №13. P. 1593–1601.
5. Макаров Л.М. Как избежать внезапной смерти при занятиях спортом // Спортивная медицина: наука и практика. 2010. №1. С. 27–34.
6. Макаров Л.М., Солохин Ю.А. Внезапная внебольничная сердечная смерть у детей, подростков и лиц до 45 лет // Кардиология. 2009. №11. С. 33–38.
7. Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Богова О.Т., Машковский Е.В. Заболевания сердечно-сосудистой системы у спортсменов-профессионалов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. №3. С. 55–57.
8. Курашвили В.А. Новые диагностические технологии в спортивной медицине // Вестник восстановительной медицины. 2011. №5. С. 75–78.

Таблица 10

9. Стаценко Е.А., Королевич М.П. Нарушения липидного обмена у спортсменов // Медицинская помощь. 2009. №3. С.14–17.

10. Типикин И.С., Сейфулла Р.Д., Рожкова Е.А., Панюшкин В.В., Кузнецов ЮМ. Окислительный стресс физического перенапряжения и развитие гемореологических нарушений в звене микроциркуляции // Сборник материалов I Всероссийского конгресса с международным участием «Медицина для спорта-2011». М., 2011. С. 431–435.

11. Чередниченко Д.В., Дидур М.Д., Лебедев В.Н. Эндотелиальная дисфункция – это результат повреждения при физических нагрузках? // Спортивная медицина: наука и практика. Приложение «Сборник материалов III Всероссийского конгресса с международным участием «Медицина для спорта – 2013». М., 2013. №1(10). С. 301.

12. Ким В.Н. Ранняя оценка и коррекция эндотелийзависимых расстройств гемодинамики в рамках профилактики атеросклероза у молодых мужчин: Автореф. докт. дис. Томск, 2006. С. 4–5.

13. Алехин А.Н., Трифонова Е.А. Психологические факторы кардиометаболического риска: история и современное состояние проблемы // Артериальная гипертензия. 2012. Т. 18, №4. С. 278–291.

14. Фахрутдинов Р.Р., Баймурзина Ю.Л. Использование натуральных антиоксидантов, входящих в состав продуктов пчеловодства для профилактики оксидативного стресса при физических нагрузках // Сборник материалов I Всероссийского конгресса с международным участием «Медицина для спорта-2011». М., 2011. С. 459–462.

15. Шустов Е.Б. Анализ фармакологических подходов к повышению физической работоспособности спортсменов // Сборник материалов I Всероссийского конгресса с международным участием «Медицина для спорта-2011». М., 2011. С. 531–534.

16. Rubinshtein R., Kuvin J.T., Soffler M. et al. Assessment of Endothelial Function by Peripheral Arterial Tonometry Predicts Cardiovascular Events Beyond the Framingham Risk Score // EHJ. 2010. Vol. 31(9). P. 1142–1148.

17. Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis // Lancet. 1992. Vol. 340. P. 1111–1115.

18. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 159 с.

19. Ланг Т.А., Сесик М. Как описывать статистику в медицине. Аннотированное руководство для авторов, редакторов и рецензентов /пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. М.: Практическая медицина, 2011. 480 с.

20. Vogel R.A. Coronary risk factors, endothelial function, and atherosclerosis: a review // Clin. Cardiol. 1997. Vol. 20. P. 426.

21. Ким В.Н., Кривулина Г.Б., Шевелев В.М., Карпов Р.С., Хисматуллин Р.Г., Хисматуллина И.П., Аксенова И.Г., Долгова Е.Н., Вашкулатова Э.А. Коррекция эндотелийзависимых нарушений микроциркуляции, биохимических показателей крови, уровня работоспособности, вегетативного и психоэмоционального статуса у юных и молодых спортсменов с использованием апифитопродукции // Бюлл. сибирской медицины. 2013. Т. 12, №1. С. 30–37.

22. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Добровольский О.Б., Руненко С.Д., Султанова О.А. Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 40–45.

References:

1. Zhuravleva AI, Polyayev BA. Meditsinskaya spetsialnost lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina. RASMIRBI Journal. 2009;2(29):2–12.

2. Shustov EB, Karkishchenko NN, Karkishchenko VN. Korrektsiya rabotosposobnosti sportsmenov iskhodya iz metodologii ekstremalnykh sostoyaniy. Konsilium. 2013;(3):26–29.

3. Achkasov EE, Puzin SN, Dobrovolskiy OB, Bogova OT, Lazareva IA, Pyatenko VV, Shtefan OS. The sudden death of young athletes (review of foreign literature). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(3):85–92 (in Russian).

4. Corrado D, Basso C, Pavei A. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. JAMA. 2006;296(13):1593–1601.

5. Makarov LM. Kak izbezhat vnezapnoy smerti pri zanyatiyakh sportom. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2010;(1):27–34.

6. Makarov LM, Solokhin YuA. Vnezapnaya vnebolnichnaya serdechnaya smert u detey, podrostkov i lits do 45 let. Kardiologiya. 2009;(11):33–38.

7. Puzin SN, Achkasov EE, Bogova OT, Mashkovskiy EV. Zabolevaniya serdechno-sosudistoy sistemy u sportsmenov-professionalov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;(3):55–57.

8. Kurashvili VA. Novye diagnosticheskiye tekhnologii v sportivnoy meditsine. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2011;(5):75–78.

9. Statsenko EA, Korolevich MP. Narusheniya lipidnogo obmena u sportsmenov. Meditsinskaya pomoshch. 2009;(3):14–17.

10. Tipikin IS, Seyfulla RD, Rozhkova EA, Panyushkin VV, Kuznetsov YuM. Okislitelnyy stress fizicheskogo perenapryazheniya i razvitiye gemoreologicheskikh narusheniy v zvene mikrotsirkulyatsii. (Sbornik materialov I Vserossiyskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiyem «Meditsina dlya sporta-2011»), Moscow, 2011, 431–435 p. (in Russian).

11. Cherednichenko DV, Didur MD, Lebedev VN. Endotelialnaya disfunktsiya – eto rezultat povrezhdeniya pri fizicheskikh nagruzkakh? Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice) (Prilozheniye «Sbornik materialov III Vserossiyskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiyem «Meditsina dlya sporta-2013»). 2013;(1):301 (in Russian).

12. Kim VN. Rannyya otsenka i korrektsiya endoteliyazavisimykh rasstroystv gemodinamiki v ramkakh profilaktiki ateroskleroza u molodykh muzhchin. Avtoref. dokt. diss. Tomsk, 2006:4–5.

13. Alekhin AN, Trifonova EA. Psikhologicheskiye faktory kardiometabolicheskogo riska: istoriya i sovremennoye sostoyaniye problemy. Arterialnaya gipertenziya. 2012;18(4):278–291.

14. Fakhrutdinov RR, Baymurzina YuL. Ispolzovaniye naturalnykh antioksidantov, vkhodyashchikh v sostav produktov pchelovodstva dlya profilaktiki oksidativnogo stressa pri fizicheskikh nagruzkakh. (Sbornik materialov I Vserossiyskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiyem «Meditsina dlya sporta-2011»), Moscow, 2011, 459–462 p. (in Russian).

15. Shustov EB. Analiz farmakologicheskikh podkhodov k povysheniyu fizicheskoy rabotosposobnosti sportsmenov. (Sbornik materialov I Vserossiyskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiyem «Meditsina dlya sporta-2011»), Moscow, 2011, 531–534 p. (in Russian).

16. Rubinshtein R, Kuvin JT, Soffler M. Assessment of Endothelial Function by Peripheral Arterial Tonometry Predicts

Cardiovascular Events Beyond the Framingham Risk Score. EHI 2010;31(9):1142–1148.

17. **Celermajer DS, Sorensen KE, Gooch VM.** Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. Lancet. 1992;340:1111–1115.

18. **Bayevskiy RM.** Prognozirovaniye sostoyaniy na grani normy i patologii. Moscow, Meditsina, 1979. 159 p.

19. **Lang TA, Sesik M.** Kak opisyvat statistiku v meditsine. Annotirovannoye rukovodstvo dlya avtorov, redaktorov i retsenzentov. Moscow, Prakticheskaya meditsina, 2011. 480 p.

20. **Vogel RA.** Coronary risk factors, endothelial function, and atherosclerosis: a review. Clin. Cardiol. 1997;20:426.

21. **Kim VN, Krivulina GB, Shevelev VM, Karpov RS, Khismatullin RG, Khismatullina IP, Aksenova IG, Dolgova EN, Vashkulatova EA.** Korrektsiya endoteliyazavisimykh narusheniy mikrotsirkulyatsii, biokhimicheskikh pokazateley krovi, urovnya rabotosposobnosti, vegetativnogo i psikhoemotsionalnogo statusa u

yunykh i molodykh sportsmenov s ispolzovaniyem apifitoproduktsii. Byull. sibirskoy meditsiny. 2013;12(1):30–37.

22. **Landyr AP, Achkasov EE, Dobrovolskiy OB, Runenko SD, Sultanova OA.** Defining training zones heart rate for athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(1):40–45 (in Russian).

Контактная информация:

Ким Виталий Николаевич – профессор кафедры биофизиологии и функциональной диагностики, заведующий отделением функциональной диагностики клиник ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России, д.м.н.

Тел.: +7(903)914-38-36.

E-mail: doctorkim@rambler.ru.

Дата направления статьи в редакцию: 04.02.2014.



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

Авторы: **С. Д. Руненко, Е. А. Таламбум, Е. Е. Ачкасов**

Важнейшим разделом спортивной медицины является функциональная диагностика, и в частности, тестирование физической работоспособности, функциональной готовности, адаптационных резервов и других характеристик функционального состояния спортсменов. Это в равной степени относится как к спорту, так и к массовой оздоровительной физической культуре. Именно поэтому современный врач, занимающийся медицинским обеспечением спорта и физической культуры, должен иметь обширные познания в этой области спортивной медицины с целью подбора функциональных проб и тестов, адекватных задачам физической тренировки, их качественного проведения и объективной оценки результатов тестирования.

Учебное пособие для студентов лечебных и педиатрических факультетов медицинских вузов

Книги можно заказать в редакции журнала по телефону: 8 (499) 248-48-44 или по e-mail: sportmed@lenta.ru

АКАДЕМИЯ-Т

Спортивное питание от производителя

CHAMPIONS DIETS

МЫ ДЕЛАЕМ ЧЕМПИОНОВ!

ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПОДТВЕРЖДЕНА
СБОРНЫМИ РФ



ВЫСОКОЕ
КАЧЕСТВО
КОМПЛЕКСНОЕ
ДЕЙСТВИЕ



КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ «АНТИСТРЕСС»

¹Э. С. ТОКАЕВ, ¹С. М. ЛЕДОВСКОЙ, ¹О. Н. НАЗАРОВ, ¹Е. А. НЕКРАСОВ, ¹А. А. ХАСАНОВ,
²И. С. КРАСНОВА

¹ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», Москва, Россия

²ФГБОУ ВПО Московский государственный университет пищевых производств Минобрнауки России,
Москва, Россия

Сведения об авторах:

Токаев Энвер Саидович – генеральный директор ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», профессор, д.т.н.

Ледовской Сергей Михайлович – научный сотрудник ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т».

Назаров Олег Николаевич – научный сотрудник ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т».

Некрасов Евгений Александрович – заместитель генерального директора ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», к.т.н.

Хасанов Адам Алиевич – научный сотрудник ЗАО «АКАДЕМИЯ-Т», к.т.н.

Краснова Ирина Станиславовна – старший научный сотрудник ФГБОУ ВПО Московский государственный университет пищевых производств Минобрнауки России, к.т.н.

CLINICAL RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF THE «ANTISTRESS» (SPORTS SUPPLEMENT)

¹E. S. TOKAEV, ¹S. M. LEDOVSKOY, ¹O. N. NAZAROV, ¹E. A. NEKRASOV, ¹A. A. KHASANOV,
²I. S. KRASNOVA

¹JSC «ACADEMY-T», Moscow, Russia

²Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

Information about the authors:

Enver Tokaev – D. Sc. (Technics), Prof., Director General of JSC «ACADEMY-T».

Sergey Ledovskoy – Scientist of JSC «ACADEMY-T».

Oleg Nazarov – Scientist of JSC «ACADEMY-T».

Evgeniy Nekrasov – Ph.D. (Technics), Deputy Director of JSC «ACADEMY-T».

Adam Khasanov – Ph.D. (Technics), Scientist of JSC «ACADEMY-T».

Irina Krasnova – Ph.D. (Technics), Senior Researcher of the Moscow State University of Food Production.

Цель исследования – клиническая оценка действия нового специализированного пищевого продукта для питания спортсменов «Антистресс» на психоэмоциональное состояние спортсменов. **Материалы и методы:** исследовали психоэмоциональное состояние двух групп спортсменов основной и молодежной сборных России по пулевой стрельбе, принимавших новый специализированный продукт для питания спортсменов «Антистресс». С помощью аппаратно-программного комплекса «Гранит» проведена диагностика индивидуальных особенностей и профессиональных качеств спортсменов. **Результаты:** уровень эмоционального истощения за время проведения исследования в первой группе, принимавшей по 1 капсуле «Антистресс», снизился на 13,46%, и на 7,01% во второй группе (принимали 2 капсулы), уровень деперсонализации снизился на 4,88% и на 7,69%, соответственно. Анализ психофизиологических показателей спортсменов показал, что среднее время реакции сократилось в среднем на 4,43% у первой группы, и на 10,27% у второй группы, существенно выросло количество отработанных стимулов у обеих групп. Нейродинамические свойства организма улучшились в среднем на 12–15% у обеих групп. Способность к распределению внимания и когнитивных ресурсов между двумя задачами, выполняемыми одновременно, выросла на 13,9% в первой группе и на 31% – во второй группе. **Выводы:** употребление спортсменами специализированного продукта «Антистресс» в обеих группах способствует повышению показателей адаптивности, эмоциональной устойчивости, психомоторной функции и свойств внимания при работе с визуальными сигналами.

Ключевые слова: клинические исследования; стресс; эмоциональная устойчивость; ситуационная тревожность; психологическое выгорание; работоспособность; спортивное питание; психомоторные функции.

Objective of this study was clinical evaluation of the new specialized supplement for athletes – «Antistress» and its influence on their psycho-emotional state. **Materials and Methods:** psycho-emotional state of the two groups of athletes (adult and youth) of the Russian national team in shooting was studied. Both groups received the «Antistress». Individual characteristics and professional qualities of athletes were diagnosed using special-program complex «Granit». Group 1 received one and group 2 – two capsules of the Antistress every day. **Results:** the level of emotional exhaustion decreased by 13.46% in the first group, and by 7.01% in the second group, the level of depersonalization decreased by 4.88% and 7.69% respectively. The analysis of psycho-physiological indicators of athletes showed average time of reaction reduced by 4.43% in the first group, and by 10.27% in the second group, the amount of the fulfilled incentives increased significantly in both groups. Neurodynamic characteristics of an organism improved by 12–15% in both groups. Ability to concentrate on two tasks at the same time increased by 13.9% in the first group and by 31% in the second group. **Conclusions:** use the «Antistress» helps to improve performance adaptability, emotional stability, psychomotor functions, attention and concentration.

Key words: clinical research; stress; emotional stability; situational anxiety; personal burnout; performance; sports nutrition; psychomotor functions.

Введение

Повышение эффективности тренировочного процесса, выносливости и работоспособности спортсменов являются наиболее актуальными вопросами в практике спорта [1]. Нервно-эмоциональное напряжение, испытываемое в процессе соревнований, приобретает значение ведущего фактора в современных условиях растущей конкуренции и квалификации спортсменов. Как неспецифическая реакция организма на различные эмоциогенные раздражители нервно-эмоциональное напряжение обычно выражается характерными изменениями в деятельности сердечно-сосудистой, эндокринной и двигательной систем, изменениями обменных процессов, поведенческих и двигательных реакций [2, 3].

Психологическая специфика стресса зависит как от внешних воздействий (их силы, модальности и др.), так и от личностного смысла цели деятельности, субъективной оценки ситуации, в которой находится спортсмен. Психологическая составляющая в успехе спортсмена на соревнованиях очень высока.

Одной из возможностей снижения отрицательного воздействия стресса на организм спортсмена, его работоспособность и результативность является включение в рацион специализированных продуктов антистрессовой направленности [4, 5]. Основным направлением в разработке этой проблемы является создание сложных комплексов веществ, широкого спектра действия, состоящих из различных компонентов, объединенных по принципу совместимости и синергизма и включающих различные биологически активные вещества, которые обладают различными механизмами действия.

Не менее важной задачей является проведение квалифицированных клинических исследований, позволяющих дать реальную оценку влияния таких специализированных продуктов на функциональное и эмоциональное состояние спортсмена. Целью данного исследования являлась клиническая оценка действия нового специализированного пищевого продукта для питания спортсменов «Антистресс» на психо-эмоциональное состояние спортсменов.

Материалы и методы

Исследование проводили в рамках действующего учебно-тренировочного сбора на тренировочной базе по

подготовке спортсменов по стрелковому спорту «Лисья нора». Контингент обследуемых – спортсмены основной и молодежной сборных России по пулевой стрельбе.

Общее число обследуемых составило 20 человек (11 женщин и 9 мужчин), в возрасте от 15 до 42 лет (средний возраст – $22,8 \pm 6,59$ лет). Специализация обследуемых – пулевая стрельба. Из 20 обследуемых спортсменов 5 являлись кандидатами в мастера спорта, 2 – мастерами спорта, 12 – мастерами спорта международного класса, 1 – заслуженным мастером спорта. Спортивная квалификация испытуемых давала возможность распределить их случайным образом на 2 группы, обе из которых принимали новый специализированный продукт для питания спортсменов «Антистресс»:

Группа 1 (4 мужчин и 6 женщин) – принимали по 1 капсуле в день. Группа 2 (5 мужчин и 5 женщин) – принимали по 2 капсуле в день.

Все спортсмены находились на учебно-тренировочном сборе, что обеспечивало практически одинаковые условия режима нагрузок и восстановления, стандартный рацион питания и постоянный медицинский контроль. Участвовавшие в эксперименте продолжали обычный режим деятельности. Питание обследуемых в течение всего 8-ми дневного срока не менялось по сравнению с исходным периодом. В момент обследования все спортсмены не имели существенных отклонений в состоянии здоровья.

В соответствии с условиями проведения исследования все испытуемые в начале и конце эксперимента (1-й и 8-й дни) проходили комплексное тестирование, где определяли следующие показатели функционального состояния: рост, масса тела, ЧСС в покое, АД (систолическое и диастолическое), температура тела. По этим данным оценивали готовность испытуемого к проведению обследования и давали рекомендации по углубленному психофизиологическому обследованию, содержащему:

1. Бланковые методики (оценка состояния стресса):

1. Оценка эмоциональной устойчивости с помощью опросника PSM-25 предназначенного для детального исследования состояния человека, подвергшегося стрессу.

2. Оценка ситуационной тревожности по методике Спилбергера/Ханина.

3. Определение психологического выгорания с помощью опросника профессионального выгорания, разработанного Н.Е. Водопьяновой и Е.С. Старченковой на базе опросника С. Джексона с незначительными изменениями.

II. Экспресс-диагностику функционального состояния и психической работоспособности по квазиустойчивой разности потенциалов головного мозга.

III. Диагностику психического состояния, оценку основных свойств нервной системы, психомоторных процессов, работоспособности и уровня эмоциональной устойчивости с использованием специальной пультовой системы Венской тестовой батареи системы Шуффрида (MOTORISCHE LISTUNGSSERIE DR. SCHUHFRID A-2340 MODLING) – «Детерминатор».

IV. Диагностику психомоторной функции спортсменов, включающую:

1. Оценку точности и устойчивости плавных прослеживаемых движений ведущей рукой по заданной траектории с помощью теста «динамический тремор».

2. Оценку точности аналогового слежения, двухмерного преследующее слежение с позиционным управлением.

V. Оценку баланса нервных процессов на модели перцептивного варианта ПВЭ без обратной связи;

VI. Диагностику свойств внимания при работе с визуальными сигналами.

На протяжении всего периода обследования проводили ежедневный врачебный контроль, регистрировались субъективные и объективные показатели.

Полученные данные были статистически обработаны с использованием с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

При проведении экспериментальных исследований диагностических возможностей обследуемых применяли следующее оборудование:

- аппаратно-программный комплекс «Гранит» предназначенный для диагностики индивидуальных особенностей и профессионально важных качеств спортсменов. Возможно также применение АПК «Гранит» для оценки функциональной готовности к выполнению профессиональных обязанностей, оценки влияния факторов деятельности на работоспособность и др.

- специальная пультовая система Венской тестовой батареи системы Шуффрида (MOTORISCHE LISTUNGSSERIE DR. SCHUHFRID A-2340 MODLING) – «Детерминатор».

Результаты исследования

Результаты экспресс-оценки готовности к проведению обследования приведены в таблице 1.

Анализ полученных результатов не выявил существенных различий по показателям у исследуемых спортсменов. Все спортсмены были допущены к обследованию.

Существенное значение в оценке высшей нервной деятельности имеют показатели субъективного состояния. Обобщенные данные субъективной оценки состояния стресса с использованием формализованного опросника до и после применения специализированного продукта «Антистресс» приведены в таблице 2 и рис. 1.

Анализ субъективных данных позволяет сделать вывод, что уровень эмоционального истощения за время проведения исследования снизился на 13,46% в первой группе, на 7,01% – во второй группе, уровень деперсонализации снизился на 4,88% в первой группе, на 7,69% – во второй группе, что в целом говорит положительной динамике изменений эмоционального фона. Средний уровень редукиции в начале исследования может проявляться либо в тенденции к негативному оцениванию себя, своих достижений и успехов, либо в редуцировании собственного достоинства. Показатель редукиции личных достижений незначительно снизился в обеих группах, что говорит о тенденции к нормализации данного показателя под воздействием продукта.

Данные об уровне эмоциональной устойчивости приведены на рис. 1.

Уровень эмоциональной устойчивости вырос на 4,08% в 1 группе и на 6,81% – во 2 группе. При дан-

Таблица 1

Оценка готовности спортсменов (M±m)

Показатель	До начала приема продукта		После курса применения продукта	
	1-ая группа	2-ая группа	1-ая группа	2-ая группа
Масса	62,6±9	67±11,02	62,4±8,98	67±11,02
Рост	169,1±8,76	172,1±7,22	169,1±8,76	172,1±7,22
ЧСС	83,7±8,99	79,1±9	79,7±8,21	80,3±11,14
АДС	120,4±10,2	118,5±11,99	118,1±10,66	118,9±5,74
АДД	72,7±5,58	71,2±8,92	69,4±5,91	70,4±8,51

Таблица 2

Оценка субъективных показателей спортсменов (M±m)

Показатель	До начала приема продукта		После курса применения продукта	
	1-ая группа	2-ая группа	1-ая группа	2-ая группа
Эмоциональное истощение, у.е.	5,2±1,87	5,7±1,57	4,5±1,72	5,3±1,83
Деперсонализация, у.е.	4,1±1,1	5,2±1,99	3,9±0,99	4,8±1,55
Редукиция личных достижений, у.е.	6,4±1,65	6,2±2,15	6,2±1,4	6,0±2,31

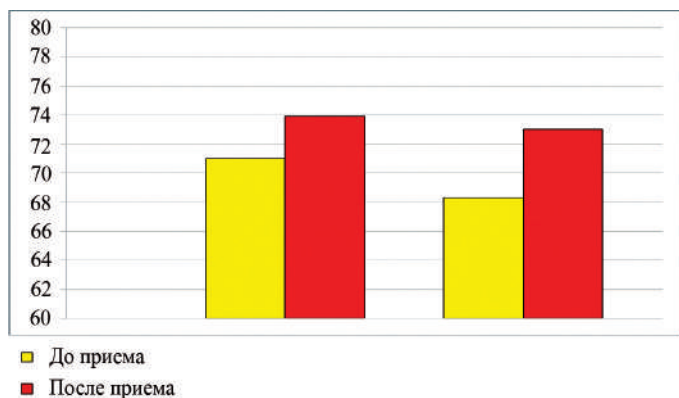


Рис. 1. Изменение показателей уровня эмоциональной устойчивости до и после употребления специализированного продукта «Антистресс»

ном уровне эмоциональной устойчивости в условиях нервно-эмоционального напряжения можно прогнозировать успешное выполнение деятельности.

Данные об изменении уровня ситуативной тревожности спортсменов по методике Спилберга/Ханина приведены на рис. 2.

Из приведенных диаграмм видно, что во 2 группе изначально в контингенте обследуемых присутствовало достаточное количество спортсменов с крайне низким

или повышенным уровнем ситуативной тревожности, после приема продукта «Антистресс» количество спортсменов имеющих пограничное состояние снизилось.

Изучение показателей субъективного состояния обследуемых показало, что на всем этапе приема препарата они находились в положительном психоэмоциональном состоянии.

Средние результаты по группам экспресс-диагностики функционального состояния и психической работоспособности представлены в таблице 3.

Анализ данных диагностики функционального состояния и психической работоспособности показывает, что достоверных изменений в среднегрупповой величине квазиустойчивой разности потенциалов нет в обеих группах.

Показатель реактивности в обеих группах изменяется незначительно, Оценивая в целом спортсменов по этому показателю можно заключить, что большинство обследуемых являются «умеренными гиперреакторами». Для «гиперреакторов» характерны повышенные реакции на стандартную эмоциогенную нагрузку, проявляющиеся в чрезмерном нервно-эмоциональном напряжении и гипермобилизации резервов нервной системы. Наступающее при этом перенапряжение и истощение регуляторных механизмов нервной системы приводит к снижению эффективности профессиональной деятельности.

Состояние эмоциональной неустойчивости может формироваться в процессе тренировок и соревнований как следствие продолжительного нервного перенапряжения, хронического переутомления и т.д.

Эмоциональная устойчивость оценивается по динамике изменений эффективности работы в оптимальном и экстремальном режимах с учетом характера поведенческих реакций и изменений вегетативных функций. Объективным признаком эмоциональной неустойчивости является неадекватность вегетативного реагирования на стандартную эмоциогенную нагрузку.

Выбор методик исследования психофизиологического состояния, основных свойств нервной системы и психомоторных процессов основывался на том, что при воздействии на человека экстремальных (необычных и интенсивных) факторов со стороны функций обеспечивающих энергетически и трофически высшие психические и психофизиологические функции, и со стороны



Рис. 2. Изменение уровня ситуативной тревожности у спортсменов

Экспресс-диагностики функционального состояния и психической работоспособности спортсменов (n=20, M±m)

Показатель	До начала приема продукта		После курса применения продукта		Изменение, %	
	1-ая группа	2-ая группа	1-ая группа	2-ая группа	1-ая группа	2-ая группа
КУРП до начала нагрузки	24,1±13,4	24,2±8,87	25,2±7,57	24,6±5,97	4,51	1,71
КУРП после нагрузки	25,7±13,55	24,3±10,33	26,1±9,48	23,6±6,31	1,56	-2,87
ЧСС покоя	87,7±9,01	84±7,29	83,3±7,87	83,7±6,75	-5,02	-0,36
ЧСС предстарт	93±12,12	85,5±6,67	86,2±5,71	86,3±7,73	-7,31	0,94
ЧСС макс	112,8±12,5	106,9±8,14	116,8±14,16	114,4±15,33	3,55	7,02
Показатель реактивности	0,778±0,33	0,689±0,22	0,757±0,19	0,704±0,27	-2,70	2,17

показателей состояния центральной нервной системы, наибольшее внимание уделяется показателям адаптивности и эмоциональной устойчивости. В таблице 4 представлены результаты среднегрупповых психофизиологических показателей спортсменов до и после применения специализированного продукта «Антистресс».

После курса применения продукта у спортсменов улучшались все наблюдаемые нами показатели. Достоверное различие имеет среднее время реакции, которое сократилось в среднем на 4,43% у первой группы, и на 10,27% – у второй группы, существенно выросло количество отработанных стимулов у обеих групп. Также после приема исследуемого продукта достигнута граница

Таблица 3 предельной нагрузки ниже на 13,64% в первой группе, и на 15,09% – во второй группе, что говорит о росте работоспособности, характеризующейся способностью к выполнению конкретной деятельности в рамках заданных временных пределов и параметров эффективности. Наблюдается ясно выраженный тенденция к улучшению показателей эффективности работы, помехоустойчивости, адаптивности и уровню эмоциональной устойчивости.

Показатель помехоустойчивости вырос на 43,29% в 1 группе и на 60,72% во 2 группе, также показатель эмоциональной устойчивости вырос на 60,64% в 1 группе и на 60,03% во второй, что говорит о значительном росте мобилизуемости организма спортсмена во время нагрузки, росте способности компенсировать отрицательный эффект экстремальных воздействий и продолжать выполнение основных функций без снижения качества осуществляемой деятельности. Динамика изученных показателей может свидетельствовать о более быстром темпе гомеостатических реакций психофизического системного комплекса, либо ростом экономизации функций и адаптивности.

Таблица 4
Психофизиологические показатели спортсменов (n=20, M±m), участвовавших в эксперименте

Показатель	До начала приема продукта		После окончания курса приема продукта		Изменение, %	
	1-ая группа	2-ая группа	1-ая группа	2-ая группа	1-ая группа	2-ая группа
Количество обработанных сигналов	216±12,65	207±9,49	234±12,45	228±15,49	8,33	10,14
Граница предельной нагрузки	4,4±0,84	5,3±0,95	3,8±0,42	4,5±0,71	-13,64	-15,09
Ср. время реакции на 5-й ступени, сек.	0,7±0,04	0,779±0,12	0,669±0,04	0,699±0,04	-4,43	-10,27
Показатель адаптивности, у.е.	1,0233±0,11	1,0486±0,04	1,0832±0,03	1,0764±0,11	5,85	2,65
Показатель помехоустойчивости, у.е.	0,2631±0,07	0,1973±0,05	0,377±0,07	0,3171±0,11	43,29	60,72
Уровень эмоци. устойчивости, у.е.	0,5729±0,28	0,4919±0,13	0,9203±0,15	0,7872±0,26	60,64	60,03

Результаты среднегрупповых данных по оценке точности и устойчивости плавных прослеживающих движений ведущей рукой по заданной траектории представлены на рис. 3.

Анализ среднегрупповых значений по показателям точности и плавности движений, характеризующих уровень динамического тремора, не выявил значимых достоверных различий до и после использования специализированного продукта «Антистресс». Это обусловлено тем, что при первом обследовании спортсмены показали высокую эффектив-

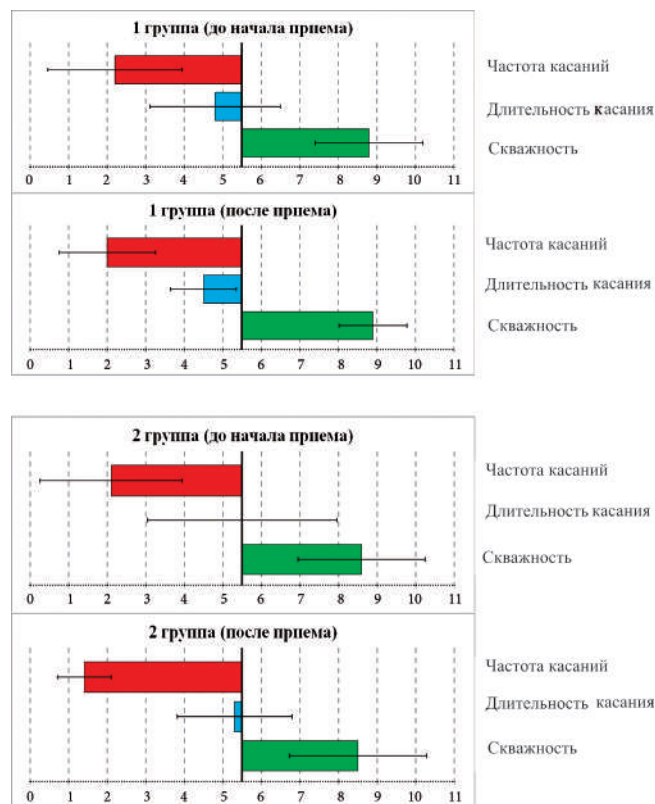


Рис. 3. Показатели динамического тремора спортсменов

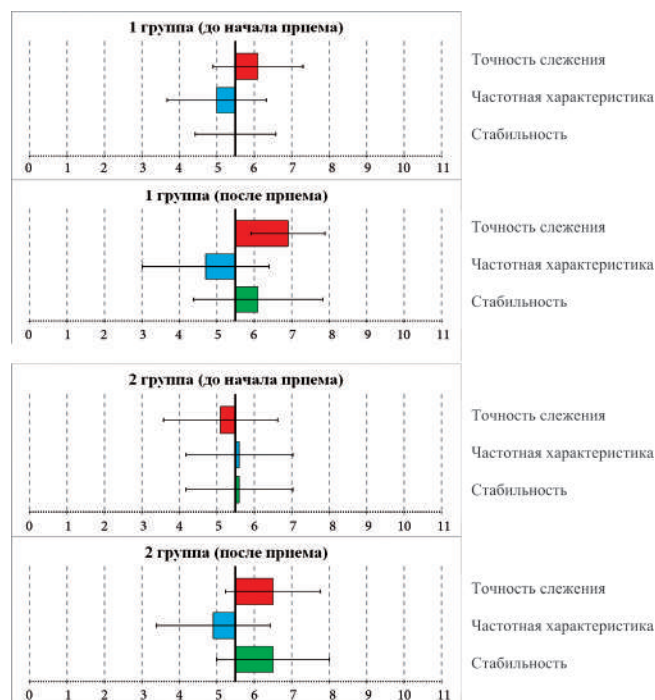


Рис. 4. Оценка показателей точности аналогового слежения

ность выполнения данного теста, которая сохранилась и при втором обследовании. При проведении теста наблюдалось: высокая точность выполнения плавных преследующих движений, высокий уровень скоор-

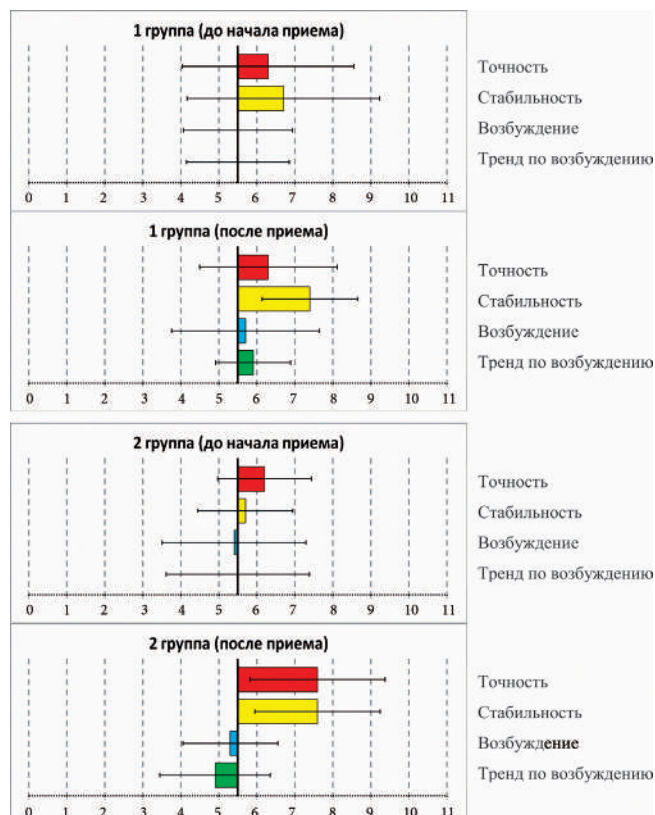


Рис. 5. Показатели баланса нервных процессов

динированности нейрофизиологических механизмов в контуре управления «глаз-рука».

Точность двухкоординатного слежения преследующего типа выросла после приема специализированного продукта «Антистресс» на 13,11% в первой группе и на 20,32% – во второй группе. Уровень координированности психических процессов в контуре управления «глаз-рука» – выше среднего.

Результаты по оценке точности аналогового слежения и по оценке баланса нервных процессов представлены на рис. 4, 5.

Анализ полученных данных показывает, что возбужденные (активационные) процессы и тормозные (деактивационные) процессы сбалансированы как до, так и после приема специализированного продукта «Антистресс».

Уровень развития способности к антиципации (предвосхищению) положения динамического объекта в пространстве и времени на основе непосредственно доступной зрительной информации вырос в среднем на 12,42%.

Стабильность исполнительских действий выросла в обеих группах в равной степени на 11,31%. Уровень концентрации и устойчивости внимания практически не изменился.

В целом, оценивая изменения показателей баланса нервных процессов, можно резюмировать, что применение специализированного продукта «Антистресс»

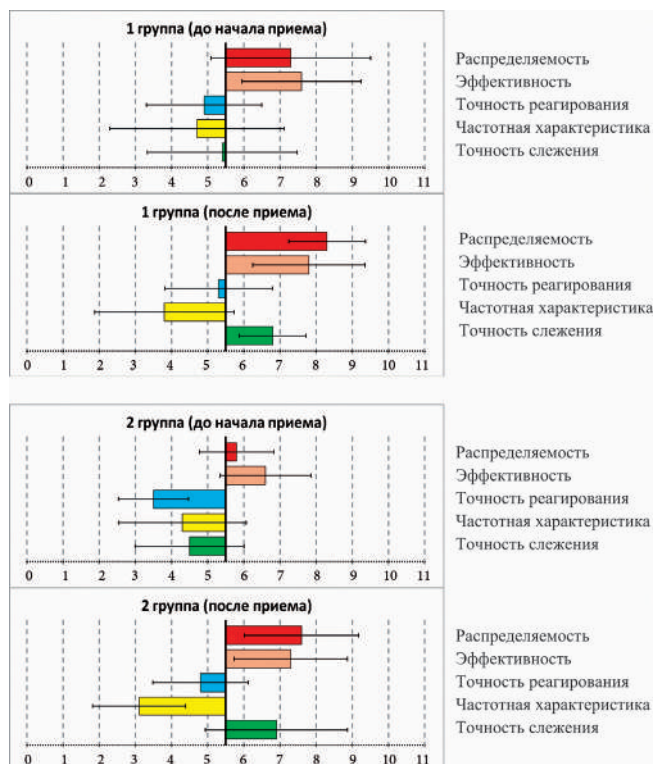


Рис. 6. Оценка уровня распределения внимания

оказывает позитивный эффект на нейродинамические свойства организма, к которым относятся физиологические свойства, отражающие особенности протекания нервных процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

Результаты среднegrupповых данных по оценке способности к одновременному выполнению распределенных задач приведены на рис. 6.

Из предложенных диаграмм видно, что при использовании продукта «Антистресс» в течение 8 дней, способность к распределению внимания и когнитивных ресурсов между двумя задачами, выполняемыми одновременно выросла на 13,9% в первой группе и на 31,03% – во второй группе, что характеризует позитивный эффект от приема продукта. Наблюдается незначительное увеличение эффективности, характеризуемой высоким уровнем выполнения дискретной задачи и высокой функциональной подвижностью нервных процессов. Точность слежения выросла на 25,93% в первой группе и на 53,33% – во второй.

Выводы

Проведенные обследования спортсменов сборной команды России по стрелковому спорту не выявили существенных отклонений в состоянии здоровья. Однако состояния большинства из исследуемых спортсменов характеризовалось выраженными признаками психоэмоционального переутомления, выгорания и нуждались в реабилитации.

Это означает, что существующая система подготов-

ки недостаточно сопровождается соответствующим комплексом мероприятий, в том числе, включающих системное применение специализированных продуктов питания, направленных на улучшение психоэмоционального фона спортсменов.

Предложенный специализированный продукт «Антистресс» обладает широким спектром антистрессовой активности, что подтверждено данными, проведенных клинических исследований. У спортсменов отмечен прирост показателей адаптивности и эмоциональной устойчивости, что говорит способности успешно ориентироваться в сложной, непредвиденной обстановке. Показатель помехоустойчивости вырос на 43,29% в 1 группе и на 60,72% – во 2 группе, также показатель эмоциональной устойчивости вырос на 60,64% в 1 группе и на 60,03% – во второй, что говорит о значительном росте мобилизуемости организма спортсмена во время нагрузки, росте способности компенсировать отрицательный эффект экстремальных воздействий и продолжать выполнение основных функций без снижения качества осуществляемой деятельности. Динамика изученных показателей может свидетельствовать о более быстром темпе гомеостатических реакций психофизического системного комплекса, либо ростом экономизации функций и адаптивности.

В результате приема продукта отмечен позитивный эффект на нейродинамические свойства организма спортсменов, к которым относятся физиологические свойства, отражающие особенности протекания нервных процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

Полученные результаты также позволяют предположить, что более выраженное положительное действие на организм может быть получено при регулярном систематическом употреблении с учетом индивидуальной дозировки.

На основании проведенных исследований рекомендовано установить дозировку в количестве 1 капсулы в день. Данная дозировка обоснована тем, что результаты, полученные на группе 2, незначительно отличаются от результатов по 1 группе, следовательно, является необоснованным использование повышенной дозировки продукта.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать специализированный продукт «Антистресс» в качестве эффективного средства поддержания необходимо психоэмоционального фона спортсменов, повышения эмоциональной устойчивости и адаптивности, средства, способствующего мобилизации ресурсов организма и, как следствие повышение спортивных результатов.

Список литературы:

1. Амбражук И.И., Яковлев М.Ю. Критерии и предикторы эффективности тренировок спортсменов-пловцов высшей

квалификации в условиях среднегорья // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 3. С. 71–75.

2. Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т. Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 3. С. 3–5.

3. Безуглов Э.Н., Ачкасов Е.Е., Безуглова Ю.В., Манцаева М.А., Усманова Э.М., Гордина О.В., Аксенова И.И., Малиновская Е.В., Жирнова Т.Ю. Влияние регулярной физической нагрузки на состояние сердечной мышцы у футболистов высокой квалификации в зависимости от стажа занятий спортом // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №2. С. 11–13.

4. Абрамова М.А., Гаппарова К.М., Азизбекян Г.А., Чехонина Ю.Г., Зилова И.С., Никитюк Д.Б. Оценка фактического питания и физического статуса высококвалифицированных спортсменов-тяжелотлетов // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. №3. С. 22–25.

5. Медведев И.Б., Тарасов Б.А., Алехнович А.В., Штейнердт С.В., Бородина М.А. Организация спортивного питания в Континентальной хоккейной лиге // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №2. С. 46–48.

References:

1. Ambrazhuk II, Yakovlev M.Iu. Kriterii i prediktory effektivnosti trenirovok sportsmenov-plovtcov vysshei kvalifikatsii v usloviakh srednegoria. Vestnik vosstanovitelnoi meditsiny. 2013;(3):71–75.

2. Puzin SN, Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT. Professionalnye zabolevaniia i invalidnost u professionalnykh sportsmenov. Mediko-sotsialnaia ekspertiza i reabilitatsiia. 2012;(3):3–5.

3. Bezuglov EN, Achkasov EE, Bezuglov UV, Mantcaeva MA, Usmanova EM, Gvordina OV, Akseanova II, Malinovskaya EV, Zhirnova TYu. Impact of regulatory physical load in cardiac muscle condition in patients of high qualification depending on experience of sports trainings. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(2):11–13 (in Russian).

4. Abramova MA, Gapparova KM, Azizbekyan GA, Chekhonina YuG, Zilova IS, Nikityuk DB. Estimation of actual nutrition and physical state by highly skilled weight-lifting athletes. (Sports medicine: research and practice). 2012;(3):22–25 (in Russian).

5. Medvedev IB, Tarasov BA, Alekhovich AV, Shteynerdt SV, Borodina MA. Organization of sports nutrition in the Continental hockey league. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(2):46–48 (in Russian).

Ответственный за переписку:

Краснова Ирина Станиславовна – старший научный сотрудник ФГБОУ ВПО Московский государственный университет пищевых производств Минобрнауки России, к.т.н.

Тел.: +7(903)207-19-26.

E-mail: ira3891@mail.ru, hasanov@ac-t.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 23.03.2014

Vitafoods™
Россия и СНГ



27–29 октября 2015

Центр Международной Торговли, Москва



Забронируйте ваш стенд сейчас

Vitafoods в России и СНГ – это высококлассное специализированное мероприятие, посвященное рынку производителей, поставщиков и потребителей ингредиентов и сырья для биологически активных добавок, спортивного, диетического и функционального питания и напитков в России и других странах СНГ.

Натиг Асадулаев
Тел. +7 495 232 68 52
Natig.Asadullaev@informa.com

www.vitafoodsruussia.com

ИГРОВАЯ СИСТЕМА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ПРОГРЕССИРУЮЩИМИ МЫШЕЧНЫМИ ДИСТРОФИЯМИ

¹Н. НИКОЛЕНКО, ¹О. В. ГОНЧАРОВА, ²С. В. АРТЕМЬЕВА, ¹Е. Е. АЧКАСОВ,
²Е. Б. ЛИТВИНОВА

¹ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
Минздрава России, Москва, Россия

²ГГБОУ ВПО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова
Минздрава России, Москва, Россия

Сведения об авторах:

Николенко Николетта – аспирант кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России.

Гончарова Ольга Викторовна – профессор кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, д.м.н.

Артемьева Светлана Брониславовна – заведующая отделением психоневрологии-2 НИИ педиатрии ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, к.м.н.

Ачкасов Евгений Евгеньевич – заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины, профессор кафедры госпитальной хирургии №1 ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, проф., д.м.н.

Литвинова Елена Борисовна – врач-детский невролог отделения психоневрологии-2 НИИ педиатрии ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

use of virtual reality game systems in rehabilitation of children with progressive muscular dystrophies

¹N. NIKOLENKO, ¹O. V. GONCHAROVA, ²S. B. ARTEMYEVA, ¹E. E. ACHKASOV,
²E. B. LITVINOVA

¹Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Information about the authors:

Nikolenko Nikoletta – M.D., Postgraduate Student of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University.

Olga Goncharova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof. of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University.

Svetlana Artyemyeva – M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Department of Psychoneurology 2 of the Moscow Scientific Research Institute of Pediatrics of the Pirogov Russian National Research Medical University.

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University.

Elena Litvinova – M.D., Pediatric Neurologist of the Moscow Scientific Research Institute of Pediatrics of the Pirogov Russian National Research Medical University.

Цель исследования: разработка методики применения игровой системы виртуальной реальности (VR) у детей с прогрессирующими мышечными дистрофиями (ПМД) и оценка ее эффективности. **Материалы и методы:** 72 ребенка в возрасте от 4-х до 12 лет (средний возраст 7,56±2,0 лет) с прогрессирующими мышечными дистрофиями (ПМД) составили основную (I, n=42) и контрольную (II, n=30) группы. Дети основной группы получали курс лечебной физкультуры (10 сеансов по 20–30 минут ежедневно) с помощью игровой системы VR (MicrosoftXbox 360 Kinect-MicrosoftCorporation; Redmond, Washington, USA) на фоне базисной терапии, дети контрольной – базисную терапию. Оценка эффективности технологии проводили с помощью комплекса шкал MFM, Vignos, Brook; безопасность реабилитации – по динамике креатинфосфокиназы в сыворотке крови детей. **Результаты:** выявлена зависимость показателей моторного развития детей от типов ПМД; дети с ПМД Ландузи–Дежерина имеют наиболее высокие показатели моторного развития по всем шкалам (исключение – D2), дети с врожденной ПМД – самые низкие показатели. Оценка эффективности системы VR показала статистически значимые изменения средней величины как в I группе по сравнению со II группой, так и между I и II группами по показателям D1, D2, D3, D шкалы MFM. **Выводы:** В комплекс исследований детей с ПМД можно включать шкалы Vignos, Brooke, MFM для оценки двигательных функций. Эффективной

реабилитационной технологией для детей с ПМД дошкольно-школьного возраста является игровая система ВР (Xbox 360 Kinect), способствующая улучшению двигательных функций детей с ПМД по шкале MFM.

Ключевые слова: лечебная физкультура; игровая система виртуальной реальности; прогрессирующие мышечные дистрофии; болезни нервной системы у детей; шкалы для оценки двигательных функций; креатинфосфокиназа.

Objective: to develop application methods of virtual reality game systems in rehabilitation of children with progressive muscular dystrophy and to assess its effectiveness. **Materials and methods:** 72 children aged 4-12 years (mean age 7.56 ± 2.0 years) with progressive muscular dystrophy (PMD) were allocated to the intervention (I, $n=42$) or the control (II, $n=30$) group. Children in the intervention group received basic treatment and 10 daily sessions (20–30 min. each) of physical therapy with the help of a virtual reality gaming system (Microsoft Xbox 360 Kinect-Microsoft Corporation; Redmond, Washington, USA). Children in the control group received only basic treatment. Specific tests were used for the efficiency assessment of the gaming system. For the safety assessment of game systems creatine phosphokinase in the blood serum of the children was measured before, during and after the intervention. **Results:** Correlation was observed between the motor development indicators that were used and the types of the progressive muscular dystrophies - children with PMD Landuzi-Dejerine had the highest rates of motor development at all scales (exception – D2), children with congenital PMD - the lowest motor development. Evaluation of the effectiveness of the virtual reality gaming system showed a statistically significant change of the mean values before and after the intervention in the I group in comparison to the II group, but also between the groups in terms of the outcomes of the MFM scale – D1, D2, D3, D. **Conclusions:** Vignos, Brooke and MFM motor function scales can be used in evaluating complex interventions in children with PMD. An effective rehabilitation technology for children is the virtual reality gaming system (Xbox 360 Kinect), which can help to improve the motor function in children with PMD according to MFM scale.

Key words: physical therapy; virtual reality game system; progressive muscular dystrophy; nervous system disorders in children; motor function assessment scales; creatine phosphokinase.

Введение

Рост удельного веса тяжелых хронических болезней, в том числе наследственных и врожденных, в структуре заболеваемости детей способствует увеличению частоты неблагоприятных последствий в виде ограничения жизнедеятельности и социальной недостаточности [1–5].

Прогрессирующие мышечные дистрофии (ПМД) – группа наследственных заболеваний, начинающихся в большинстве случаев в детстве (реже – позже) и характеризующаяся мышечной слабостью, атрофиями мышц и прогрессирующим течением вследствие прогрессирующей дегенерации мышечных волокон. Мышечные дистрофии полностью не вылечиваются, назначают только симптоматическую терапию [6]. Интенсивные физические нагрузки детям с ПМД противопоказаны, так как это может приводить к повреждению мышечных волокон, но в то же время умеренная физическая деятельность им необходима. В этой связи актуальна проблема разработки новых реабилитационных технологий для этой категории детей.

Применение игровых систем виртуальной реальности (ВР) у детей для выполнения физических упражнений может осуществляться в условиях стационара и на дому, что позволяет преодолеть барьер территориальной недоступности реабилитационных услуг. Игры оказывают на детей положительное эмоциональное воздействие, и они не воспринимают игровые движения как обязательные физические упражнения, что помогает сохранять уровень мотивации [7]. Игровые приставки ВР позволяют включить родителей и других членов семьи в реабилитационный процесс, что дополнительно повышает уровень мотивации детей [8]. Телереабилитация также помогает специалистам дистанционно контролировать процесс реабилитации и проводить международные консультации в режиме реального времени.

Учитывая, что игровые приставки ВР имеют соединение через сеть Интернет, это обеспечивает связь пациен-

та с другими пользователями: все пользователи создают личные виртуальные образы («аватары»), через которые общаются с другими детьми в условиях, приближенных к реальной жизни (например, на игровой площадке), что способствует социализации детей; они перестают чувствовать себя изолированными от общества.

Материалы и методы

В исследовании участвовало 72 ребенка в возрасте от 4-х до 12 лет (в среднем $7,56 \pm 2,0$ лет) с ПМД, находившихся на лечении в НИИ педиатрии РНИМУ им. Н.И. Пирогова с 2011 по 2014 гг.

Из всех детей 24% ($n=17$) были девочки и 76% ($n=55$) – мальчики. Все дети с ПМД Дюшенна и ПМД Эмери–Дрейфуса были мальчиками, а все дети с ПМД Ландузи–Дежерина – девочками. Врожденной ПМД и Эрба–Рота болеют оба пола. Это соответствует литературным данным, так как ПМД Дюшенна и ПМД Эмери–Дрейфуса наследуются по рецессивному, сцепленному с X-хромосомой типу, и при этом типе заболевания чаще болеют мальчики [9]. ПМД Ландузи–Дежерина наследуется по аутосомно-доминантному типу, при котором болеют оба пола, но у девочек это заболевание отмечается раньше, чем у мальчиков [10]. Врожденная ПМД и ПМД Эрба–Рота наследуются чаще по аутосомно-рецессивному типу наследования, при котором оба пола болеют одинаково [11, 12].

Дети с ПМД были распределены на основную (I) и контрольную (II) группы, сопоставимые по основным клиническим и поло-возрастным характеристикам (табл. 1). Из исследования были исключены дети, имеющие грубые когнитивные нарушения, судороги, отмечаемые в течение 3-х лет до поступления в клинику, распространенную слабость в верхних конечностях (при выполнении тестов дети не могли поднять руки до уровня рта), дети, принимающие участие в других клинических исследованиях, а также дети, которым был на-

значен прием стероидной терапии за менее чем 6 месяцев до госпитализации.

Базисная программа реабилитации детей с ПМД в I и II группах включала: легкий ручной массаж (курс – 10 сеансов по 15 минут в день), курс ортопедических укладок (10 сеансов, по 15 минут в день для каждой группы суставов), ЛФК с помощью велотренажеров MOTOmedviva2, MOTOmedgracile 12 (10 сеансов по 30 минут в день – 15 минут для верхних конечностей и 15 минут для нижних конечностей), 10 сеансов физиотерапии (магнитотерапия и электростимуляция мышц верхних и нижних конечностей).

Новой реабилитационной технологией для детей с ПМД, эффективность которой оценивали в процессе реабилитации в I группе, по сравнению со II группой, являлась игровая система VR (MicrosoftXbox 360 Kinect – MicrosoftCorporation; Redmond, Washington, USA), используемая для обеспечения процесса формирования основных движений у детей (рис. 1).

Для оптимизации мотивации детей предлагался большой выбор коммерческих игр: от 4 до 7 лет – игры: «SesameStreet: Onceuponamonster» или «Kinectimals»; старше 7 лет: «KinectDisneylandAdventures», «KinectAdventures» или «KinectRush: ADisneyPixarAdventure».



Рис. 1. Занятие ЛФК у детей с ПМД с использованием системы VR Xbox 360 Kinect

Занятия с детьми с ПМД проводили в отдельном кабинете площадью 15 м². Влажность воздуха и температуру поддерживали в пределах 70–80% и 20–24°С соответственно. Количество сеансов на курс реабилитации – 10, кратность проведения – ежедневно, с перерывом на воскресные дни, в одни и те же дневные часы (с 15:00–18:00), в промежутках между кормлениями детей. Длительность процедуры составляла от 20 до 30 минут, при этом длительность активной фазы составляла строго 15 минут и неактивной фазы от 5 до 15 минут в зависимости от выбранной игры.

Оценку эффективности игровой системы VR проводили с помощью специально подобранных шкал, отражающих динамику крупной и мелкой моторики в процессе реабилитации детей с ПМД. Контроль безопасности технологии осуществляли по динамике креатинфосфокиназы (КФК) в сыворотке крови в процессе реабилитации, так как при повреждении мышц концентрация этого фермента в крови повышается.

С помощью шкалы MFM проводили общую оценку двигательных способностей детей с ПМД (MotorFunctionMeasure, 2003/2005) [13]. Шкала позволяет провести оценку проксимальных, дистальных и осевых моторных нарушений и содержит 32 пункта, включающие статические и динамические оценки, разделенные на три измерения (Dimensions): измерение 1 (D1) – «стоять и двигаться» (13 пунктов), измерение 2 (D2) – «осевая и проксимальная моторная слабость» (12 пунктов), измерение 3 (D3) – «дистальная моторная слабость» (7 пунктов, 6 из них – верхние конечности).

С помощью шкалы Vignos оценивали способность к передвижению для нижних конечностей [14]. Пациенты распределялись по 10 функциональным классам, согласно их способности к передвижению. С помощью шкалы Brooke оценивали способность к передвижению для верхних конечностей [15]. Пациенты распределялись по 6 функциональным классам, согласно их способности к передвижению.

Таблица 1

Распределение детей на подгруппы в зависимости от типа ПМД и программ медицинской реабилитации

Диагноз	Программы медицинской реабилитации		Всего
	Основная группа (I) Базисная терапия и ЛФК с помощью системы VR	Контрольная группа (II) Базисная терапия	
ПМД Дюшенна	21 (51,2%)	20 (48,8)	41
ПМД Ландузи-Дежерина	2 (100%)	0 (0%)	2
Врожденная ПМД	4 (50,0%)	4 (50,0%)	8
ПМД Эрба-Рота	8 (80,0%)	2 (20,0%)	10
ПМД Эмери-Дрейфуса	3 (75,0%)	1 (25,0%)	4
ПМД не уточненной формы	4 (57,1%)	3 (42,9%)	7
Всего	42 (58,3%)	30 (41,7%)	72

Результаты и их обсуждение

Установлено, что средняя оценка двигательных функций детей с ПМД по общему измерению шкалы MFM (D – общее моторное развитие) до лечения составляла 77,11±19,25%; по измерению D1 – 58,61±30,70%; по D2 – 90,06±14,11%; по D3 – 88,31±14,58%. При этом была выявлена корреляционная зависимость показателей шкалы от типов ПМД (табл. 2).

Средняя оценка по шкале Vignos детей с ПМД до лечения составила 2,92±2,58 баллов (корреляционная связь достоверна,

$p=0,001$) и по шкале Brooke – $1,53 \pm 1,11$ баллов (корреляционная связь достоверна, $p=0,007$). Очевидно, что результаты показателей шкал во многом определяются клинической картиной различных типов ПМД.

Средняя оценка по шкале Vignos детей с ПМД до лечения составила $2,92 \pm 2,58$ баллов (корреляционная связь достоверна, $p=0,001$) и по шкале Brooke – $1,53 \pm 1,11$ баллов (корреляционная связь достоверна, $p=0,007$). Очевидно, что результаты показателей шкал во многом определяются клинической картиной различных типов ПМД.

Выявлено, что дети с ПМД Ландузи–Дежерина имеют наиболее высокие показатели моторного развития по

всем шкалам (исключение – D2), на втором месте – дети с ПМД Эмери–Дрейфуса (исключение – D2, D3), далее: дети с ПМД Эрба–Рота (исключение – D2, D3), дети с ПМД Дюшенна и дети с ПМД неуточненной формы. У детей со врожденной ПМД – самые низкие показатели моторного развития по всем шкалам среди детей с ПМД.

Проведенный анализ состояния двигательных функций после применения системы ВР показал, что, по данным шкалы MFM, средняя оценка по измерению D у детей с ПМД после реабилитации составила $78,89 \pm 19,02\%$ (корреляционная связь достоверна, $p=0,001$), по D1 – $60,68 \pm 31,17\%$ (корреляционная связь достоверна,

Таблица 2

Результаты оценки моторного развития детей с ПМД (n=72) с помощью шкал MFM, Vignos и Brookes в зависимости от разных типов ПМД до начала реабилитации

Диагноз		Шкала MFM D1, до	Шкала MFM D2, до	Шкала MFM D3, до	Шкала MFM D, до	Vignos, до	Brooke, до
ПМД Дюшенна	M	52,39	90,99	87,16	74,68	3,20	1,44
	N	41	41	41	41	41	41
	σ	29,09	12,38	11,06	17,74	2,62	1,00
	m	4,54	1,93	1,73	2,77	0,41	0,16
ПМД Ландузи–Дежерина	M	96,17	91,67	100,00	95,32	1,00	1,00
	N	2	2	2	2	2	2
	σ	1,80	3,92	0,00	2,21	0,00	0,00
	m	1,27	2,77	0,00	1,57	0,00	0,00
Врожденная ПМД	M	28,69	74,66	74,56	56,15	5,88	2,88
	N	8	8	8	8	8	8
	σ	29,15	25,36	28,78	24,37	2,95	1,81
	m	10,31	8,97	10,18	8,62	1,04	0,64
ПМД Эрба–Рота	M	79,36	97,11	96,90	89,94	1,40	1,10
	N	10	10	10	10	10	10
	σ	16,67	2,92	3,51	6,90	0,52	0,32
	m	5,27	0,92	1,11	2,18	0,16	0,10
ПМД Эмер–Дрейфуса	M	86,54	95,97	94,05	92,19	1,25	1,00
	N	4	4	4	4	4	4
	σ	11,91	2,50	11,91	6,05	0,50	0,00
	m	5,96	1,25	5,95	3,02	0,25	0,00
ПМД неуточненной формы	M	72,89	88,29	91,84	83,19	1,57	1,57
	N	7	7	7	7	7	7
	σ	25,12	11,46	13,39	17,19	0,98	0,98
	m	9,49	4,33	5,06	6,50	0,37	0,37
Всего	M	58,61	90,06	88,31	77,11	2,92	1,53
	N	72	72	72	72	72	72
	σ	30,70	14,11	14,58	19,25	2,58	1,11
	m	3,62	1,66	1,72	2,27	0,30	0,13
p		<0,001	0,018	0,017	0,001	0,001	0,007

$p < 0,001$), по D2 – $91,51 \pm 13,39\%$ (корреляционная связь достоверна, $p = 0,020$), по D3 – $90,57 \pm 14,10\%$ (корреляционная связь достоверна, $p = 0,014$). Средняя оценка по шкале Vignos среди 72 детей после лечения составила: $2,88 \pm 2,59$ балл (корреляционная связь достоверна, $p = 0,001$) балл и по шкале Brooke: $1,50 \pm 1,10$ балл (корреляционная связь достоверна, $p = 0,012$) (табл. 3).

Обследование моторной функции детей с ПМД по шкалам в динамике реабилитации. При сравнении распределения величин показателей шкал MFM (D1, D2, D3 и D), Vignos и Brooke непараметрическим тестом Колмогорова-Смирнова статистически достоверных различий в распределении показателей шкал между основной (I) и контрольной (II) группами детей обна-

ружено не было, то есть группы были сопоставимы по показателям.

Для определения изменения моторной функции в процессе реабилитации были рассчитаны значения 6-ти показателей в динамике (разность между значением после и до реабилитации). Из диаграммы 1 следует, для показателей шкалы MFM (D, D1, D2 и D3) в динамике выявили статистически значимые изменения средней величины, причем во всех случаях при занятиях ЛФК в группе I увеличение статистически достоверно больше чем в группе II.

Так, изменение показателя D у детей с ПМД в группе I составило в среднем $2,745 \pm 3,434\%$ по сравнению с $0,417 \pm 1,563\%$ у детей в группе II. При этом в I группе, в

Таблица 3

Результаты оценки показателей моторного развития детей с ПМД с помощью шкал MFM, Vignos и Brooke в зависимости от типа ПМД после применения игровой системы ВР

Диагноз		Шкала MFM D1, после	Шкала MFM D2, после	Шкала MFM D3, после	Шкала MFM D, после	Vignos, после	Brooke, после
ПМД Дюшенна	M	53,94	92,00	90,04	76,04	3,15	1,44
	N	41	41	41	41	41	41
	σ	29,30	12,01	10,82	17,61	2,63	1,00
	m	4,58	1,88	1,69	2,75	0,41	0,16
ПМД Ландузи-Дежерина	M	96,17	93,07	100,00	95,84	1,00	1,00
	N	2	2	2	2	2	2
	σ	1,80	1,94	0,00	1,48	0,00	0,00
	m	1,27	1,37	0,00	1,05	0,00	0,00
Врожденная ПМД	M	31,22	77,61	76,19	58,89	5,88	2,75
	N	8	8	8	8	8	8
	σ	33,63	24,20	28,51	25,69	2,95	1,83
	m	11,89	8,56	10,08	9,08	1,04	0,65
ПМД Эрба-Рота	M	82,54	98,61	99,17	92,26	1,30	1,00
	N	10	10	10	10	10	10
	σ	16,47	2,70	2,63	6,97	0,48	0,00
	m	5,21	0,85	0,83	2,21	0,15	0,00
ПМД Эмери-Дрейфуса	M	90,40	98,61	94,05	94,27	1,25	1,00
	N	4	4	4	4	4	4
	σ	9,67	1,61	11,91	6,05	0,50	0,00
	m	4,83	0,80	5,95	3,02	0,25	0,00
ПМД не уточненной формы	M	75,46	89,89	93,19	85,71	1,57	1,57
	N	7	7	7	7	7	7
	σ	21,65	9,16	9,87	12,50	0,98	0,98
	m	8,18	3,46	3,73	4,72	0,37	0,37
Всего	M	60,68	91,51	90,57	78,89	2,88	1,50
	N	72	72	72	72	72	72
	σ	31,17	13,39	14,10	19,02	2,59	1,10
	m	3,67	1,58	1,66	2,24	0,31	0,13
P		<0,001	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01

отличие от II группы, различия достоверны в динамике ($p < 0,001$) и между двумя группами в зависимости от методов реабилитации ($p = 0,001$).

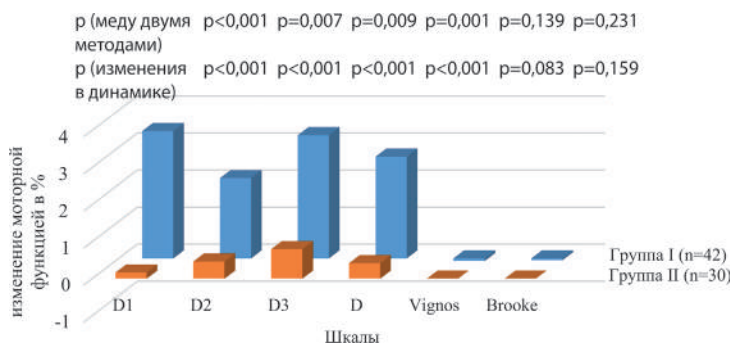
Изменение показателя D1 в динамике у детей с ПМД в группе I составило $3,432 \pm 4,636\%$ по сравнению с $2,070 \pm 3,899\%$ у детей в группе II. При этом различия достоверны как между значениями в динамике ($p < 0,001$), так и между двумя методами реабилитации в группах ($p < 0,001$).

Изменение показателя D2 у детей с ПМД в группе I составило $2,165 \pm 2,991\%$, по сравнению с $0,463 \pm 1,798\%$ у детей в группе II. Различия также достоверны между значениями в динамике ($p = 0,007$) и между двумя методами реабилитации ($p = 0,007$).

Изменение показателя D3 у детей с ПМД в группе I составило $3,323 \pm 4,221\%$ по сравнению с $0,794 \pm 3,556\%$ у детей в группе II. Различия достоверны между значениями в динамике ($p = 0,009$) и между двумя методами реабилитации ($p = 0,009$).

Изменения в процессе реабилитации по показателям других шкал (Vignos и Brooke) в группах I и II не были достоверны. Это можно объяснить тем, что эти шкалы в большей степени характеризуют состояние крупной моторики, которая под влиянием системы VR не может достоверно меняться, в отличие от показателей шкалы MFM, характеризующих тонкую моторику. Эти шкалы целесообразно использовать только для оценки состояния моторной функции детей с ПМД; а для оценки эффективности новых технологий у детей с ПМД предпочтительно отдавать шкале MFM.

Контроль безопасности реабилитации проводили по динамике показателей КФК в сыворотке крови детей. При этом была выявлена зависимость значений КФК от типа ПМД (корреляционная связь достоверна с $p = 0,001$). До начала реабилитации самый высокий уровень КФК в крови отмечен у детей с ПМД Дюшенна; на втором месте – дети с ПМД неуточненной формы, далее – ПМД Эрба-Рота, ПМД Ландузи-Дежерина, ПМД Эмери-Дрейфуса и врожденная ПМД (диагр. 2). Согласно литературе, чрезмерное повышение КФК обычно встречается при ПМД Дюшенна и при нескольких формах ПМД Эрба-Рота (LGMD 1C, LGMD 2A, LGMD 2B). При остальных видах ПМД обычно отмечается нормальный уровень или умеренное повышение КФК [16].



Диагр. 1. Показатели моторной функции детей с ПМД в динамике реабилитации

В процессе реабилитации только у 5% ($n = 2$) детей в группе I было отмечено повышение КФК в крови и боли в мышцах со сравнением с 3,33% ($n = 1$) среди детей группы II. На фоне этого было временно прекращены занятия по ЛФК (3 дня), а также снижена интенсивность и нагрузка упражнений, после чего боли перестали беспокоить детей и уровень КФК в крови постепенно нормализовался. У одного ребенка из группы I было отмечено ухудшение по шкалам, но данный факт был связан с тем, что в день исследования двигательной функции (после реабилитации) ребенок находился в инкубационном периоде гриппа и менее чем через 8 часов стали отмечаться его симптомы.

Выводы

1. Эффективной реабилитационной технологией для детей с прогрессирующими мышечными дистрофиями дошкольно-школьного возраста является игровая система виртуальной реальности (Xbox 360 Kinect). Ее применение способствует улучшению двигательной функции по шкале MFM.

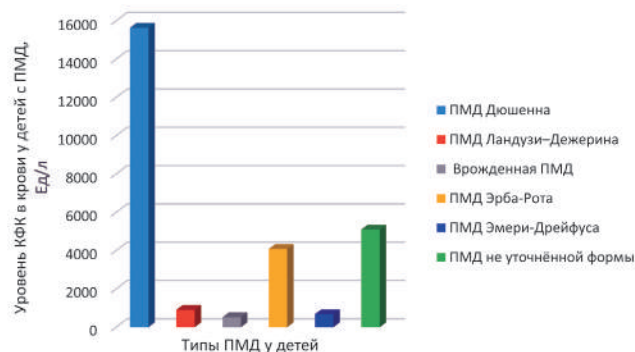
2. Занятия с системой виртуальной реальности следует проводить по 20–30 минут ежедневно, минимальный курс 10 сеансов.

3. В комплекс дополнительных исследований детей с прогрессирующими мышечными дистрофиями можно включать шкалы Vignos, Brooke, MFM для оценки их двигательных функций (состояние крупной и мелкой моторики).

4. Методика применения игровой системы виртуальной реальности, разработанная с учетом особенностей состояния здоровья детей с прогрессирующими мышечными дистрофиями (детям противопоказаны интенсивные физические нагрузки), может быть рекомендована для внедрения в центры реабилитации и детские поликлиники.

Список литературы:

1. Алиева А.А., Алиева Х.М., Махмудова Т.А., Рамазанова М.И., Махачев А.А., Суракатова С.А. Характеристика реабилитационного потенциала и реабилитационного прогноза детей-инвалидов с детским церебральным параличом // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 4. С. 24–27.



Диагр. 2. Зависимость показателей КФК от типов ПМД у детей

2. Пузин С.Н., Храпылина Л.П., Волынец Г.В., Потапов В.Н., Богова О.Т., Шургая М.А., Чандирли С.А. Стратегия создания системы непрерывного реабилитационного сопровождения детей с ограниченными возможностями здоровья и особенностями развития // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2013. №2. С. 6–13.

3. Сергеев Е.Ю., Фрадкина М.М., Ковалева М.Ю., Бельх О.Ю., Баева Л.А., Желудкова О.Г. Подходы к реабилитации детей с онкологическими и гематологическими заболеваниями // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 5. С. 22–25.

4. Коромыслов А.В., Маргазин В.А. Роль организованной двигательной активности в формировании показателей физического развития студенток за время обучения в вузе // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 36–39.

5. Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е., Талабум Е.А., Султанова О.А., Красавина Т.В., Мандрик Л.В., Самамикоджеди Н., Патрина Е.В. Оценка функционального состояния и адаптационных резервов организма студентов-медиков с помощью современных аппаратно-программных комплексов // Спортивная медицина: наука и практика. 2011. №3. С. 11–25.

6. Bushby K., Anderson L.V.B. Muscular dystrophy: methods and protocols. Humana Press Inc., 2001. 458 p.

7. Meyer LJ. The Impact of Virtual Reality – enhanced Exercise Equipment on Adherence to Daily Step Goals. ProQuest, 2008. 169 p.

8. Parsons T.D., Rizzo A.A., Rogers S., York P. Virtual reality in paediatric rehabilitation: a review // Dev Neurorehabil. 2009. Vol.12, №4. P. 224–238.

9. Бадалян Л.О., Таболин В.А., Вельтищев Ю.Е. Наследственные болезни у детей. М.: Медицина, 1971. 374 с.

10. Кириллова Л.Г., Шевченко А.А., Яковлева С.М., Лисица В.В., Михайлец Л.П. Лицелопаточно-плечевая миодистрофия Ландузи–Дежерина в клинике нейрорепедиатрии // Здоровье ребенка. 2011. №1. С. 124–128.

11. Pegoraro E., Hoffman E.P. Limb. Girdle Muscular Dystrophy Overview. Gene Reviews. Seattle (WA): University of Washington, Seattle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1408/>

12. Sparks S., Quijano-Roy S., Harper A., Rutkowski A., Gordon E., Hoffman E.P., Pegoraro E. Congenital Muscular Dystrophy Overview. Gene Reviews. Seattle (WA): University of Washington, Seattle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1291/>

13. Bérard C., Payan C., Hodgkinson I., Fermanian J. A motor function measure for neuromuscular diseases. Construction and validation study // Neuromuscular Disorders. 2005. Vol. 15, №7. P. 463–470.

14. Vignos P.J., Archibald K.C. Maintenance of ambulation in childhood muscular dystrophy // Journal of Chronic Diseases. 1960. Vol. 12. P. 273–290.

15. Brooke M.H., Griggs R.C., Mendell J.R. Clinical trial in Duchenne dystrophy. 1. The design of the protocol // Muscle Nerve. 1981. Vol. 4. P. 186–197.

16. Jackson C.E. A clinical approach to muscle diseases // Semin Neurol. 2008. Vol. 28. P. 228–240.

References:

1. Alieva AA, Alieva KhM, Makhmudova TA, Ramazanova MI, Makhachev AA, Surakatova SA. Kharakteristika reabilitatsionnogo potentsiala i reabilitatsionnogo prognoza detey-invalidov s detskim tserebralnym paralichom. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;4:24–27.

2. Puzin SN, Khrapylina LP, Volynets GV, Potapov VN, Bogova OT, Shurgaya MA, Chandirli SA. Strategiya sozdaniya sistemy nepreryvnogo reabilitatsionnogo soprovozhdeniya detey s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorovya i osobennostyami razvitiya. Vestnik Vserossiyskogo obshchestva spetsialistov po mediko-sotsialnoy ekspertize, reabilitatsii i reabilitatsionnoy industrii. 2013;2:6–13.

3. Sergeenko EYu, Fradkina MM, Kovaleva MYu, Belykh OYu, Baeva LA, Zheludkova OG. Podkhody k reabilitatsii detey s onkologicheskimi i gematologicheskimi zabolevaniyami. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2013;5:22–25.

4. Koromyslov AV, Margazin VA. The role of organized physical activity in the formation of indicators physical evolution of students while studying at university. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(1):36–39 (in Russian).

5. Runenko SD, Achkasov EE, Talabum EA, Sultanova OA, Krasavina TV, Mandrik LV, Samamikodzhedi N, Patrina EV. Otsenka funktsionalnogo sostoyaniya i adaptatsionnykh rezervov organizma studentov-medikov s pomoshchyu sovremennykh apparatno-programmnykh kompleksov. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2011;(1):11–25.

6. Bushby K, Anderson LVB. Muscular dystrophy: methods and protocols. Humana Press Inc, 2001. 458 p.

7. Meyer LJ. The Impact of Virtual Reality – enhanced Exercise Equipment on Adherence to Daily Step Goals. ProQuest, 2008. 169 p.

8. Parsons T.D., Rizzo A.A., Rogers S., York P. Virtual reality in paediatric rehabilitation: a review. Dev Neurorehabil. 2009;12(4):224–238.

9. Badalyan LO, Tabolin VA, Veltishchev YuE. Nasledstvennyye bolezni u detey. Moscow, Meditsina, 1971. 374 p. (in Russian).

10. Kirillova LG, Shevchenko AA, Yakovleva SM, Lisitsa VV, Mikhaylets LP. Litselopatochno-plechevaya miodistrofiya Landuzi-Dezherina v klinike neyropediatrii. Zdorovye rebenka. 2011;1:124–128.

11. Pegoraro E, Hoffman EP. Limb. Girdle Muscular Dystrophy Overview. Gene Reviews. Seattle (WA): University of Washington, Seattle, Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1408/> (accessed 17 February 2014).

12. Sparks S, Quijano-Roy S, Harper A, Rutkowski A, Gordon E, Hoffman EP, Pegoraro E. Congenital Muscular Dystrophy Overview. Gene Reviews. Seattle (WA): University of Washington, Seattle, Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1291/> (accessed 20 February 2014).

13. Bérard C, Payan C, Hodgkinson I, Fermanian J. A motor function measure for neuromuscular diseases. Construction and validation study. Neuromuscular Disorders. 2005;15(7):463–470.

14. Vignos PJ, Archibald KC. Maintenance of ambulation in childhood muscular dystrophy. Journal of Chronic Diseases. 1960;12:273–290.

15. Brooke MH, Griggs RC, Mendell JR. Clinical trial in Duchenne dystrophy. The design of the protocol. Muscle Nerve. 1981;4:186–197.

16. Jackson CE. A clinical approach to muscle diseases. Semin Neurol. 2008;28:228–240.

Ответственный за переписку:

Гончарова Ольга Викторовна – профессор кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первой МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, д.м.н.

Тел.: +7 (495)799-11-43.

E-mail: med-info@mail.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 13.05.2014

КОРРЕКЦИЯ МИОФАСЦИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕФЛЕКСОТЕРАПИИ И ПОСТИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ

¹Г. Г. ЯНЫШЕВА, ¹Р. А. ЯКУПОВ, ²К. П. РОМАНОВ, ²Б. Р. САМИГУЛЛИН

¹ГБОУ ДПО Казанская государственная медицинская академия Минздрава России, Казань, Россия

²ГАУ ДО Центр спортивной подготовки Министерства по делам молодежи, спорту и туризму Республики Татарстан, Казань, Россия

Сведения об авторах:

Янышева Гульнара Гумеровна – ассистент кафедры реабилитологии и спортивной медицины ГБОУ ДПО КГМА Минздрава России, заместитель главного врача ГАУЗ Республиканский центр медицинской профилактики.

Якупов Радик Альбертович – профессор кафедры неврологии, рефлексотерапии и остеопатии ГБОУ ДПО КГМА Минздрава России, д.м.н.

Романов Константин Петрович – начальник научно-методического отдела медицинского обеспечения и контроля ГАУ ДО Центр спортивной подготовки Министерства по делам молодежи, спорту и туризму Республики Татарстан, к.м.н.

Самигуллин Булат Рашидович – врач по спортивной медицине научно-методического отдела медицинского обеспечения и контроля ГАУ ДО Центр спортивной подготовки Министерства по делам молодежи, спорту и туризму Республики Татарстан.

REFLEXOTHERAPY AND POST-ISOMETRIC RELAXATION IN ATHLETES with myofascial dysfunction

¹G. G. YANYSHEVA, ¹R. A. YAKUPOV, ²K. P. ROMANOV, ²B. R. SAMIGULLIN

¹Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

²Sports Training Center of the Ministry of Youth Affairs, Sports and Tourism of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

Information about the authors:

Gulnara Yanisheva – M.D., Assistant Lecturer of the Rehabilitation and Sports Medicine Department of the Kazan State Medical Academy of the Ministry of Health, Deputy Chief Physician of the Republican Medical Prevention Center

Radik Yakupov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof. of the Neurology, Acupuncture and Osteopathy Department of the Kazan State Medical Academy of the Ministry of Health.

Konstantin Romanov – M.D., Ph.D. (Medicine), Head of the Scientific-Methodical Department of the Medical Assurance and Control of the Sports Training Center of the Ministry of Youth Affairs, Sports of the Republic of Tatarstan.

Bulat Samigullin – M.D., Sports Medicine Physician of the Scientific-Methodical Department of the Medical Assurance and Control of the Sports Training Center of the Ministry of Youth Affairs, Sports and Tourism of the Republic of Tatarstan

Цель исследования: изучение эффективности длительной коррекции миофасциальных нарушений (МФН) у спортсменов высокого класса с помощью рефлексотерапии (РТ) и постизометрической релаксации (ПИР). **Материалы и методы:** наблюдали 32 спортсмена высокой квалификации (12 женщин и 20 мужчин, средний возраст 20,4±0,5 года), представителей 7 видов спорта. Спортсмены случайным образом помещались в одну из двух групп: основную (17) и контрольную (15). В основной группе для коррекции МФН использовали РТ и ПИР. В контрольной группе специальные мероприятия по поводу МФН не проводили. Мониторинг МФН у спортсменов осуществляли на протяжении 12 месяцев. Все спортсмены в течение периода наблюдения продолжали тренироваться и участвовать в соревнованиях. **Результаты:** показатели МФН в основной и контрольной группах до начала проведения коррекционных мероприятий (обследование 1) достоверно не отличались. Через 3–4 месяца проведения коррекции МФН (обследование 2, выполнено 1–2 курса РТ и ПИР) выявлено достоверное снижение МФН в основной группе по сравнению с контрольной (p<0,05). Также установлена статистически значимая положительная динамика МФН в основной группе между 1 и 2 обследованиями (p<0,05). В целом, для основной группы в процессе всего периода наблюдения отмечалась положительная достоверная динамика показателя МФН – от исходных 5,7±0,7 баллов он снизился до 3,5±0,6 баллов, p<0,01. **Выводы:** коррекция МФН с применением методов РТ и ПИР показала высокую эффективность на протяжении всего периода наблюдения. Это обусловлено комплексным характером воздействия как на местные, так и на системные механизмы МФН у спортсменов. Регулярное

использование рефлексотерапии и постизометрической релаксации в основной группе спортсменов позволило достоверно уменьшить выраженность миофасциальных нарушений по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: миофасциальные нарушения у спортсменов; рефлексотерапия; постизометрическая релаксация; вегетативные дисфункции.

Objective: to study the efficiency of the long-term treatment of myofascial dysfunctions (MD) in elite athletes using the acupuncture and post-isometric relaxation (PIR) techniques. **Materials and methods:** 32 elite athletes (12 women and 20 men, mean age of 20.4 ± 0.5 years), from 7 sports were observed. The athletes were randomly placed into one of two groups: intervention group ($n=17$) and control group ($n=15$). In the intervention group, the PIR and acupuncture were applied for MD treatment. Patients of the control group, received no treatment. The MD monitoring in athletes were carried out for 12 months. During the observation period, all athletes trained and participated in competitions. **Results:** the MD indicators in both groups prior to the treatment (examination 1) were the same. After 3-4 months of MD treatment (examination 2, 1-2 courses of acupuncture and PIR) a significant reduction of MD in the intervention group, compared to the control group ($p<0.05$), was detected. The statistically significant MD improvement in the index group between 1st and 2nd examinations ($p<0.05$) was also detected. During the whole observation period, the improvement of MD indicators was detected in the intervention group, where it decreased from 5.7 ± 0.7 points to 3.5 ± 0.6 points ($p<0.01$). **Conclusions:** the application of acupuncture and PIR techniques is highly efficient for MD treatment. The regular application of reflexotherapy and post-isometric relaxation in the studied group of athletes reduced the severity of myofascial dysfunctions in comparison with the control group.

Key words: myofascial dysfunctions in athletes; reflexotherapy; post-isometric relaxation; autonomic dysfunction.

Миофасциальные нарушения (МФН) являются наиболее частым патологическим состоянием опорно-двигательного аппарата [1–3]. Они характеризуются повышением тонуса мускулатуры, возникновением миофасциальных триггерных пунктов (МФТП) в виде болезненных узелков различного размера и консистенции, а также уменьшением силы мышц, нарушением их эластичности, снижением скорости и точности движений [3–5].

Интенсивная спортивная деятельность предрасполагает к развитию МФН. Этому способствуют как высокие нагрузки на мышечную систему, так и недостаточный уровень применения реабилитационных средств в современном учебно-тренировочном процессе [6–10]. Развитие МФН даже при субклиническом течении (без активных жалоб и минимальной объективной симптоматики) крайне негативно влияет на функциональную готовность спортсмена, его работоспособность и самочувствие. МФН также являются одним из значимых факторов риска развития спортивных травм опорно-двигательного аппарата [11, 12]. Поэтому своевременная коррекция МФН способствует росту спортивных достижений, сохранению здоровья спортсмена и спортивному долголетию.

В патогенезе МФН у спортсменов ведущее значение принадлежит статическим и динамическим перегрузкам опорно-двигательного аппарата с развитием длительного «остаточного» напряжения мышц [3, 6, 11]. Оно связано как с местными процессами в переутомленной мышце, представленными, в частности, накоплением недоокисленных продуктов энергетического обмена, нарушением баланса электролитов, расстройством

микроциркуляции, так и с общим перевозбуждением мотонейронов спинного мозга вследствие повышенного уровня проприоцептивной и ноцицептивной афферентации из опорно-двигательного аппарата, а также недостаточного нисходящего тормозного контроля со стороны супрасегментарных структур центральной нервной системы [5].

Коррекция МФН у спортсменов должна включать средства, нормализующие трофику и тонус мышц путем воздействия как на местные, так и системные механизмы патологического процесса. В данном аспекте перспективным является использование методов рефлексотерапии (РТ) и постизометрической релаксации (ПИР) [5, 13].

Целью настоящего исследования явилось изучение эффективности длительной коррекции МФН у спортсменов высокого класса с помощью методов РТ и ПИР.

Материалы и методы

Всего под наблюдением находилось 32 спортсмена высокой квалификации (12 женщин и 20 мужчин, средний возраст $20,4 \pm 0,5$ года), представителей 7 видов спорта (табл. 1).

Таблица 1

Распределение спортсменов по видам спорта, спортивной квалификации и возрасту

№	Вид спорта	Квалификация				Возраст, лет			Всего
		1 разряд	кмс	мс	мсмк	≤17	18–21	≥22	
1	Греко-римская борьба		1				1		1
2	Дзюдо			1				1	1
3	Конькобежный спорт	1		3		1	2	1	4
4	Легкая атлетика			6	1		4	3	7
5	Лыжные гонки			4			2	2	4
6	Плавание			2		2			2
7	Фехтование			8	5		7	6	13
Итого	1	1	24	6	3	16	13	32	

Выявление МФН производили активно во время регулярных текущих медицинских обследований (ТМО) 104 спортсменов – членов сборных команд России и Татарстана.

Для предупреждения влияния побочных факторов из программы наблюдения исключались лица: 1) с актуальными травмами опорно-двигательного аппарата; 2) с сопутствующей патологией центральной и периферической нервной системы; 3) с соматическими заболеваниями в стадии суб- и декомпенсации; 4) перенесшие в анамнезе черепно-мозговую травму с потерей сознания и (или) серьезную травму шейного отдела позвоночника.

ТМО применительно к задачам настоящей работы дополнительно включало клиническое миологическое исследование с оценкой степени напряжения мышц, выявлением МФТП, определением их размеров, консистенции и болезненности [4, 5, 8].

Для интегративной оценки рассчитывался показатель МФН (пМФН):

$$пМФН = \frac{\sum_{i=1}^N бМФТП}{N},$$

где N – общее количество болезненных МФТП; бМФТП – болезненность МФТП по визуально-аналоговой шкале (0 баллов – нет болезненности, 10 баллов – максимальная болезненность).

При наличии объективных проявлений МФН спортсмены случайным образом помещались в одну из двух групп наблюдения: основную (17) и контрольную (15), которые достоверно не отличались между собой по полу, возрасту, спортивной квалификации и представленным видам спорта.

В основной группе для коррекции МФН использовались методы РТ и ПИР. В контрольной группе специальных мероприятий по поводу МФН не проводилось. Мониторинг МФН у спортсменов осуществлялся на протяжении 12 месяцев. Все спортсмены в течение периода наблюдения продолжали тренироваться и участвовать в соревнованиях.

Рефлексотерапия – это система лечебных воздействий, основанная на стимуляции различными факторами акупунктурных точек и других рецепторных зон. Важными преимуществами лечебного действия РТ является его комплексный характер, сочетание патогенетических и симптоматических эффектов [13].

Задачи применения РТ при МФН состояли в следующем: 1) нормализация функционального состояния сегментарных и супрасегментарных структур двигательной системы, осуществляющих контроль мышечного напряжения; 2) купирование эмоционально-аффективных нарушений и вегетативной дисфункции; 3) трофическое воздействие непосредственно на МФТП, а также другие пораженные отделы опорно-двигательного аппарата, включая позвоночно-двигательные сегменты, суставы и

связки; 4) симптоматическое обезболивание при необходимости.

Также всем спортсменам основной группы проводилась ПИР [5, 13]. Сущность ПИР состоит в сочетании кратковременного изометрического напряжения мышцы минимальной интенсивности с последующим ее пассивным растяжением. В результате циклического выполнения указанных действий мышца расслабляется, купируется ее болезненность. Выбор мышц для воздействия производился по критерию наличия МФТП и тонического напряжения.

Спортсмены обучались комплексу специальных упражнений с использованием техники ПИР, который рекомендовалось выполнять самостоятельно сразу после тренировки и вечером за 1–1,5 часа до сна.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась на основе непара-метрических методов: критерия инверсий, критерия соответствия Пирсона (χ^2) [14].

Результаты исследования и их обсуждение

Спортсмены в основной и контрольной группах редко самостоятельно предъявляли жалобы на спонтанные болевые ощущения в мышцах, даже при наличии значительного количества активных МФТП (соответственно в 11,7% и 13,3% наблюдений, $p > 0,05$).

Наибольшее количество МФТП определяли у легкоатлетов (спринтеров, бегунов на средние дистанции), конькобежцев-спринтеров, лыжников, гребцов, борцов.

Если активные МФТП выявлялись преимущественно в мышцах – двигателях и мышцах – фиксаторах, участвующих в выполнении спортивных упражнений и интенсивно нагружаемых в соответствии со специализацией спортсмена, то такая форма МФН расценивалась нами как локальная. В основной группе локальная форма МФН регистрировалась в 70,6%, а в контрольной – в 73,3% наблюдений ($p > 0,05$).

У меньшей части обследованных (соответственно, в 29,4% и 26,7% наблюдений, $p > 0,05$) определяли распространенную форму МФН, характеризующуюся наличием МФТП в мышечных группах, напрямую несвязанных с выполнением типичных двигательных программ.

Это характеризовало большую тяжесть поражения мышечной системы, и в наших наблюдениях было в основном обусловлено сопутствующей патологией позвоночно-двигательных сегментов с расположением МФТП в паравертебральной мускулатуре на уровне поясничного, грудного или шейного отделов позвоночника.

Показатели МФН в основной и контрольной группах до начала проведения коррекционных мероприятий (обследование 1) достоверно не отличались (табл. 2).

Через 3–4 месяца проведения коррекции МФН (обследование 2, выполнено 1–2 курса РТ и ПИР) выявлено достоверное снижение пМФН в основной группе по сравнению с контрольной ($p < 0,05$). Также установлена статистически значимая положительная динамика

Динамика пМФН у спортсменов основной и контрольной групп (М±m)

№ обследования	Основная группа	Контрольная группа	РО-К
1 – до коррекции МФН	5,7±0,7	5,8±0,9	>0,05
	$P_{1-2} < 0,05$	$P_{1-2} > 0,05$	
2 – через 3–4 месяца коррекции МФН	4,3±0,6	5,9±0,8	<0,05
	$P_{2-3} > 0,05$	$P_{2-3} > 0,05$	
3 – через 11–12 месяцев коррекции МФН	3,5±0,6	6,7±0,7	<0,01
	$P_{1-3} < 0,01$	$P_{1-3} > 0,05$	

пМФН в основной группе между 1 и 2 обследованиями ($p < 0,05$).

Через 11–12 месяцев проведения коррекции МФН (обследование 3, выполнено 3–4 курса РТ и ПИР) определяется значительно различие пМФН в основной и контрольной группах – соответственно 3,5±0,6 балла и 6,7±0,7 балла, $p < 0,01$.

В целом, для основной группы в процессе всего периода наблюдения отмечалась положительная достоверная динамика показателя МФН – от исходных 5,7±0,7 баллов он снизился до 3,5±0,6 баллов, $p < 0,01$. В контрольной группе наоборот регистрировалась отрицательная тенденция к возрастанию показателя МФН – от исходных 5,8±0,9 баллов он повысился до 6,7±0,7 баллов, $p > 0,05$.

Таким образом, МФН у спортсменов локализуется преимущественно в мышцах – двигателях, непосредственно реализующих специальные движения, характерные для определенного вида спорта, и в мышцах – фиксаторах, обеспечивающих удержание крупных сегментов опорно-двигательного аппарата в процессе выполнения спортивных упражнений. Такая форма МФН может быть охарактеризована как локальная. Она специфична для спортивной деятельности и неуклонно возникает при увеличении интенсивности и стажа тренировочных и соревновательных нагрузок.

Реже определяется распространенная форма МФН. Она характеризуется включением отдаленных мышечных групп, непосредственно не участвующих в интенсивной физической работе при выполнении типичных для данного вида спорта упражнений. В наших наблюдениях возникновение распространенной формы МФН было связано с актуальным поражением позвоночно-двигательных сегментов. Появление МФТП при этом обуславливалось развитием продолжительной рефлекторной миофиксации в паравerteбральной мускулатуре на уровне очага ноцицептивной афферентации из соответствующего отдела позвоночника.

Коррекция МФН с применением РТ и ПИР показала высокую эффективность на протяжении всего периода наблюдения в 12 месяцев. Это обусловлено комплексным характером воздействия как на местные, так и на системные механизмы МФН у спортсменов.

Один или два курса коррекционных мероприятий не обеспечат пролонгированный эффект в течение всего

года, так как спортивная деятельность постоянно нагружает опорно-двигательный аппарат и способствует развитию МФН. Поэтому следует отметить важность мониторинга состояния мышечной системы у спортсменов и многократного применения коррекционных воздействий на протяжении длительных интервалов времени.

Заключение

Методы РТ и ПИР не оказывают значимых побочных действий, безопасны при многократном и длительном применении и могут быть рекомендованы к широкому внедрению в практику медико-биологического обеспечения спорта высших достижений.

Список литературы:

1. Белова А.Н. Миофасциальная боль // Неврологический журнал. 2000. № 5. С. 4–7.
2. Иваничев Г.А. Болезненные мышечные уплотнения. Казань, 1990. 157 с.
3. Иваничев Г.А. Миофасциальная боль. Казань, 2007. 392 с.
4. Исмагилов М.Ф., Якупов Р.А., Якупова А.А. Головная боль напряжения. Казань: Медицина, 2001. 132 с.
5. Тревелл Дж. Г., Симонс Д. Г. Миофасциальные боли. Т. 1. / Пер. с англ. М.: Медицина, 1989. 240 с.
6. Бариев М.М. Аухадеев Э.И., Багаутдинов А.Ш., Якупов Р.А. Практика становления и методологические концепции развития научно-методического обеспечения спорта высших достижений в Республике Татарстан // Теория и практика физической культуры. 2009. №1. С. 84–92.
7. Литвиненко А.С., Добровольский О.Б., Куршев В.В., Веселова Л.В., Дятчина Г.В. Влияние экстракорпоральной ударно-волновой терапии на динамику болевого синдрома у спортсменов при заболеваниях опорно-двигательного аппарата // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. №2. С. 32–41.
8. Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т. Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. №3. С. 3–5.
9. Ачкасов Е.Е., Бурова М.Ю., Безуглов Э.Н., Усманова Э.М., Кораблев С.Г., Машковский Е.В., Пашинин О.А. Программа профилактики травм мышц бедра у футболистов юного возраста // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2011. №11. С. 18–22.
10. Иванова Г.Е. Медицинская реабилитация в России. Перспективы развития // Вестник восстановительной медицины. 2013. №5. С. 3–8.
11. Аухадеев Э.И., Тагиев Р.В. Миофасциальный болевой синдром у спортсменов и возможности его лечения. Физическая культура, здравоохранение и образование в свете идей выдающегося врача и педагога В.С. Пирусского // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Томск: Аграф-Пресс, 2007. С. 303–306.
12. Безуглов Э.Н., Ачкасов Е.Е., Усманова Э.М., Куршев В.В., Султанова О.А., Заборова В.А., Суворов В.Г., Седерхольм Л.А. Применение тромбоцитарных факторов роста при лечении повреждений латеральных связок голеностопного су-

става у футболистов // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 31–35.

13. **Якупов Р.А.** Клинико-электронейрофизиологическая характеристика и акупунктурная терапия синдрома хронической боли при заболеваниях периферической нервной системы. Автореф. дис. Казань, 2001. 38 с.

14. **Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б.** Статистика в медицине и биологии: Руководство. В 2-х томах. М.: Медицина, 2000. 764 с.

References:

1. **Belova AN.** Myofascial pain. Neurological journal. 2000;(5):4–7 (in Russian).

2. **Ivanichev GA.** Painful muscle induration. Kazan, 1990. 157 p. (in Russian).

3. **Ivanichev GA.** Myofascial pain. Kazan, 2007. 392 p. (in Russian).

4. **Ismagilov MF, Yakupov RA, Yakupov AA.** Tension headache. Kazan, Medicine, 2001. 132 p. (in Russian).

5. **Travell JG, Simons DG.** Myofascial pain. Moscow, Medicine, 1989. 240 p.

6. **Bariev MM, Auhadeev AI, Bagautdinov AS, Yakupov RA.** The practice of formation and methodological development concept of scientific-methodological maintenance of high performance sport in the Republic of Tatarstan. Theory and practice of physical culture. 2009;(1):84–92 (in Russian).

7. **Litvinenko AS, Dobrovolskiy OB, Kurshev VV, Veselova LV, Dyatchina GV.** Effect of extracorporeal shockwave therapy on the pain syndrome in diseases and injuries. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2014;(2):32–41 (in Russian).

8. **Puzin SN, Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT.** Professionalnye zabolvaniya i in-validnost u professionalnykh sportsmenov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;(3):3–5.

9. **Achkasov EE, Burova MYu, Bezuglov EN, Usmanova EM, Korablev SG, Mashkovskiy EV, Pashinin OA.** Programma profilaktiki travm myshts bedra u futbolstov yunogo vozrasta. Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina. 2011;(11):18–22.

10. **Ivanova GE.** Meditsinskaya reabilitatsiya v Rossii. Perspektivy razvitiya. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny. 2013;(5):3–8.

11. **Auhadeev AI, Taziev RV.** Myofascial pain syndrome in athletes and its treatment. Physical culture, health and education based on ideas of the prominent doctor and teacher Vladislav Stanislavovich Pirusskiy (Materials of All-Russia Research and Practice Conference), Tomsk, Publishing House of Agraf-Press, 2007, 30–306 p. (in Russian).

12. **Bezuglov EN, Achkasov EE, Usmanova EM, Kurshev VV, Sultanova OA, Zaborova VA, Suvorov VG, Sederkholm LA.** The use of platelet-derived growth factors in the treatment of injuries lateral ankle ligaments in football. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(1):31–35 (in Russian).

13. **Yakupov RA.** Clinical electroneurophysiological characteristics and acupunctural treatment of chronic pain syndrome of peripheral nervous system diseases. Kazan, 2001. 38 p. (in Russian).

14. **Medic VA, Tokmachev MS, Fishman BB.** Statistics in medicine and biology: Guidance in two volumes. Moscow, Medicine, 2000. 764 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

Янышева Гульнара Гумеровна – ассистент кафедры реабилитации и спортивной медицины ГБОУ ДПО КГМА Минздрава России, заместитель главного врача ГАУЗ Республиканский центр медицинской профилактики.

Адрес: 420054 г. Казань, ул. Борисковская, д. 84.

Тел.: +7(905)021-39-83.

E-mail: doctorgy@mail.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 03.04.2014

ЙОД И ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ

Н. В. МАНУКЯН, А. С. ОГАНЕСЯН

Республиканский Центр спортивной медицины и антидопинговой службы, Ереван, Армения

Сведения об авторах:

Манукян Наири Владимирович – директор Республиканского Центра спортивной медицины и антидопинговой службы.
Оганесян Арег Спартакович – начальник Антидопинговой службы Армении, профессор, д.б.н.

iodine and physical performance of a ThleTes

N. V. MANUKYAN, A. S. OGANESYAN

Republican Centre of Sports Medicine and Anti-doping Service, Yerevan, Armenia

Information about the authors

Nairi Manukyan – Director of the Republican Centre of Sports Medicine and Anti-doping Service.
Areg Oganesyan – M.D., D.Sc. (Biology), Prof., Head of the Anti-doping Service of Armenia.

Цель исследования: провести сравнительный анализ препаратов «Арменикум капсулы» и «Йод-актив 100» для выявления эффективности и безопасности использования различных доз йода у спортсменов. **Материалы и методы:** выполнено плацебо контролируемое исследование эффективности и безопасности препаратов, содержащих йод в дозе 72 мг («Арменикум капсулы») и 100 мг («Йод-актив 100»), у 105 спортсменов, разделенных на три группы. **Результаты:** изменения, происходящие под влиянием препаратов «Арменикум капсулы», статистически значимо отличаются от изменений, зарегистрированных после курсового приема биологически активной добавки «Йод-актив 100» и плацебо. Наиболее существенная разница отмечена для изменений в уровнях: гемоглобина, эритроцитов, лимфоцитов и иммуноглобулина А, которые после приема препарата «Арменикум капсулы» статистически значимо повышались, тогда как в двух других группах эти показатели практически не изменялись. Величина соотношения тестостерон/кортизол, характеризующая анаболический статус организма, статистически значимо повышалась в группе, принимавшей высокие дозы йода («Арменикум капсулы»). У спортсменов, принимавших низкие дозы йода («Йод-актив 100»), эта величина достоверно снижалась, а в группе плацебо практически не изменялась. Анализ ответов на вопросы, характеризующие степень усталости спортсменов, показал, что использование препарата «Арменикум капсулы» может способствовать снижению степени усталости после физической нагрузки, в отличие от препарата «Йод-актив 100» и плацебо. Курсовой прием «Арменикум капсулы» повышал уровень физической работоспособности, в отличие от плацебо или препарата «Йод-актив 100». **Выводы:** дозы йода 50–100 мг могут повысить физическую работоспособность спортсменов, в отличие от низких доз, содержащихся в биологически активных добавках.

Ключевые слова: йод; спортсмены; работоспособность; гемоглобин; иммуноглобулин А; анаболический статус; степень усталости.

Objective: to compare efficiency and safety of the «Armenicum capsules» and the «Iod-active 100». **Materials and methods:** 105 athletes divided into three groups: group 1 received 72 mg iodine («Armenicum capsules»), group 2 – 100 mg iodine («Iod-active 100»), and group 3 received a placebo. **Results:** The levels of hemoglobin, erythrocytes, lymphocytes and an immunoglobulin A increased in group 1, and did not change significantly in groups 2 and 3. The testosterone/cortisol ratio, which shows the anabolic status of an organism, significantly increased in group 1. This ratio decreased in patients who received Iodine-active, and did not change in the placebo group. A patients' survey showed that the «Armenicum capsules» can promote a decrease in the degree of tiredness after physical work. Treatment with the «Armenicum capsules» raised a level of physical performance, in contrast to placebo or «Iod-active 100». **Conclusions:** 50–100 mg iodine daily can increase a physical performance of athletes, in contrast to the low doses contained in biologically active additives.

Key words: iodide; athletes; work performance; hemoglobin; immunoglobulin A; the anabolic status; fatigue severity scale.

Введение

Начиная с 1940-х по 1990 гг. считалось, что йод представляет определенную опасность для организма, и его прием необходимо строго ограничить. Причиной этого явились работы, опубликованные в 1948 г. Wolff and

Chaikoff по исследованиям радиоактивного йода на крысах, утверждающие, что при поступлении йода в организм, когда его концентрация в крови достигает 0,2 мг/л (10-6М) происходит блокирование синтеза тиреоидных гормонов, вызывая гипотиреозидизм и многие другие за-

болевания [1]. Авторы пришли к заключению, что использование йода в дозе выше 0,2 мг/кг может привести к значительному ухудшению здоровья и даже образованию злокачественных опухолей. Данный феномен получил название эффекта Wolff–Chaikoff и долгие годы являлся основным препятствием к исследованию эффектов йода при его индивидуальном введении. Основной причиной ошибочных выводов Вольфа являлось отсутствие аналитического метода определения йодид аниона в крови, вследствие чего им приходилось использовать радиоактивный йод, который по своим характеристикам является очень токсичным элементом [2, 3].

Только к концу XX века исследования йода как самостоятельного препарата *in vivo* и *in vitro* позволили выяснить его роль в лечении различных заболеваний не только в аспекте лечения болезней щитовидной железы, но и выяснения его экстратироидной функции [4–7]. В частности, в 1993 г. Ghent опубликовал данные о положительном эффекте использования йода в дозе 5 мг у более 1300 больных, страдающих болезнью Шиммельбуша [2]. Дальнейшие исследования показали полное отсутствие токсических эффектов, предсказанных Вольфом при употреблении йода в дозах, выше 0,2 мг/кг [7].

Исследования последних лет, проведенные в основном Гай Абраамом и его коллегами, позволили по-новому взглянуть на роль йода, вернуть ему уже забытое имя «универсального лекарства» и даже назвать «универсальным питательным веществом» (нутриентом) [6]. Результаты клинических испытаний таблеток, содержащих 12,5 мг, и их курсовое введение в дозе 50 мг/сутки, включающие ультрасонографию щитовидной железы, полный врачебный контроль самочувствия и лабораторные анализы крови и мочи, показали высокую эффективность и полную безопасность таблеток, названных затем «Йодорал», которые в настоящее время выпускаются различными американскими фирмами.

Доказано, что лучше всего применять йодные препараты, в которых йод строго дозирован. Особенно популярны и безвредны соединения йода с органическими высокомолекулярными веществами – казеином, крахмалом, декстринами, поливиниловым спиртом и др. В этих соединениях йод называют «умным», так как, выполнив свои функции по восполнению йододефицита в организме, избыточный йод в виде йодидов практически полностью выводится из организма с мочой, то есть нет риска передозировки [8].

К началу XXI века опубликованы более сотни работ о положительном эффекте йода при лечении и профилактике различных заболеваний. К сожалению, работ, посвященных изучению влияния на организм спортсмена, препаратов, содержащих в качестве основного активного ингредиента йод, с анализом биохимического, иммунологического и гормонального статуса, а также работоспособности спортсменов, в доступной нам литературе и интернете не имеется.

В настоящей работе предпринята первая попытка провести сравнительное исследование влияния различных доз йода на физическую работоспособность спортсменов. Основной задачей исследования является сравнительное исследование двух йодсодержащих препаратов: биологически активной добавки «Йод-актив 100», содержащей 100 мкг йода, и капсул «Арменикум», содержащий комплекс йод-декстрин с общим содержанием 72 мг йода в одной капсуле.

Планируется на фоне максимальных физических нагрузок оценивать изменение биохимических, гематологических, иммунологических и гормональных показателей крови, а также физической работоспособности и максимального потребления кислорода у спортсменов под влиянием курсового приема указанных йодсодержащих препаратов.

Последнее позволит, наконец, дать научно обоснованный ответ о целесообразности применения препаратов йодов у спортсменов в период интенсивных физических нагрузок и выявить корреляцию между эффективностью и безопасностью действия йодсодержащих препаратов и концентрацией гормонов щитовидной железы

Цель настоящей работы – провести сравнительный анализ препаратов «Арменикум капсулы» и «Йод-актив 100» для выявления эффективности и безопасности использования различных доз йода у спортсменов.

Материалы и методы

Исследования были проведены на базе Республиканского Центра спортивной медицины и антидопинговой службы Армении в течение 2012–2014 гг. Перед началом исследования каждый участник был устно и письменно ознакомлен с целью и схемой исследования, и им было подписано «Информированное согласие участника исследования».

Для участия в исследовании были приглашены 108 спортсменов мужчин, в том числе 35 легкоатлетов, 35 гребцов и 35 борцов в возрасте от 17 и до 27 лет (средний возраст – 20,05±3,18 лет), имеющие стаж занятий спортом не менее 4 лет, в том числе 18 мастеров спорта международного класса, 79 мастеров спорта и 11 перво-разрядников.

На проведение исследования получено разрешение Этического комитета Ереванского государственного медицинского университета им. М. Гераци (от 13.10.2011, пр. №1). В исследование были включены добровольцы, давшие письменное информированное согласие на участие в исследовании и соответствующие критериям включения/исключения, описанным в «Протоколе исследования».

Спортсмены, соответствующие критериям включения/исключения, были включенные в исследование и рандомизированы в три группы, согласно генератору случайных чисел. Каждому испытуемому, участвующему в исследовании, был присвоен порядковый номер, который соответствует последовательности включения

данного добровольца в исследование и соответствующий идентификационный код.

Спортсмены, рандомизированные в группу «А», принимали препарат «Арменикум капсулы», содержащие 72 мг йода в комплексе с декстринами в дозе 1 капсула в день. В группу «Б» – одну таблетку биологически активной добавки «Йод-Актив 100», содержащей 100 мкг йода в комплексе с белками. В группу «В» – плацебо, представляющее собой капсулы, не отличающиеся по форме, весу и цвету от «Арменикум капсулы» и содержащие муку третьего сорта.

До начала исследований у испытуемых в состоянии покоя измерялась температура тела, кровяное давление и частота сердечных сокращений (ЧСС) и через 5 мин. у спортсменов отбиралась кровь из локтевой вены для проведения биохимических, гематологических и гормональных анализов.

В первый день участники исследования проходили указанные ниже тесты на велоэргометре для определения физической работоспособности. Затем испытуемые принимали препараты в зависимости от того, в какую группу были рандомизированы. В течение последующих 14 дней каждый день испытуемые принимали препараты примерно в 900 час, сразу после окончания завтрака, за 1 час 30 мин. до тренировки. По окончании курса, на 15 день после начала испытания, спортсмены проходили процедуры, аналогичные с первым днем испытания.

Перед началом и после окончания исследования, через 10–15 мин. после окончания тренировки участники отвечали на вопросы указанные в самом известном и валидированном вопроснике по определению степени усталости (Fatigue Severity Scale) [9, 10]. Вопросник включал в себя 9 вопросов, анализ ответов на которые позволяет в высокой точностью определить степень усталости испытуемого.

Участники исследования имели следующий режим тренировки: Первый день – тренировка с интенсивностью 90% от максимальной, затем 13 дней – тренировка с интенсивностью 75% от максимальной и в последний день – тренировка с интенсивностью 90% от максимальной. Между первой и второй неделей отдых составил 1 день. Интенсивность тренировки определялась по ЧСС и концентрации лактата крови.

Для проведения нагрузочного теста в первый и последний день испытания применялся велоэргометр «Concept 2 Indoor Rower» Concept2 CTS, Inc. 105A Industrial Park Drive, Morrisville, VT 05661 USA). Для определения уровня общей физической работоспособности был использован велоэргометрический тест в модификации В.Л. Карпмана [11] со ступенчато-возрастающей нагрузкой согласно следующей методике:

1. Определение ЧСС в условиях мышечного покоя в положении сидя

2. Первая нагрузка. Продолжительность 5 мин., мощность работы 500 кгм/мин.

3. Определение у испытуемого ЧСС при первой нагрузке в течение заключительных 30 сек. работы.

4. Трехминутная пауза (отдых) между первой и второй нагрузкой.

5. Вторая нагрузка. Мощность работы 1300 кгм/мин.

6. Определение у испытуемого ЧСС при второй нагрузке в течение заключительных 30 сек. работы.

За 30 сек. до окончания первой нагрузки измерялась частота сердечных сокращений. Перед второй нагрузкой спортсмены имели обязательный трехминутный отдых, в течение которого показатели ЧСС возвращаются практически в исходный уровень. Мощность работы во время второго нагрузочного теста определялась в зависимости от мощности первой нагрузки и частоты сердечных сокращений во время ее выполнения. Продолжительность работы – 5 минут. Определение ЧСС за 30 сек. до окончания второй нагрузки.

Физическую работоспособность оценивали по абсолютным величинам (PWC_{170} абс., Вт) по формуле:

$$PWC_{170} \text{ (кгм/мин)} = W1 + (W2 - W1) \times \frac{170 - f1}{f1 > f2},$$

где $W1$ и $W2$ – соответственно мощности первой и второй нагрузок (кгм/мин); $f1$ и $f2$ – частота сердечных сокращений в конце первой и второй нагрузки.

Биохимические показатели определяли на биохимическом анализаторе «Stat Fax 300» (Германия) с использованием наборов реактивов «Awareness Technology Inc» (USA). Определение гематологических параметров на гематологическом анализаторе Automated Hematology Analyzer роСН-100i «Sysmex Corporation, Cobe, Japan», эндокринологических на универсальном анализаторе «Roche Diagnostics Cobas e 411».

Статистический анализ выполнен при помощи компьютерной программ Statistic for Windows версия 6.0, Graph Pat Prism 3.03 и Microsoft Excel 2003. Для сравнения количественных признаков между группами, не удовлетворяющих условиям нормального распределения, использовался непараметрический критерий Крускал-Валлиса с сравнительным анализом и поправкой Дуннса (Kruskal-Wallis non-parametric one way ANOVA rank order test, with post hoc Dunn's Multiple Comparison Test). При удовлетворении условиям нормального распределения использовали независимый односторонний ANOVA тест с использованием поправкой Тукея (One-way independent measures ANOVA with Tukkey's Multiple Comparison Test). То же касается парных критериев, применявшихся для сравнения переменных в каждой экспериментальной группе до и после нагрузки, где использовался непараметрический критерий Вилкоксона (Wilcoxon signed rink test) и непарный или парный t-тест, соответственно.

Для проведения сравнительного анализа эффективности препарата «Йод-актив 100» и «Арменикум капсулы» использовали величины разницы в исследованных показателях полученных после и до приема препаратов.

Сравнение проводили для показателей, которые достоверно изменялись при приеме «Арменикум капсулы».

Двустороннее тестирование гипотез проводилось при уровне значимости 0,05. Анализ был проведен после полного сбора данных. В анализ были включены результаты анализа всех испытуемых, включенных в исследование. Все статистические анализы проводились с использованием 95% доверительного интервала. Статистически достоверными считались различия при значении $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В ходе испытания 5 спортсменов выбыли из исследования в связи с невозможностью продолжать тренировки из-за полученных в процессе тренировок травм, так как занятия спортом были обязательной критерием исследования. Таким образом, количество спортсменов завершивших исследования составило в группе «Арменикум капсулы» – 34 спортсмена, группа «Йод-актив 100» – 35 спортсменов, группа плацебо – 30 спортсменов (табл. 1).

Сравнение демографических данных не выявило статистически значимых различий между группами. В ходе исследований у испытуемых не выявлено каких-либо побочных явлений и реакций. Не зарегистрировано также и жалоб на плохое самочувствие.

Результаты исследований показали, что во всех исследуемых группах не отмечено отклонений от нормы в результатах ЭКГ в покое и после проведения теста велоэргометрии.

Сравнение гематологических и биохимических показателей крови спортсменов до и после приема исследуемых препаратов показало следующие результаты: исходные значения показателей крови и физической работоспособности во всех исследуемых группах были примерно одинаковы, и отмеченные различия были статистически незначимы (табл. 2).

Во всех исследуемых группах изменения в уровнях гематокрита, тромбоцитов, лейкоцитов, нейтрофилов, скорости оседания эритроцитов, калия, кальция и натрия крови, белков крови, уровней АЛТ, АСТ, ГГТ, глюкозы, креатинина, молочной кислоты, мочевины,

билирубина, щелочной фосфатазы, холестерина, триглицеридов, Т3, свободного и общего Т4 и тестостерона до и после приема исследуемых препаратов были статистически не значимы и оставались в пределах нормы. Наиболее существенные изменения произошли в показателях крови, приведенных в таблице 2.

Сравнительный анализ показал, что изменения, происходящие под влиянием препаратов «Арменикум капсулы», статистически значимо отличаются от изменений, зарегистрированных после курсового приема биологически активной добавки «Йод-актив 100» и плацебо. Наиболее существенная разница отмечена для изменений в уровнях, гемоглобина, эритроцитов и лимфоцитов, которые после приема препарата «Арменикум капсулы», статистически значимо повышались, тогда, как в двух других группах эти показатели практически не изменялись. Уровень иммуноглобулина А статистически значимо повышался только в группе Арменикума и снижался в группе плацебо, а в третьей группе увеличивался статистически незначимо. Концентрация инсулина после приема препаратов повышалась во всех группах, однако статистически значимые отличия были отмечены только у спортсменов, принимавших «Арменикум капсулы».

Величина соотношения тестостерон/кортизол, характеризующая анаболический статус организма, статистически значимо повышалась в группе, принимавшей высокие дозы йода («Арменикум капсулы»). В то же время у спортсменов, принимавших низкие дозы йода («Йод-актив 100»), эта величина достоверно снижалась, а в группе плацебо практически не изменялась. Причиной этого явления было резкое изменение уровня кортизола – достоверное снижение его концентрации в группе, принимавшей «Арменикум капсулы», и повышение в группе «Йод-актив 100».

Анализ ответов на вопросы, характеризующие степень усталости спортсменов, показал, что высокие использование препарата «Арменикум капсулы» может способствовать снижению степени усталости после физической нагрузки, в отличие от «Йод-актив 100» и плацебо. Изменения в показателях физической работоспособности были диаметрально противоположны. Если

Таблица 1

Сравнение демографических и физических показателей спортсменов в исследуемых группах до и после приема исследуемого препарата (средние значения \pm std.ошибка)

Показатели	Среднее значение \pm Стд. ошибка			P		
	Арменикум	Йод-Актив	Плацебо	Арменикум vs Плацебо	Арменикум vs Йод-Актив	Йод-Актив vs Плацебо
Количество спортсменов (до/ после)	35/34	35/35	34/30			
Возраст, г	21,32 \pm 4,49	19,74 \pm 3,5	22,690 \pm 5,4	> 0,05	> 0,05	> 0,05
ИМТ кг/м ²	25,31 \pm 2,15	24,18 \pm 1,27	24,42 \pm 1,75	> 0,05	> 0,05	> 0,05
ЧСС (уд/мин)	68,66 \pm 0,51	68,42 \pm 0,74	70,05 \pm 0,62	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Таблица 2

Внутригрупповые и межгрупповые изменения показателей крови под влиянием курсового приема исследуемых препаратов

Показатели Препараты	Среднее значение ± Стд.ошибка			P		
	Арменикум	Йод-Актив	Плацебо	Арменикум vs Плацебо	Арменикум vs Йод-Актив	Йод-Актив vs Плацебо
Количество спортсменов (до/после)	35/34	35/35	34/30			
Гемоглобин, г/л						
Исходное	156,3 ± 1,163	158,8 ± 1,090	155,8 ± 1,69	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	163,0 ± 0,802	157,7 ± 1,092	156,4 ± 1,28	<0,01**	<0,001**	> 0,05
Разница	-6,645 ± 1,421	1,119 ± 1,543	-0,605 ± 2,18	<0,01**	<0,001***	> 0,05
P	<0,0001***	0,4211	0,759			
Эритроциты, x10¹² кл/л						
Исходное	5,103 ± 0,054	4,965 ± 0,044	5,108 ± 0,067	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	5,561 ± 0,044	4,962 ± 0,039	5,090 ± 0,060	<0,001***	<0,001***	> 0,05
Разница	-0,457 ± 0,07	0,003 ± 0,059	0,018 ± 0,09	<0,001***	<0,001***	> 0,05
P	<0,0001***	0,9169	0,8431			
Лимфоциты, %						
Исходное	31,49 ± 1,375	28,57 ± 0,913	31,78 ± 1,656	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	37,06 ± 1,062	29,45 ± 0,927	31,62 ± 1,649	<0,01***	<0,001***	> 0,05
Разница	-5,567 ± 1,745	-0,877 ± 1,30	0,154 ± 2,352	<0,001***	> 0,05	> 0,05
P	0,0002***	0,0063**	0,9479			
Иммуноглобулин А, мг/дл						
Исходное	143,9 ± 5,554	150,2 ± 4,475	152,7 ± 7,319	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	182,9 ± 6,114	154,6 ± 4,730	141,4 ± 5,222	<0,001***	<0,001***	> 0,05
Разница	-38,99 ± 8,250	-4,347 ± 6,51	11,33 ± 9,271	<0,001***	<0,01**	> 0,05
P	<0,0001***	0,1216	0,2264			
Инсулин, мМЕ/л						
Исходное	15,09 ± 0,4511	15,96 ± 0,785	15,08 ± 0,722	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	21,76 ± 0,9831	16,88 ± 0,833	15,59 ± 0,969	<0,001***	<0,001***	> 0,05
Разница	-6,677 ± 1,071	-0,920 ± 1,14	-0,506 ± 1,18	<0,001***	<0,001***	> 0,05
P	<0,0001***	0,1893	0,6719			
Кортизол, нмоль/л						
Исходное	299,3 ± 11,30	274,2 ± 5,861	290,9 ± 10,60	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	238,5 ± 13,35	303,1 ± 6,095	324,9 ± 14,71	<0,001***	<0,001***	> 0,05
Разница	60,78 ± 17,45	-28,94 ± 8,45	-33,98 ± 17,8	<0,001***	<0,001***	> 0,05
P	<0,0001***	<0,0001***	0,0607			
Тестостерон/Кортизол, %						
Исходное	6,014 ± 0,352	6,319 ± 0,151	6,357 ± 0,355	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	7,884 ± 0,485	5,708 ± 0,176	6,156 ± 0,420	<0,01**	<0,001***	> 0,05
Разница	-1,870 ± 0,597	0,610 ± 0,232	0,201 ± 0,546	<0,001***	<0,001***	> 0,05
P	<0,0001***	<0,0001***	0,7145			

* – степень достоверности

прием «Арменикум капсулы» повышал этот показатель, то прием плацебо или препарата «Йод-актив 100» никак не влиял на него, и даже наблюдалось статистически незначимое уменьшение работоспособности к концу исследования (табл. 3).

Таким образом, можно заключить, что в отличие от препарата «Арменикум капсулы», курсовое применение биологически активной добавки «Йод-актив 100» практически не влияет на физическую работоспособность спортсменов. Можно предположить, что низкие дозы йода не могут восполнить потери йод аниона, который интенсивно выделяется потом во время проведения спортивных тренировок. Кроме того, доза 100 мкг не приводит к повышению гемоглобина и соотношения тестостерон/кортизол, повышение которых позволяет легче переносить физические нагрузки.

Выводы

В заключение необходимо отметить, что полученные данные позволяют предположить, что дозы йода 50–100 мг, рекомендованные американскими и русскими учеными, на основе исследований, согласно требованиям принципов доказательной медицины [6, 10], могут помочь спортсменам, в отличие от низких доз, содержащихся в биологически активных добавках.

Список литературы:

1. Wolff B.J., Chaikoff I.L. Plasma inorganic iodid as homeostatic regulator of thyroid function // J. Biol. Chem. 1948. Vol.174. P. 555–564.
2. Abraham G.E. The historical background of the iodine project // The original Internist. 2005. Vol. 12, №2. P. 57–66.
3. Абрамян А.Г., Оганесян А.С. Препараты йода и их использование в медицине XXI века // Медицинская наука Армении. 2009. Т.XLIX, № 4. С. 3–14.

4. Eskin O. Iodine and mamary cancer // Adv. Exp. Med. Biol. 1977. Vol. 91. P. 293–304.
5. Venturi S., Donati F., Venturi M., Venturi A., Grossi H., Guidi A. Role of iodine evolution and carcinogenesis of thyroid, breast and stomach // Adv. Clin. Path. 2000. Vol. 4. P. 11–17.
6. Abraham G.E. Iodine: The universal nutrient // Townsend Letter. 2005. Vol. 269. P. 85–88.
7. Abraham G.E. The history of iodine in medicine. Part I: From discovery to essentiality // The original Internist. 2006. Vol. 13, №1. P. 29–36.
8. Мохнач И.В. Йодвысокополимеры и биологические возможности организма. Ленинград: Наука, 1979. 353 с.
9. Krupp L.B., LaRocca N.G., Muir-Nash J., Steinberg A.D. The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus // Arch. Neurol. 1989. Vol. 46. P. 1121–1123.
10. Neuberger G.B. Measures of Fatigue. Arthritis & Rheumatism // Arthritis Care & Research. 2003. Vol. 49, №5. P. 175–183.
11. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине. М.: «ФиС», 1984. 311 с.

References:

1. Wolff B.J., Chaikoff I.L. Plasma inorganic iodid as homeostatic regulator of thyroid function. J. Biol Chem. 1948;174:555–564.
2. Abraham GE. The historical background of the iodine project. The original Internist. 2005;12(2):57–66.
3. Abraamyan AG., Oganesyanyan AC. Preparaty yoda i ikh ispolzovanie v meditsine XXI veka. Meditsinskaya nauka Armenii. 2009;XLIX(4):3–14.
4. Eskin O. Iodine and mamary cancer. Adv. Exp Med Biol. 1977;91:293–304.
5. Venturi S, Donati F, Venturi M, Venturi A, Grossi H., Guidi A. Role of iodine evolution and carcinogenesis of thyroid, breast and stomach. Adv. Clin. Path. 2000;4:11–17.

Таблица 3

Внутригрупповые и межгрупповые изменения степени усталости и физической работоспособности спортсменов под влиянием курсового приема исследуемых препаратов

Показатели Препараты	Среднее значение ± Стд.ошибка			P		
	Арменикум	Йод-Актив	Плацебо	Арменикум vs Плацебо	Арменикум vs Йод-Актив	Йод-Актив vs Плацебо
Количество спортсменов (до/после)	35/34	35/35	34/30			
Средняя величина суммы очков при ответах на вопросник «Степень усталости»						
Исходное	3,124 ± 0,087	3,146 ± 0,08	3,035 ± 0,071	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	2,663 ± 0,082	3,175 ± 0,08	3,048 ± 0,076	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Разница	0,460 ± 0,120	-0,028 ± 0,11	-0,013 ± 0,103	<0,001***	<0,001**	> 0,05
P	0,0003***	0,5405	0,8993			
Физическая работоспособность (PWC₁₇₀), кгм/мин						
Исходное	1254 ± 13,51	1245 ± 21,79	1227 ± 21,36	> 0,05	> 0,05	> 0,05
После курса	1337 ± 49,40	1217 ± 12,64	1212 ± 20,30	<0,01**	<0,05	> 0,05
Разница	-83,61 ± 50,58	28,52 ± 25,19	15,05 ± 29,76	> 0,05*	> 0,05*	> 0,05
P	0,0435*	0,494	0,6778			

* - степень достоверности

6. **Abraham GE.** Iodine: The universal nutrient. *Townsend Letter.* 2005;269:85–88.

7. **Abraham GE.** The history of iodine in medicine. Part I: From discovery to essentiality. *The original Internist.* 2006;13(1):29–36.

8. **Mokhnach IV.** *Odvysokopolimery i biologicheskie vozmozhnosti organizma.* Leningrad, Nauka, 1979. 353 p. (in Russian).

9. **Krupp LB., LaRocca NG., Muir-Nash J, Steinberg AD.** The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Arch Neurol.* 1989;46:1121–1123.

10. **Neuberger GB.** Measures of Fatigue. *Arthritis & Rheumatism. Arthritis Care & Research.* 2003;49(5):175–183.

11. **Karpman VL.** *Testirovanie v sportivnoy meditsine.* Moscow, «FiS», 1984. 311 p. (in Russian).

Ответственный за переписку:

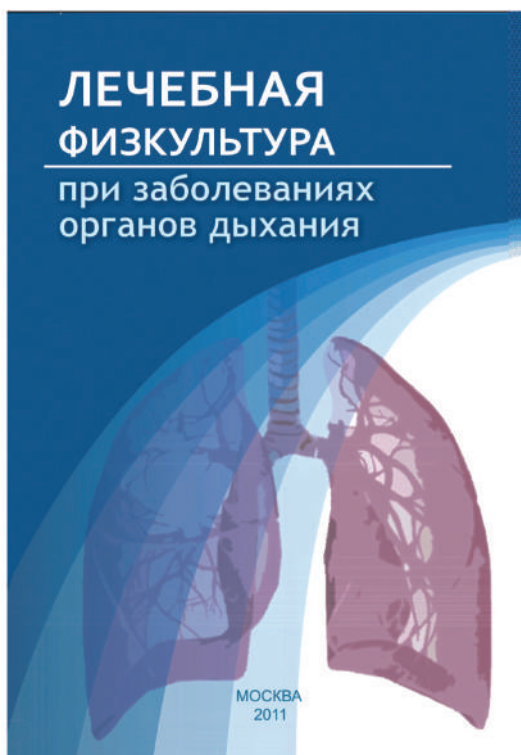
Оганесян Арег Спартакович – начальник Антидопинговой службы Армении, профессор, д.б.н.

Тел.: +3(749)428-20-18.

E-mail: areg@armnado.

Дата поступления статьи в редакцию: 09.04.2014

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



Авторы:

**Ачкасов Е. Е., Талабум Е. А., Хорольская А. Б.,
Руненко С. Д., Султанова О. А., Красавина Т. В.,
Мандрик Л. В.**

Учебное пособие соответствует учебной программе по лечебной физической культуре для студентов медицинских вузов.

В работе изложены современные принципы и методы применения средств лечебной физкультуры в комплексном лечении и профилактике болезней органов дыхания, рассмотрены общие вопросы медицинской реабилитации пациентов с бронхолегочными заболеваниями и лечебная гимнастика при отдельных нозологических формах с примерными комплексами упражнений.

Учебное пособие предназначено для студентов лечебных и педиатрических факультетов медицинских вузов.

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальностям:

060101 65 — Лечебное дело и 060103 65 — Педиатрия

**Книги можно заказать в редакции журнала по телефону:
8 (499) 248-48-44 или по e-mail: sportmed@lenta.ru**

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СПОРТСМЕНОВ-ПАРАЛИМПИЙЦЕВ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА ПО СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

Г. З. ИДРИСОВА

ФГБОУ ВПО Национальный Государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта Минспорта России, Санкт-Петербург, Россия

Сведения об авторах:

Идрисова Гузель Зубаировна – ведущий специалист Паралимпийского Комитета России, профессор кафедры физической реабилитации Института адаптивной физической культуры ФГБОУ ВПО НГУ физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта Минспорта России, к.м.н.

Functional classification of paralympic athletes in the practice of a sports medicine physician

G. Z. IDRISOVA

Lesgaft National State University of Physical Education, Sports and Health, St. Petersburg, Russia

Information about the authors:

Guzel Idrisova – M.D., Ph.D. (Medicine), Senior Expert of the Russian Paralympic Committee, Prof. of the Physical Rehabilitation Department of the Adaptive Physical Education Institute of the Lesgaft National State University of Physical Education, Sports and Health.

В лекции представлена история развития классификации спортсменов в Паралимпийском движении; исторические причины перехода от медицинской классификации к спортивно-функциональной классификации; цель и основные функции классификации; описание классификаторов в различных видах адаптивного спорта; определение допустимых типов поражений в Паралимпийском движении; роль и ответственность врача по спортивной медицине в функциональной классификации спортсменов-паралимпийцев.

Ключевые слова: Паралимпийское движение; адаптивный спорт; спортсмен; инвалид; функциональная классификация; Классификационный Кодекс МПК; классификатор; допустимый тип поражения.

The lecture represents the history of the classification of athletes in the Paralympic Movement; the historical reasons for the transition from the Medical classification to the Sport-specific Functional classification; the goal and the main features of the Functional classification; description of classifiers in the various types of the adaptive sports; definition of the Eligible Impairments types in the Paralympic Movement; the role and responsibility of the Doctor in Sports Medicine in field of the Functional classification of the Paralympic athletes.

Key words: Paralympic Movement; adaptive sports; athlete; disabled; functional classification; IPC Classification Code; classifier; the eligible impairments types.

В паралимпийском движении принимают участие спортсмены-инвалиды различных категорий – спортсмены с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА), спортсмены с нарушением зрения, спортсмены с нарушением интеллекта. При этом в каждой из категорий могут быть различные степени поражения частей тела или функций организма. Кроме того, в большинстве случаев, в каждой отдельной сборной команде по паралимпийским видам спорта представлены спортсмены-инвалиды с различными диагнозами, что вызывает

трудности у врача по спортивной медицине при осуществлении медицинского обеспечения и контроля за состоянием здоровья спортсменов-паралимпийцев. Однако наибольшие трудности в результате такого разнообразия нозологических форм возникают при организации и проведении соревнований по видам и дисциплинам адаптивного спорта, в соответствии с чем, возникла необходимость распределения спортсменов-инвалидов на спортивные классы в зависимости от их функциональных возможностей, что и называется функциональной

классификацией. Классификация обеспечивает справедливые условия соревнований и одинаковый уровень всех соревнующихся. Классификация спортсменов применяется не только в адаптивном спорте, но и среди здоровых спортсменов, например, в разных видах единоборств спортсменов распределяют на весовые категории. Вместе с тем, функциональная классификация является уникальной и неотъемлемой частью адаптивного спорта.

Цель функциональной классификации – обеспечить справедливые условия соревнования путем формирования однородных групп спортсменов-инвалидов по их функциональным возможностям. Это означает, что спортсмены, относящиеся к различным нозологическим группам (например, спортсмен с ампутированными нижними конечностями и спортсмен с нижней параплегией в результате травмы спинного мозга) могут оказаться в одном спортивном классе, так как они имеют одинаковые функциональные возможности (рис.1).

Классификация выполняет две основные функции: определение пригодности спортсмена для участия в соревнованиях и распределение спортсменов по спортивным классам. К участию в соревнованиях по паралимпийским видам спорта могут быть допущены только те спортсмены, которые отвечают требованиям классификации в своих видах спорта и получили личный спортивный класс и статус.

Первое упоминание о классификации в адаптивном спорте появляется в книге Джоан Скрутон «Сток-Мандевиль: Дорога к Паралимпиаде», где она впервые говорит о необходимости обеспечения справедливых условий соревнований на очередных ежегодных Сток-Мандевильских играх 1955 года. На этих соревнованиях спортсмены в баскетболе были разделены на два класса: (А) для спортсменов с полным поражением спинного мозга и (В) для спортсменов с неполным поражением спинного мозга.

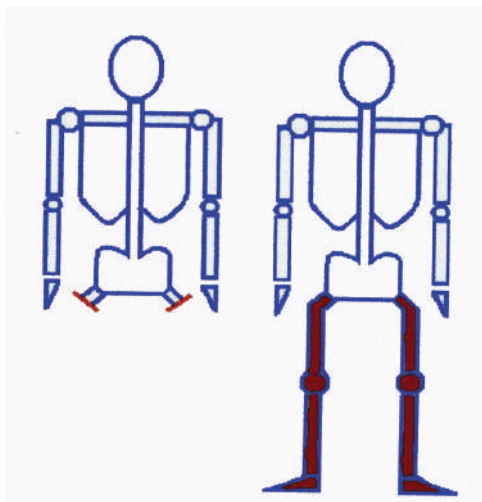


Рис. 1. Слева – ампутация нижних конечностей, справа – нижняя параплегия в результате травмы спинного мозга

В июле 1948 года, когда доктор Людвиг Гуттман организовал первые игры для людей с повреждениями опорно-двигательного аппарата, он рассматривал их, как элемент реабилитационного процесса, вследствие чего, первые годы Паралимпийского движения классификация проводилась на медицинской основе. Организационная структура медицинской классификации отражала структуру реабилитационного госпиталя, поэтому в ней были выделены отдельные классы для людей с травмами спинного мозга (8 классов), отдельно для людей с ампутациями (9 классов), отдельно для людей с неврологическими заболеваниями (8 классов) и прочими ортопедическими состояниями (6 классов). Если учесть наличие трех классов спортсменов с поражением зрения (B1, B2, B3), а также по одному классу в спорте лиц с интеллектуальными нарушениями и спорту глухих, то получается 36 классов спортсменов, занимающихся адаптивным спортом. При этом необходимо учитывать, что в соответствии с медицинской классификацией, у спортсмена был один спортивный класс во всех видах спорта, установленный на основании его диагноза, поэтому в каждом виде спорта могло быть около 30 спортивных классов.

Однако дальнейшее развитие Паралимпийского движения, вовлечение в него все большего числа спортсменов с самыми разными диагнозами, расширение перечня допустимых диагнозов требовало постоянного увеличения числа классов, что приводило к увеличению трудоемкости и затратности проведения соревнований. Кроме того, при большом количестве классов была низкая конкуренция внутри классов, что делало легкодоступным завоевание медалей и установление рекордов Мира. Указанные факторы потребовали разработки принципиально нового подхода к классификации спортсменов в адаптивном спорте, вследствие чего и была создана функциональная система классификации, которая впервые была применена на Паралимпийских играх в Барселоне в 1992 году. Она позволила сократить общее число классов и объединить в рамки одного класса спортсменов с разными диагнозами, но с одинаковыми функциональными возможностями по конкретным видам спорта. Таким образом, именно функциональные возможности спортсмена стали основанием для распределения их на классы. Функциональная классификация зависит не только от вида и тяжести поражения спортсмена, но и от особенностей вида спорта. Поэтому в каждом конкретном виде спорта каждому спортсмену устанавливается отдельный спортивный класс.

С целью стандартизации принципов и методов проведения классификации Международным Паралимпийским Комитетом (МПК) в ноябре 2007 г. был принят Классификационный Кодекс МПК, который распространяется на все виды спорта в рамках Паралимпийского движения и является руководством на всех уровнях классификации – международном уровне, национальном уровне страны и на уровнях субъектов

РФ. Кодекс определяет политику и методики, общие для всех видов спорта и устанавливает принципы, которые должны применяться во всех видах спорта в Паралимпийском движении и является основным регламентирующим документом в области классификации спортсменов. В соответствии с Классификационным Кодексом МПК каждая Международная Федерация (МФ) по виду спорта должна разработать и иметь свои собственные классификационные правила, в которых должны быть четко определены минимальные критерии годности для участия в данном виде спорта на основе специфических задач, необходимых для соревновательной деятельности по виду спорта. Как следствие, спортсмен с одним и тем же поражением может соответствовать критериям годности для одного вида спорта, но не иметь право соревноваться в другом виде спорта. Таким образом, Кодексом четко определена спортивная направленность классификации, в связи с этим теперь классификацию на английском языке называют «спорт-специфичной». В русскоязычной терминологии наряду с новым термином «спортивно-функциональная» классификация по-прежнему широко применяется термин «функциональная» классификация (рис. 2).



Рис. 2. История развития классификации в Паралимпийском движении

Важнейшим классификационным признаком в адаптивном спорте, позволяющим провести разграничительную линию между теми, кто может участвовать в соревнованиях по различным его видам и кто – нет, является наличие у спортсмена минимального критерия годности, то есть минимального уровня поражения, приводящего к постоянному и могущему быть доказанным ограничению активности. Если такого уровня поражения нет, то спортсмен не допускается к соревновательной деятельности в инвалидном спорте.

Процессом определения минимального критерия годности и дальнейшего распределения спортсменов на классы занимаются классификаторы - лица, наделенные МФ полномочиями оценивать возможности спортсмена для участия в соревнованиях. Классификационным Кодексом регламентируется ведущая роль Международных Федераций и Национальных Паралимпийских Комитетов в организации и проведении классификации

спортсменов, обучении и сертификации классификаторов по видам спорта в соответствии с Кодексом МПК и Международными Стандартами. Следует отметить, что в России на федеральном уровне данная работа реализуется Паралимпийским Комитетом России (ПКР) и Всероссийскими Федерациями по паралимпийским видам спорта – Федерация спорта лиц с ПОДА, Федерация спорта слепых, Федерация спорта ЛИН, Федерация футбола лиц с ЦП. Паралимпийский Комитет России совместно с Федерациями проводит обучающие семинары по подготовке классификаторов по разным видам и дисциплинам адаптивного спорта для тренеров, врачей и других специалистов.

В настоящее время все паралимпийские виды спорта применяют функциональную систему классификации, кроме видов спорта слепых, которые по-прежнему используют систему классификации, основанную на медицинских показателях (острота зрения, поля зрения, результаты ретинографии и т.д.). Классификаторами в спорте слепых являются врачи офтальмологи, которые определяют степень нарушения зрения и распределяют всех спортсменов с нарушением зрения на три класса вне зависимости от вида спорта. По такой же системе, основанной на медицинских показателях, строится классификация глухих спортсменов, но они участвуют не в Паралимпийском, а в Сурдлимпийском движении. Классификаторами в спорте глухих являются аудиологи, которые определяют степень нарушения слуха, на основе данных аудиограммы, и определяют годность спортсмена к участию в соревнованиях, так как Международным комитетом спорта глухих определен только один спортивный класс (годен-негоден).

Классификация лиц с нарушением интеллекта является спортивно-функциональной, то есть, несмотря на наличие минимального критерия годности в спорт лиц с нарушением интеллекта, спортсмен должен пройти психологическое тестирование в соответствии с видом спорта. Например, спортсмен с нарушением интеллекта может быть пригоден в легкую атлетику (бег), но не подходит для участия в соревнованиях по настольному теннису, так как там требуются другие поведенческие и прочие навыки. Классификацией в спорте лиц с нарушением интеллекта занимаются психологи.

Классификация спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата также является спортивно-функциональной. Процесс функциональной классификации спортсменов-паралимпийцев с поражением опорно-двигательного аппарата состоит из трех этапов:

- физическое тестирование
- техническое тестирование в соответствии с видом спорта
- наблюдение во время соревнований

Физическая оценка спортсмена проводится врачом, владеющим мануальными методиками тестирования, включающими измерение силы мышц, объема движений в суставах, уровня спастичности, нарушений координации,

измерений длины костей тела по анатомическим ориентирам и пр. Наиболее успешными являются врачи по спортивной медицине и ЛФК, травматологи-ортопеды, неврологи, которые в силу своей специальности хорошо владеют указанными методиками. Техническое тестирование проводится тренером/специалистом по физической культуре и спорту или по адаптивной физической культуре и спорту, который знает правила и особенности данного вида спорта.

В случае если спортсмен не имеет минимального критерия годности по данному виду спорта, то это не означает, что он не является инвалидом. Глубина поражения не должна вызывать сомнения, однако некоторые поражения не вписываются в систему классификации, например, не допускаются к соревнованиям по паралимпийским видам спорта инвалиды с дисфункцией, которую сложно измерить: дисфункция внутреннего органа или его отсутствие; общее хроническое заболевание; возрастной износ суставов; остеохондроз; ожирение; психиатрические состояния; кожные заболевания и пр.

Функциональная классификация спортсменов постоянно совершенствуется, проводятся исследования, разрабатываются более точные и объективные методики определения спортивных классов, вносятся изменения в нормативно-правовые документы по вопросам классификации. Так, в 2013 г. с целью сохранения единого универсального подхода к учету специфики конкретных поражений спортсменов МПК утвердил 10 типов поражений, при наличии которых спортсмен имеет право принимать участие в соревнованиях по паралимпийским видам спорта. При этом каждая МФ уполномочена самостоятельно определять, какие из этих 10 типов поражений считать допустимыми в данном виде спорта. В некоторых видах спорта представлены все типы поражений (например, плавание, легкая атлетика), другие виды спорта ограничили одним или несколькими типами поражений (голбол, бочча).

Терминология типов поражений принята в полном соответствии с Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) Всемирной организации здравоохранения (Всемирная организация здравоохранения, Женева, 2001).

Допустимые типы поражений в Паралимпийском спорте

1. **Нарушение мышечной силы** – определяется снижением мышечной силы, создаваемой сокращением мышцы или группы мышц, таких как мышцы одной конечности, одной стороны тела или мышцы нижней половины тела. Примеры состояний, включенных в эту категорию: параплегия, квадриплегия, мышечная дистрофия, последствия полиомиелита, Spina bifida.

2. **Нарушение диапазона** пассивных движений – уменьшение диапазона движений в одном или более суставах, например, вследствие заболевания артрогри-

позом. Однако, гипермобильность суставов, нестабильность суставов, а также острые состояния, приводящие к снижению диапазона движений, такие как артрит, не считаются «допустимыми поражениями».

3. **Дефицит конечности** – это полное или частичное отсутствие костей или суставов в результате травмы (например, травматическая ампутация), заболевания (например, рак кости) или врожденного дефицита конечности (например, дисмелия).

4. **Разница длины нижних конечностей** – укорочение костей одной нижней конечности в результате врожденного недоразвития или травмы.

5. **Низкий рост** – высота роста в положении стоя уменьшена в связи с аномальными размерами костей верхних и нижних конечностей или туловища, например в результате ахондроплазии или дисфункции гормона роста.

6. **Гипертонус мышц** – это состояние, характеризующееся аномальным повышением мышечного напряжения и уменьшенной способностью мышцы растягиваться. Гипертонус мышц может быть результатом травмы, болезни или состояний, которые включают повреждение центральной нервной системы. Когда такое состояние возникает у детей в возрасте до 2 лет, то часто используется термин церебральный паралич, но оно также может быть результатом повреждения головного мозга (например, инсульт, травма) или рассеянного склероза.

7. **Атаксия** – является неврологическим признаком и симптомом, который проявляется отсутствием координации мышечных движений. Когда такое состояние возникает у детей в возрасте до 2 лет, то часто используется термин церебральный паралич, но оно также может быть результатом повреждения головного мозга (например, инсульт, травма) или рассеянного склероза.

8. **Атетоз** – характеризуется произвольными патологическими движениями и трудностью в поддержании симметричного положения тела. Когда такое состояние возникает у детей в возрасте до 2 лет, то часто используется термин церебральный паралич, но оно также может быть результатом повреждения головного мозга (например, инсульт, травма). Атетоз может варьировать от легкой до тяжелой степени двигательной дисфункции.

9. **Нарушение зрения** – зрение может быть нарушено как в результате поражения структуры глаза, оптических нервов или оптических путей, так и в результате поражения зрительной коры головного мозга.

10. **Нарушение интеллекта** – нарушение интеллекта характеризуется ограничением интеллектуального функционирования и адаптивного поведения, выраженных в концептуальных, социальных и практических адаптивных навыках. Это нарушение возникает в возрасте до 18 лет.

Наличие допустимого типа поражения это необходимый, но не единственный критерий участия в соревнованиях по паралимпийским видам спорта. Наличие поражения может предоставлять спортсмену право уча-

ствовать в соревнованиях только в том случае, если оно вызывает ограничение спортивной деятельности в этом виде спорта – минимальный критерий годности, о котором было сказано выше.

На сегодняшний день на уровне субъектов Российской Федерации все еще остаются актуальными вопросы определения годности лиц с ограниченными возможностями здоровья к занятиям адаптивным спортом и привлечение их в Паралимпийское движение, причем речь об учреждениях различной направленности. Недостаточная осведомленность врачей поликлиник, стационаров, врачей по спортивной медицине врачебно-физкультурных диспансеров (ВФД), врачей-экспертов медико-социальной экспертизы (МСЭ), специалистов учреждений социальной защиты населения в вопросах классификации и допустимых типов поражений приводит к недопониманию роли адаптивного спорта, как мощного средства медицинской реабилитации и социальной адаптации инвалидов с различными поражениями. Хотя именно лечебно-профилактические учреждения, учреждения МСЭ и социальной защиты составляют начальное звено реабилитационной системы инвалидов и первыми могут рекомендовать им занятия физической культурой и спортом. Однако в настоящее время подавляющее большинство инвалидов приходят в адаптивный спорт самостоятельно или по совету родственников и друзей.

Причиной такого положения, на наш взгляд, является отсутствие необходимой нормативно-правовой и методической документации по вопросам реабилитации инвалидов методами адаптивной физической культуры и адаптивного спорта в учреждениях здравоохранения, МСЭ и социальной защиты. Кроме того, сказывается, недостаточное взаимодействие между ведомствами, участвующими в реабилитационно-адаптационном процессе инвалидов.

В настоящее время проводится научно-практическая работа по систематизации минимальных критериев годности по типам поражений в различных видах и дисциплинах адаптивного спорта на основе Правил и Положений по классификации соответствующих Международных Федераций по видам спорта, по результатам которой планируется издание методических рекомендаций с описанием критериев годности для участия лиц с ограниченными возможностями здоровья в паралимпийских видах спорта с целью использования их в работе учреждений различной ведомственной принадлежности.

В таблице 1 представляем перечень допустимых типов поражений (в соответствии с Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ)), при наличии которых лицам с ограниченными возможностями здоровья можно рекомендовать занятия паралимпийскими видами спорта, если у них нет медицинских противопоказаний по состоянию здоровья.

Обращаем внимание, что наряду с определением у спортсмена поражений, при наличии которых он может принимать участие в соревнованиях по паралимпийским видам спорта, очень важно определить медицинский допуск к занятиям адаптивной физической культурой и адаптивным спортом и отсутствие противопоказаний по состоянию его здоровья. На сегодняшний день одной из самых актуальных проблем медицинского обеспечения адаптивного спорта является отсутствие научно-обоснованных и утвержденных Министерством здравоохранения Российской Федерации четких критериев допуска к занятиям адаптивной физической культурой и адаптивным спортом лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом специфики поражения спортсмена, видов спорта и особенностей спортивной нагрузки. Решение этого вопроса находится в компетенции Министерства здравоохранения Российской Федерации, является приоритетным и требует отдельного и детального исследования.

В настоящее время программа летних и зимних Паралимпийских игр включает 27 паралимпийских видов спорта: 22 летних и 5 зимних вида спорта. В последние годы резко возросла конкуренция в сфере адаптивного спорта высших достижений, что требует от спортсмена-инвалида систематических тренировок, участия в крупных международных соревнованиях, высокого уровня спортивного мастерства и использования всех резервных возможностей организма, как в период соревнований, так и тренировок. Наряду с адекватным медицинским обеспечением спортсмена-паралимпийца на разных этапах спортивной подготовки, важно как можно раньше и точнее определить его спортивный класс, так как, чем раньше спортсмен будет знать о своем объективном спортивном классе, тем лучше для его дальнейшей спортивной карьеры. Одной из главных особенностей работы спортивного врача в паралимпийском спорте является знание основ классификации в том или ином виде спорта. Уже при обучении врачей по спортивной медицине необходимо уделять внимание основным вопросам классификации. Тем более это важно с учетом увеличения в последние годы числа спортсменов-инвалидов низких классов с тяжелыми поражениями опорно-двигательного аппарата и активным развитием адаптивного спорта высших достижений в Российской Федерации.

Список литературы:

1. Добровольский О.Б., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Седерхольм Л.А. Отчет о первом чемпионате России по регби на колясках // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. № 2. С. 79–82.
2. Добровольский О.Б., Ачкасов Е.Е., Пузин С.Н., Дятчина Г.В., Машковский Е.В., Пастухова И.В., Красавина Т.В., Патрина Е.В. Новый вид спорта для инвалидов в России – регби на колясках // Спортивная медицина: наука и практика. 2012. № 3. С. 42–46.

Таблица 1

Допустимые типы поражения для участия в соревнованиях по паралимпийским видам спорта

Тип поражения	Примеры состояний, могущих вызвать подобные поражения	Описание поражений	Кодировка в соответствии с МКФ
Нарушение мышечной силы	Спинальный травма, мышечная дистрофия, травма плечевого сплетения, паралич Эрба, синдром Гийена-Барре	Снижение силы, создаваемой сокращением мышцы или группы мышц, таких как мышцы одной конечности, одной стороны тела или мышцы нижней половины тела	b730
Нарушение диапазона пассивных движений	Артрогрипоз, анкилоз, послеожоговые контрактуры суставов	Уменьшение диапазона движений в одном или более суставах	b7100-b7102
Дефицит конечности	Ампутации в результате травмы или врожденный дефицит конечности (дисмелия)	Полное или частичное отсутствие костей или суставов в области плеча, верхней конечности, тазовой области, нижней конечности	s720, s730, s740, s750 <i>Примечание:</i> для указания полного или частичного отсутствия структуры эти коды могут иметь расширение .81 или .82 соответственно
Разница длины нижних конечностей	Врожденные или приобретенные причины укорочения костей одной нижней конечности	Укорочение костей правой нижней конечности ИЛИ левой нижней конечности, но не обеих нижних конечностей. <i>Исключено:</i> укорочение костей обеих нижних конечностей; любое увеличение размеров	s75000, s75010, s75020 <i>Примечание:</i> при кодировании аномальные размеры костей правой нижней конечности обозначаются добавлением расширения кода .841, левой нижней конечности – .842
Низкий рост	Ахондроплазия, дисфункция роста	Аномальные размеры костей верхних и нижних конечностей или туловища, которые снижают высоту роста в положении стоя	s730.343, s750.343, s760.343
Гипертонус мышц	Церебральный паралич, инсульт, травма головного мозга, множественный склероз	Повышенный мышечный тонус – повышение мышечного напряжения и уменьшенная способность мышцы растягиваться	b735
Атаксия	Церебральный паралич, травма головного мозга, атаксия Фридрейха, множественный склероз, спиноцеребеллярная атаксия	Отсутствие контроля и координации произвольных движений	b760
Атетоз	Церебральный паралич, инсульт, травма головного мозга	Непроизвольные патологические сокращения мышц <i>Включено:</i> атетоз, хоря	b7650
Нарушение зрения	Миопия, туннельное зрение, скотома, пигментный ретинит, глаукома, врожденная катаракта, дегенерация желтого пятна	Поражение структуры глазного яблока, оптических нервов или оптических путей, зрительной коры головного мозга	b210, s220
Нарушение интеллекта	Интеллектуальная заторможенность, дефицит обучения	Ограничение интеллектуальных функций и адаптивного поведения <i>Исключено:</i> деменция, нарушения, возникающие в возрасте после 18 лет	b117

3. Добровольский О.Б., Машковский Е.В., Разина А.О., Чащина О.С., Винничук Д.О. Отчет о втором этапе II чемпионата России по регби на колясках // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. № 4. С. 87–89.

4. Добровольский О.Б., Наркевич Е.М., Пузин С.Н., Богова О.Т., Суворов В.Г., Пастухова И.В., Сафоничева М.А. Психологические аспекты мультипрофессионального сопровождения спортсменов-инвалидов (лекция) // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. № 2. С. 65–71.

5. Евсеев С.П., Евсеева О.Э., Вишнякова Ю.Ю. Классификации спортсменов в адаптивном спорте // Адаптивная физическая культура. 2011. Т.48, №4. С. 4–7.

6. Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т. Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 3. С. 3–5.

7. Пузин С.Н., Тарасова Л.А., Храпылина Л.П., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В. Медико-социальная экспертиза профессиональных рисков в сфере спорта // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2012. № 3. С. 6–9.

8. Рожков П.А., Сладкова Н.А., Поляев Б.А., Выходец И.Т. Классификационный Кодекс и Международные стандарты Паралимпийского комитета России. М.: РАСМИРБИ, 2008. 60 с.

9. Царик А.В. Сборник нормативных правовых документов в области паралимпийского спорта. М.: Советский спорт, 2011. 1040 с.

10. IBSA Classification Rules and Procedures. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibsasport.org/>.

11. INAS Eligibility and Classification: Rules, Policy and Procedure. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iwasf.com/iwasf/>.

12. International Classification of Functioning, Disability and Health. World Health Organization. Geneva, 2001. 303 p.

13. IPC Classification Code and International Standards. International Paralympic Committee. Bonn, 2007. 82 p.

14. Scruton J. Stoke Mandeville: Road to the Paralympic. Aylesbury: The Peterhouse Press, 1998. 384 p.

15. Tweedy S.M. Taxonomic theory and the ICF: Implications for a unified classification in disability athletics // Adapted Physical Activity Quarterly. 2002. Vol.19, №2. P. 220–237.

16. Tweedy S.M., Vanlandewijck, Y.C. International Paralympic Committee position stand - Background and scientific principles of Classification in Paralympic Sport // British Journal of Sports Medicine. 2011. Vol. 45, №4. P. 259–269.

17. Vanlandewijck Y.C., Thompson W.R. The Paralympic Athlete: Handbook of Sports Medicine and Science. Wiley-Blackwell, 2011. 312 p.

References:

1. Dobrovolskiy OB, Achkasov EE, Mashkovskiy EE, Syoderholm LA. Report on the first Russian league rugby in wheelchairs. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(2):79–82 (in Russian).

2. Dobrovolskiy OB, Achkasov EE, Puzin SN, Dyatchina GV, Mashkovskiy EV, Pastukhova IV, Krasavina TV, Patrina EV. New kind of sport for people with disabilities in Russian Federation – wheelchair rugby. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2012;(3):42–46 (in Russian).

3. Dobrovolskiy OB, Mashkovskiy EV, Razina AO, Chashchina OS, Vinnichuk DO. Second round of the II Russian wheelchair rugby championship (report). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(4):87–89 (in Russian).

4. Dobrovolskiy OB, Narkevich EM, Puzin SN, Bogova OT, Suvorov VG, Pastukhova IV, Safonicheva MA. Psychological aspects of the multi-professional support disabled athletes (lecture). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2013;(2):65–71 (in Russian).

5. Evseev SP, Evseeva OE, Vishnyakova YuYu. Klassifikatsiya sportsmenov v adaptivnom sporte. Adaptivnaya fizicheskaya kultura. 2011;48(4):4–7.

6. Puzin SN, Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT. Professionalnye zabolevaniya i invalidnost u professionalnykh sportsmenov. Mediko-sotsialnaya ekspertiza i reabilitatsiya. 2012;(3):3–5.

7. Puzin SN, Tarasova LA, Khrapylina LP, Achkasov EE, Mashkovskiy EV. Mediko-sotsialnaya ekspertiza professionalnykh riskov v sfere sporta. Vestnik Vserossiyskogo obshchestva spetsialistov po mediko-sotsialnoy ekspertize, reabilitatsii i reabilitatsionnoy industrii. 2012;(3):6–9.

8. Rozhkov PA, Sladkova NA, Polyayev BA, Vykhodets IT. Klassifikatsionnyy Kodeks i Mezhdunarodnye standarty Paralympiyskogo komiteta Rossii. Moscow, RASMIRBI, 2008. 60 p. (in Russian).

9. Tsarik AV. Sbornik normativnykh pravovykh dokumentov v oblasti paralympiyskogo sporta. Moscow, Sovetskiy sport, 2011. 1040 p. (in Russian).

10. IBSA Classification Rules and Procedures (2012), Available at: <http://www.ibsasport.org/> (accessed January 2012).

11. INAS Eligibility and Classification: Rules, Policy and Procedure (2013), Available at: <http://www.iwasf.com/iwasf/> (accessed September 2013).

12. International Classification of Functioning, Disability and Health. World Health Organization. Geneva, 2001. 303 p.

13. IPC Classification Code and International Standards. International Paralympic Committee. Bonn, 2007. 82 p.

14. Scruton J. Stoke Mandeville: Road to the Paralympic. Aylesbury, The Peterhouse Press, 1998. 384 p.

15. Tweedy SM. Taxonomic theory and the ICF: Implications for a unified classification in disability athletics. Adapted Physical Activity Quarterly. 2002;19(2):220–237.

16. Tweedy SM, Vanlandewijck, YC. International Paralympic Committee position stand - Background and scientific principles of Classification in Paralympic Sport. British Journal of Sports Medicine. 2011;45(4):259–269.

17. Vanlandewijck YC, Thompson WR. The Paralympic Athlete: Handbook of Sports Medicine and Science. Wiley-Blackwell, 2011. 312 p.

Ответственный за переписку:

Идрисова Гузель Зубаировна – ведущий специалист Паралимпийского Комитета России, профессор кафедры физической реабилитации Института адаптивной физической культуры ФГБОУ ВПО НГУ физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта Минспорта России, к.м.н.

Тел.: +7(905)226-51-21.

E-mail: guzel_idrisova@mail.ru.

Дата поступления статьи в редакцию: 11.02.2014

МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ЗДОРОВЬЕМ ЮНЫХ АТЛЕТОВ В США

¹К. Ш. АХМЕРОВА, ^{2,3}Е. Е. АЧКАСОВ, ¹И. Т. ВЫХОДЕЦ, ¹В. А. КУРАШВИЛИ,
²Е. В. МАШКОВСКИЙ

¹ГКУ Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Департамента физической культуры и спорта г. Москвы, Москва, Россия

²ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

³ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, Московская область, Светлые горы, Россия

Сведения об авторах:

Ахмерова Кадрия Шамилевна – директор ГКУ Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Департамента физической культуры и спорта г. Москвы.

Ачкасов Евгений Евгеньевич – заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, научный сотрудник отдела экстремальных состояний и спортивной медицины ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, проф., д.м.н.

Выходец Игорь Трифонович – заместитель директора ГКУ Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Департамента физической культуры и спорта г. Москвы, член Комиссии по спортивному праву Ассоциации юристов России, председатель Всероссийской коллегии судей Федерации сумо России, к.м.н.

Курашвили Владимир Алексеевич – главный специалист отдела научно-методического сопровождения ГКУ Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Департамента физической культуры и спорта г. Москвы, д.м.н., проф.

Машковский Евгений Владимирович – аспирант кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России.

medical monitoring of young athletes in the United States

¹K. S. AKHMEROVA, ^{2,3}E. E. ACHKASOV, ¹I. T. VYKHODETS, ¹W. A. KURASHVILI,
²E. V. MASHKOVSKIY

¹Center of Sports Innovative Technologies and Teams Exercise Training, Moscow, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³Scientific Center of Biomedical Technologies FMBA of Russia, Svetlye Gory, Moscow region, Russia

Information about the authors:

Kadriya Akhmerova – Chief Executive of the Center of Sports Innovations and Teams Training of the Department of Physical Culture and Sport of Moscow.

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine of the Sechenov First Moscow State Medical University, Senior Researcher of the Laboratory of Sports Biomedicine and Extreme Conditions of the Scientific Center of Biomedical Technology FMBA of Russia.

Igor Vykhodets – M.D., Ph.D. (Medicine), Deputy Director of the Center of Sports Innovations and Teams Training of the Department of Physical Culture and Sport of Moscow, Member of the Sports Law Association of Lawyers of Russia, Chairman of the All-Russian Referee Board of the Russian Sumo Wrestling Federation.

Vladimir Kurashvili – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Main Specialist of the Methodological Maintenance Department of the Center of Sports Innovations and Teams Training of the Department of Physical Culture and Sport of Moscow.

Evgeny Mashkovskiy – M.D., Postgraduate Student of the Department of Exercise Therapy and Sports Medicine

В силу недостаточной законодательной базы, регламентирующей медицинский контроль за здоровьем юных спортсменов в США, основная ответственность за информирование родителей, тренеров, законодателей, учреждений и организаций в этой сфере ложится на спортивных врачей. Показано, что снижение риска развития внезапной смерти среди молодых спортсменов достигается за счет мультифакториального подхода, включающего предсоревновательный скрининг, защитное снаряжение, введение дополнительных правил и ограничений, а также обязательное наличие на спортивном объекте автоматического наружного дефибриллятора. Приведены новые медицинские требова-

ния при сотрясении мозга – как в острой фазе, так и в фазе реконвалесценции. Особое внимание уделено новым технологиям и достижениям в сфере углубленного обследования спортсменов.

Ключевые слова: спортивная медицина; медицинское обеспечение детско-юношеского спорта; спортивная медицина в США.

levels of oversight and regulation in youth sports in the US are relatively low, thus the responsibility for safety education of coaches, parents, law makers, organizations and institutions falls largely on the sports medicine practitioners. The reduction of the risk of sudden cardiac death in young athletes is a multi-factorial process, which includes pre-participation screenings, proper use of safety equipment, proper rules and regulations, and immediate access to Automated External Defibrillators (AED). The article reviews updated guidelines for concussion management in youth athletes and criteria for returning players to sport..

Key words: sports medicine; medical monitoring of young athlete, return to sport, concussion.

Введение

Руководство США в настоящее время серьезно обеспокоено ухудшением общего уровня физического и психического здоровья детей и молодежи, повышением процента подростков, которые имеют избыточный вес и страдают от ожирения, распространения депрессии среди учащейся молодежи, роста подростковой преступности и различных видов девиантного поведения среди несовершеннолетних. Эти процессы стимулировали проведение исследований в области оптимизации физического и морального воспитания детей в семье и в учебных заведениях США.

Необходимо отметить, что эти проблемы не новы. Еще в 1930 году президент США Герберт Гувер говорил: «...Вопросы охраны здоровья детей и их защиты являются сложными, требующими масштабных изучения и действий. И мы должны быть обеспокоены этой проблемой. Пусть никто не считает, что эти вопросы не должны волновать нацию, что они ниже достоинства государственных деятелей и правительств. Если бы у нас было хотя бы одно поколение, правильно рожденных, подготовленных, образованных и здоровых детей, правительство было бы избавлено от тысячи других проблем...» [1].

Время показало, что решить данную проблему не удастся до сих пор. На сегодня остается актуальной задача – убедить органы государственной власти и все общество в том, что здоровье – это не только статья государственных расходов, но и один из ресурсов, позволяющих достичь более сильной экономики, более высокого качества жизни, а, в конечном счете, и более справедливого и равноправного общества.

Эксперты считают, что США нуждаются в новом видении политики здравоохранения и в новой, всеобъемлющей стратегии, базирующейся на общепризнанных ценностях, в которой ответственность за здоровье населения распространяется по горизонтали на все государственные ведомства. Опыт показывает, что альтернативы физическому воспитанию с целью повышения уровня здоровья детей и подростков не существует [2].

Вместе с тем, вовлечение детей в активные занятия спортом ставит новые задачи. Современному спорту свойственны большие физические и психоэмоциональные нагрузки, которые нередко являются чрезмерными.

Экстремальные нагрузки вызывают перенапряжение в функционировании многих органов и систем, нарушают нейроэндокринную регуляцию и способствуют развитию патологических изменений, в первую очередь, со стороны сердечнососудистой системы.

Внезапная смерть у юных атлетов

В литературе все чаще появляются описания случаев внезапных смертей спортсменов непосредственно во время тренировок и соревнований или сразу же после них. Анализ внезапных смертей, происшедших от заболеваний внутренних органов, вследствие острого физического перенапряжения, как среди спортсменов, так и среди лиц, не занимающихся спортом, показывает, что в подавляющем большинстве случаев основной причиной смерти в этих случаях являются заболевания сердца, как имевшие место до физической нагрузки, так и возникшие вследствие физического перенапряжения [3].

Установлено, что высокие физические и психоэмоциональные нагрузки, характерные для современного детского спорта, оказывают отрицательное воздействие на способность оптимально воспроизводить закрепленные ранее навыки и физические качества. Этот эффект инициирует развитие ряда частных синдромов перенапряжения и формирование соответствующей патологии, среди которых ведущее место занимают вторичный спортивный иммунодефицит в форме разнообразных нарушений, связанных с состоянием иммунной системы; острый и хронический стресс, от острого десинхроноза, с нарушениями сна и бодрствования, до срыва биологических ритмов функционирования всех систем, обеспечивающих физическую работоспособность [4].

В последние годы в медицинской прессе развернулась оживленная полемика – нужен ли массовый предсоревновательный скрининг атлетов? Основные споры ведутся между американскими и итальянскими специалистами. Представители спортивной медицины в США считают проведение углубленных медицинских осмотров малоэффективным и неоправданным с точки зрения финансовых затрат. В то же время Национальный центр спортивной медицины Италии провел анализ внезапной смертности с 1979 по 2004 год. Итальянские эксперты считают, что 25-летняя программа скрининга доказала свою значимость.

Анализ данных, полученных в ходе этого массового исследования, показывает, что регулярное проведение ЭКГ создает надлежащие условия для выявления потенциально опасной кардиомиопатии или аритмий и привело к существенному сокращению смертности молодых элитных спортсменов приблизительно на 90%. Такой скрининг стал возможным благодаря определенным изменениям в системе итальянского здравоохранения, что позволило снизить затраты на исследование сердечно-сосудистой системы у юных атлетов. Итальянские специалисты не без оснований полагают, что их опыт может быть, по крайней мере, тщательно рассмотрен организаторами здравоохранения во всем мире [5].

Отмечено, что 90% случаев внезапной смерти атлетов вызвано сердечно-сосудистыми причинами. Высокая внезапная сердечная смерть спортсменов не случайна. У спортсменов значительно чаще, чем у лиц, не занимающихся спортом, встречается патология на электрокардиограмме, нарушения ритма сердца, нарушение сократительной способности и морфологии миокарда. Имеются данные о том, что чем выше стаж занятий спортом, тем вероятнее возможность кардиальной патологии у атлетов. Наиболее распространенной симптоматикой считается выраженная брадикардия, экстрасистолия, атриовентрикулярные и синоатриальные блокады, полифокусный водитель ритма.

В настоящее время в англоязычной спортивно-медицинской литературе все более распространенными становятся такие термины, как «exercise-related ECG anomalies» – нарушения на ЭКГ, связанные с физической активностью; «exercise-related arrhythmias» – аритмии, связанные с физической активностью; «exercise-induced cardiachypertrophy» – гипертрофия сердца, индуцированная физическими нагрузками; «exercise-related cardiac deaths» – кардиальная смерть, связанная с физической активностью; «arrhythmogenic sudden death» – аритмогенная внезапная смерть в спорте [6–10].

Следует отметить, что при тяжелых, а порой с клинических позиций несовместимых с жизнью метаболических изменениях спортсмены часто не предъявляют никаких жалоб, демонстрируют высокую работоспособность и спортивные результаты. Нередко секционными находками у умерших спортсменов являются признаки некроза, которые сочетались с очагами заместительного фиброза миокарда без каких-либо клинических признаков при жизни. Отдельно следует остановиться на проблеме терминологии в спортивной медицине. В условиях возрастающих профессиональных контактов, глобализации медицинской лексики становится настоятельной необходимостью упорядочение лексических средств.

Для полноценной коммуникации необходима стандартизация медицинской терминологии и тех функциональных модификаторов, которые используются для уточнения, конкретизации, расширения и специализации содержания терминов. Под модификаторами понимаются функциональные варианты термина, вы-

ражающие обозначаемое им понятие иным способом, уточняющие, конкретизирующие термин либо передающие содержание образно. Необходимо подчеркнуть, что отсутствие единой терминологии в обозначении спортивной патологии миокарда ограничивает учет этой патологии и анализ ее распространенности среди атлетов, сдерживает развитие исследований в разработке патогенеза заболевания, его диагностических критериев, лечебных и профилактических мероприятий.

Во многих зарубежных публикациях можно встретить такие терминологические определения, как: «heart strain» – напряжение сердца; «cardiac fatigue» – утомление сердца; «myocardialdystrophy» – миокардиальная дистрофия; «overtraining heart» – перетренированное сердце, а также полное отрицание существования спортивной патологии сердца. В многочисленных работах показана необходимость введения системы углубленного и скринингового предсоревновательного медицинского обследования спортсменов [11–13]. Однако введение такого рода медицинского контроля, по мнению экспертов, встречает возражения в силу экономических причин.

В настоящее время уже 49 штатов США приняли законы, которые направлены на улучшение медицинского обеспечения детей, которые участвуют в спортивных мероприятиях. Это отражает растущую обеспокоенность общественности о распространенности, рисках и потенциально разрушительных последствиях травм и повреждений в детском спорте. Спортивные медики считают, что государство предприняло ряд шагов в правильном направлении, но работа еще не завершена, потому что новые законодательные положения касаются только состязаний между школами. Миллионы юных атлетов, которые выступают в частных лигах, клубах и ассоциациях от побережья до побережья, остаются вне защиты закона [14].

В настоящее время существуют алгоритмы кардиологического скрининга спортсменов. По мнению экспертов, максимально приближенным к практическому использованию является опросник из 12 пунктов, разработанный American Heart Association, который позволяет выделять группу спортсменов, требующих углубленного обследования [15].

Важно отметить, что авторы рекомендуют проводить опрос юного спортсмена в присутствии его родителей. В международной практике также широко используется опросник, разработанный European Society of Cardiology (т.н. «Лозаннские рекомендации») [16].

Важным методом диагностики патологии сердечно-сосудистой системы спортсмена является электрокардиография (ЭКГ). European Society of Cardiology, так же как и Международный олимпийский комитет [8], рекомендуют алгоритм кардиологического скрининга юных спортсменов, обязательной частью которого является ЭКГ [17]. Вместе с тем, целесообразность проведения ЭКГ у всех спортсменов в качестве скрининга остается

предметом дискуссий. American Heart Association не рекомендует проводить ЭКГ всем спортсменам, указывая на то, что у спортсменов этот метод характеризуется низкой чувствительностью и специфичностью, приводит к получению большого количества ложноположительных результатов и ненужным обследованиям, а также значительно увеличивает конечную стоимость выявления потенциально жизнеугрожающего заболевания [18]. В то же время во многих штатах законодательно закреплено требование – обязательное наличие дефибриллятора на всех спортивных объектах.

Сотрясение головного мозга

Наибольшую озабоченность у врачей вызывает проблема сотрясения головного мозга, поскольку число травм непрерывно растет. Сотрясение головного мозга стало в последнее время одной из самых обсуждаемых тем в спортивной медицине как на национальных, так и на международных форумах. Тем не менее, частота сотрясения головного мозга, вероятно, недооценивается, если принять во внимание многочисленность определений и диагностических критериев. Несмотря на то, что средства массовой информации, освещая эту проблему здравоохранения, больше привлекают общественное внимание к случаям в профессиональном спорте, основную группу риска составляют как раз старшеклассники и студенты: именно они чаще попадают к спортивным врачам с этой патологией.

Понимание причин и механизмов развития спортивных травм необходимо не только для спортивного врача, но и для самих спортсменов и их тренеров. Для достижения высоких результатов элитному спортсмену приходится проходить длительную подготовку, ежедневно тренироваться, выдерживать экстремальные нагрузки на состязаниях. В элитном спорте конкуренция становится все более ожесточенной, накал страстей растет, а вместе с ним растет и уровень травматизма. К сожалению, полномасштабных исследований спортивного травматизма проводилось очень мало. Только правильное понимание механизма возникновения патологии позволяет точно диагностировать повреждение. Важное значение для диагностики имеет такой показатель, как частота травмирования, т. е. повторность травматического воздействия на ткани, мышцы, суставы, и т.п. Различают травмы одномоментные (острые) и хронически повторяющиеся [19].

Травматизм в различных видах спорта неодинаков. Естественно, что чем больше людей занимаются тем или иным видом спорта, тем относительно больше в нем травм. Чтобы нивелировать различия в количестве занимающихся, можно рассчитывать число травм на 1000 занимающихся – это так называемый «интенсивный показатель травматичности». Другой способ выявить степень риска получения травмы в различных видах спорта – это подсчет количества полученных травм на 1000 тренировок или соревнований (athlete-exposures). То есть

одна тренировка или соревнование расценивается как единица учета.

Статистика показала, что 67% травм произошло при подготовке спортсменов по олимпийским видам спорта, в то время как 33% были связаны с болезнью на протяжении последних 3 лет. Анализ данных по травматизму показал, что у 43% спортсменов может случиться, по крайней мере, одна травма за сезон, причем у некоторых эти травмы будут иметь множественный характер [20].

Одна из проблем, затрудняющих лечение сотрясения головного мозга у спортсменов, – отсутствие общепринятого определения этой патологии. Наибольшее число сторонников имеет определение, предложенное Нейрохирургическим комитетом по номенклатуре травм головы. Комитет определил сотрясение головного мозга как «совокупность кратковременных посттравматических нарушений функции нервной системы (например, расстройство сознания, зрения, равновесия и др.), обусловленных поражением ствола головного мозга».

Позже были предложены и другие определения. Многие врачи и научные работники пользуются определением Американской академии неврологии, согласно которому сотрясение головного мозга – это «вызванное травмой изменение психического статуса, как с потерей сознания, так и без нее». Это определение продиктовано стремлением расширить определение Нейрохирургического комитета: ведь при сотрясении головного мозга травма не ограничивается стволом и может затрагивать другие участки, например кору. Кроме того, определение, данное Академией, особенно подчеркивает, что сотрясение далеко не всегда сопровождается потерей сознания.

Сотрясение мозга может произойти в результате ударов, ушибов (очаговые) и резких движений (диффузные): ускорений или замедлений, например, при падении на ягодицы. Травма, вызывающая ротацию головы, чаще приводит к сотрясению мозга. В момент удара мозг резко встряхивается, и по инерции, по принципу контрудара, ударяется изнутри о черепную коробку [21].

Лучше всего, хотя это и не всегда возможно, собирать сведения из нескольких источников (у спортсмена, тренеров, товарищей по команде, родителей) и многократно (например, сразу после травмы, через несколько часов, через 24 ч, через 48 ч и т. д.). Это полезно не только потому, что амнезия или бессознательное состояние могут помешать спортсменам точно описать собственные жалобы, но также потому, что спортсмены могут уменьшать, отрицать или скрывать симптомы в надежде быстрее вернуться на поле.

В таблице 1 перечислены признаки сотрясения головного мозга, отобранные специалистами из Питтсбургского университета для первичного осмотра спортсменов.

Нейропсихологическое тестирование

Возможно, самое важное достижение в области ведения спортсменов с сотрясением головного мозга

Таблица 1

Признаки сотрясения головного мозга, отобранные специалистами из Питтсбургского университета для первичного осмотра спортсменов

Объективные признаки	Жалобы спортсмена
Оглушенное состояние	Головная боль
Ошибочные действия во время матча	Тошнота
Остановки во время матча	Неустойчивость или головокружение
Неспособность уверенно назвать матч, счет, соперника	Двоение в глазах или неясное, нечеткое зрение
Неловкость движений	Свето- или звукобоязнь
Замедленные ответы на вопросы	Ощущение вялости, заторможенности
Потеря сознания	Ощущение «тумана в голове» или нетвердости в ногах
Поведенческие расстройства или изменение личности	Нарушение памяти или способности к сосредоточению
Ретроградная амнезия	Нарушения сна (появляются позже)
Антероградная амнезия	Утомляемость, ощущение усталости

– признание исключительной диагностической ценности нейропсихологического тестирования. Это способствовало распространению индивидуального и научно обоснованного подхода к ведению. Впервые нейропсихологическое тестирование использовали в качестве диагностического метода в середине 1980-х гг. в рамках крупного исследования, предпринятого в Вирджинском университете [22].

Исследование показало пригодность нейропсихологического тестирования для подтверждения восстановления в первую неделю после сотрясения головного мозга. Ряд событий 1990-х гг. превратил нейропсихологическое тестирование из исследовательского метода в практический. Во-первых, случаи сотрясения головного мозга у известных профессиональных спортсменов заставили ввести базовое нейропсихологическое тестирование в командах Национальной футбольной лиги. Затем несколько случаев невозвращения в спорт членов Национальной хоккейной лиги послужили поводом для введения в последний обязательного базового нейропсихологического тестирования.

Помимо широкого признания нейропсихологического тестирования в профессиональном спорте было предпринято несколько крупномасштабных исследований с участием спортсменов-студентов. Эти исследования также продемонстрировали значительную клиническую пользу нейропсихологического тестирования: способность выявлять тончайшие когнитивные нарушения и давать, таким образом, объективные сведения, которые могли бы быть использованы для принятия решения о возвращении к спорту.

В настоящее время широкое распространение получили компьютерные нейропсихологические тесты, которые лишены многих недостатков традиционных тестов и обладают неоспоримыми достоинствами. Во-первых, использование компьютеров позволяет обследовать значительное число спортсменов при минимальном привлечении людских ресурсов. Например, футбольная

команда может пройти тестирование в школьном компьютерном классе в один или два захода. Во-вторых, полученные данные можно сохранить в памяти компьютера (или сети) и использовать в дальнейшем. В-третьих, тестирование на компьютере повышает точность оценки когнитивных процессов: времени реакции и скорости принятия решения (обработки информации).

Компьютерный метод позволяет определить эти показатели с точностью до 0,01 с, в то время как точность традиционного тестирования составляет 1-2 с. Точность, без сомнения, повышает достоверность (значимость) результатов для выявления тонких нарушений. В-четвертых, использование компьютера обеспечивает рандомизацию тестовых заданий, что должно повысить надежность метода, хотя и многократно применяемого, за счет минимизации «эффекта привычки», неизбежного при выполнении типовых заданий. «Эффект привычки» затрудняет интерпретацию научно-исследовательских результатов и мешает врачу определить действительную степень когнитивных нарушений. Наконец, компьютерный метод позволяет на основе полученной информации быстро дать заключение, которое без труда разберет спортивный врач. Таким образом, благодаря высокой чувствительности, достоверности и надежности компьютерный метод гораздо предпочтительнее для диагностики сотрясения головного мозга.

Нарушение когнитивных функций при сотрясении головного мозга подтверждено многими исследованиями, и нейропсихологическое тестирование, по-видимому, позволяет выявить эти нарушения или неполное восстановление. Когнитивные нарушения при сотрясении головного мозга подтверждены исследованиями с участием студентов и старшеклассников, играющих в американский футбол, футболистов-любителей и представителей многих других видов спорта. Нейропсихологическое тестирование — чувствительный метод, пригодный для оценки часто почти незаметных клинически, но угрожающих потерей трудоспособности последствий

сотрясения головного мозга. Нейропсихологическое тестирование обеспечивает, по-видимому, объективные, количественные и индивидуальные критерии для определения безопасного времени для возвращения к спорту и тактики ведения спортсмена с сотрясением головного мозга и должно, следовательно, рассматриваться как решающий фактор в ведении сотрясения головного мозга.

Инструментальная диагностика сотрясения мозга

Для выявления неустойчивости после сотрясения мозга компания Biodex Medical Systems в соавторстве с доктором Б. Уолласом, сертифицированным врачом в области вестибулярной терапии и президентом общества «306 Balance» разработали программный продукт по оценке устойчивости «Playit SAFE» как комплексное решение по определению предрасположенности к падениям и восстановлению после них [23].

Исследования показывают, что пациенты демонстрируют уменьшение стабильности в период от 3 до 5 дней после сотрясения мозга. Это может быть результатом неэффективной работы одной или больше сигнальных систем организма. Восстановление после сотрясения мозга средней тяжести характеризуется нормализацией постуральной стабильности, зрительной координации и восстановлением когнитивной функции.

При оценке последствий сотрясения мозга с помощью аппаратуры Biodex Balance System программа «Playit SAFE» предлагает удобный механизм исследования, позволяющий врачу постепенно, шаг за шагом, оценить состояние спортсмена и сделать соответствующее заключение о его физической форме.

Основное направление при работе с этой программой уделяется оценке физического состояния спортсменов. Речь идет о базовом тестировании баланса в начале нового спортивного сезона. Объективные данные, подтвержденные расчетами с помощью специализированного ПО, обеспечивают основу для сравнения с данными, полученными в результате исследования спортсмена после сотрясения мозга. В то же время, унифицированные форматы исследований позволяют проводить тестирование более широкого круга пациентов, включая детей и людей преклонного возраста.

В статье «Teleconcussion: Инновационный подход к скринингу, диагностике и управлению легкой черепно-мозговой травмой», доктор Берт Варгас и его коллеги из Клиники Мауо описали новый подход к проблеме допуска к тренировкам юных спортсменов, перенесших сотрясение мозга. В таких случаях телемедицина используется для оценки и контроля школьных спортсменов [24].

Выводы

Высокие физические и эмоциональные нагрузки в детском спорте провоцируют спортивный иммунодефицит в форме разнообразных нарушений, связанных с состоянием иммунной системы; острый и хронический стресс, от острого десинхроноза с нарушениями сна и бодрствования до срыва биологических ритмов функци-

онирования всех систем, обеспечивающих физическую работоспособность.

В настоящее время существует повышенная опасность возникновения внезапной смерти спортсмена, несмотря на то, что предложены алгоритмы кардиологического скрининга спортсменов. Авторитетные международные организации – European Society of Cardiology, так же как и Международный олимпийский комитет, рекомендуют алгоритм кардиологического скрининга юных спортсменов, обязательной частью которого является ЭКГ. Вместе с тем, целесообразность проведения ЭКГ у всех спортсменов в качестве скрининга остается предметом дискуссий.

Родители, тренеры, спортивные менеджеры и сами спортсмены должны быть ознакомлены с информацией об опасности сотрясений головного мозга. Тренеры должны сразу же снять с тренировки или игры атлета, у которого случилось сотрясение. Игрок не может вернуться на поле до тех пор, пока врач или другой лицензированный медицинский работник не обследует атлета и не подтвердит, что возвращение в спорт безопасно с медицинской точки зрения.

Список литературы:

1. **Barber William J.** From New Era to New Deal: Herbert Hoover, the Economists, and American Economic Policy, 1921–1933. Cambridge University Press, 1985. 237 p.
2. **Delise P., Sitta N., Lanari E., Berton G., Centa M., Allocca G., Cati A., Biffi A.** Long-term effect of continuing sports activity in competitive athletes with frequent ventricular premature complexes and apparently normal heart // *Am. J. Cardiol.* 2013. Vol. 112, №9. P. 1396–1402.
3. **Clyde W. Yancy, Mariell Jessup, Biykem Bozkurt** ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure. A Report of the American College of Cardiology Foundation // *Circulation.* 2013. Vol. 128. P. 240–327.
4. **Ramírez-Campillo R., Meylan C.M., Alvarez-Lepín C., Henriquez-Olguín C., Martínez C., Andrade D.C., Castro-Sepúlveda M., Burgos C., Baez E.I., Izquierdo M.** The effects of interday rest on adaptation to 6-weeks of plyometric training in young soccer players // *J. Strength Cond. Res.* 2013. P. 15–23.
5. **Domenico Corrado, Cristina Basso, Maurizio Schiavon, Antonio Pelliccia, Gaetano Thiene** Pre-Participation Screening of Young Competitive Athletes for Prevention of Sudden Cardiac Death // *Am CollCardiol.* 2008. Vol. 52, №24. P. 1981–1989.
6. **Santangeli P., Pieroni M., DelloRusso A., Casella M., Pelargonio G., Di Biase L., Macchione A., Burkhardt J.D., Bellocci F., Santarelli P., Tondo C., Natale A.** Correlation between signal – averaged ECG and the histologic evaluation of the myocardial substrate in right ventricular out flow tract arrhythmias. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012. Vol. 5, №3. P. 475–483.
7. **Müssigbrodt A., Richter S., Wetzel U., Van Belle Y., Bollmann A., Hindricks G.** Diagnosis of arrhythmias in athletes using leadless, ambulatory HR monitors // *Med Sci Sports Exerc.* 2013. Vol. 45, №8. P. 1431–1435.
8. **Marabotti C., Piaggi P., Menicucci D., Passera M., Benassi A., Bedini R., L'Abbate A.** Cardiac function and oxygen saturation during maximal breath-holding in air and during whole-body

surface immersion // *Diving Hyperb. Med.* 2013. Vol. 43, №3. P. 131–137.

9. **Reamy B.V., Ledford C.C.** Cardiovascular considerations in middle-aged athletes at risk for coronary artery disease // *Curr Sports Med Rep.* 2013. Vol. 12, №2. P. 70–76.

10. **Pilmer C.M., Kirsh J.A., Hildebrandt D., Krahn A.D., Gow R.M.** Sudden Cardiac Death in children and adolescents between 1 and 19 years of age // *Heart Rhythm.* 2013. P. 78–89.

11. **Nattiv A., Kennedy G., Barrack M.T., Abdelkerim A., Goolsby M.A., Arends J.C., Seeger L.L.** Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes // *Am. J. Sports Med.* 2013. Vol. 41, №8. P. 1930–1941.

12. **Mazić S., Lazović B., Delić M.** Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy as a cause of sudden death in young people // *Med Pregl.* 2012. Vol. 65, №9–10. P. 396–404.

13. **Maron B.J., Haas T.S., Ahluwalia A., Rutten-Ramos S.** Cetal Incidence of cardiovascular sudden deaths in Minnesota high school athletes // *Heart Rhythm.* 2013. Vol. 10, №3. P. 374–377.

14. **Harvey H.H.** Reducing traumatic brain injuries in youth sports: youth sports traumatic brain injury state laws, January 2009–December 2012 // *Am J Public Health.* 2013. Vol. 103, №7. P. 1249–1254.

15. **Joao B.** Current Perspectives in Cardiovascular Disease. Cardiovascular Symposium (Materials of «The New Brunswick Heart Centre's Twenty-Third Annual Cardiovascular Symposium»), New Brunswick, September 19–21, 2013, 22–43 p.

16. **Lawless, Christine E.** Cardiovascular Screening of Athletes: Focused Exam, Electrocardiograms, and Limited Echocardiograms. *Sports Cardiology Essentials Evaluation, Management and Case Studies*, 2011. 465 p.

17. **Solberg, Erik Ekker** How to conduct pre-participation screening in athletes. Sudden Cardiac Death and Resuscitation (Materials of the ESC Congress «European Society of Cardiology»), Amsterdam, May 10, 2012, 66–73 p.

18. **European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation (Proc. Of Euro Prevent)**, Rome, April 18–20, 2013, 3–7 p.

19. **Lichtenstein J.D., Moser R.S., Schatz P.** Age and Test Setting Affect the Prevalence of Invalid Baseline Scores on Neurocognitive Tests // *Am. J. Sports Med.* 2013. P. 113–121.

20. **Fabricant P.D., Robles A., Downey-Zayas T., Do H.T., Marx R.G., Widmann R.F., Green D.W.** Development and validation of a pediatric sports activity rating scale: the Hospital for Special Surgery Pediatric Functional Activity Brief Scale (HSS Pedi-FABS) // *Am. J. Sports Med.* 2013. Vol. 41, №10. P. 2421–2429.

21. **Jie Wang, Yinghui Xu, Zhigang Lian, Jian Zhang, Tingzhun Zhu, Mengkao Li, Yi Wei, Bin Dong** Does closure of acid-sensing ion channels reduce ischemia/reperfusion injury in the rat brain? // *Neural Regeneration Research.* 2013. Vol. 8, №13. P. 1169–1179.

22. **Barth** Report to congress on mild traumatic brain injury in the United States: steps to prevent a serious public health problem (Materials of the Centers for Disease Control and Prevention), Atlanta, GA, 2003, 115–124 p.

23. **Nata Convention-2013** (Materials of the «64th annual meeting and clinical symposia»), Mandalay Bay South Convention Center, Las Vegas, June 24–27, 2013, 8–10 p.

24. **Vargas, Bert** Teleconcussion: An Innovative Approach to Screening, Diagnosis, and Management of Mild Traumatic Brain Injury // *Telemedicine and e-Health.* 2012. Vol. 19. P. 58–63.

References:

1. **Barber, William J. From** New Era to New Deal: Herbert Hoover, the Economists, and American Economic Policy, 1921–1933. Cambridge University Press, 1985. 237 p.

2. **Delise P, Sitta N, Lanari E, Berton G, Centa M, Allocca G, Cati A, Biffi A.** Long-term effect of continuing sports activity in competitive athletes with frequent ventricular premature complexes and apparently normal heart. *Am J Cardiol.* 2013;112(9):1396–1402.

3. **Clyde W Yancy, Mariell Jessup, Biykem Bozkurt** ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure. A Report of the American College of Cardiology Foundation. *Circulation.* 2013;128:240–327.

4. **Ramírez-Campillo R, Meylan CM, Alvarez-Lepín C, Henriquez-Olguín C, Martínez C, Andrade DC, Castro-Sepúlveda M, Burgos C, Baez EI, Izquierdo M.** The effects of interday rest on adaptation to 6-weeks of plyometric training in young soccer players. *J Strength Cond Res.* 2013:15–23.

5. **Domenico Corrado, Cristina Basso, Maurizio Schiavon, Antonio Pelliccia, Gaetano Thiene** Pre-Participation Screening of Young Competitive Athletes for Prevention of Sudden Cardiac Death. *Am CollCardiol.* 2008;52(24):1981–1989.

6. **Santangeli P, Pieroni M, DelloRusso A, Casella M, Pelargonio G, Di Biase L, Macchione A, Burkhardt JD, Bellocci F, Santarelli P, Tondo C, Natale A.** Correlation between signal-averaged ECG and the histologic evaluation of the myocardial substrate in right ventricular out flow tract arrhythmias. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012;5(3):475–483.

7. **Müssigbrodt A, Richter S, Wetzel U, Van Belle Y, Bollmann A, Hindricks G.** Diagnosis of arrhythmias in athletes using leadless, ambulatory HR monitors. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(8):1431–1435.

8. **Marabotti C, Piaggi P, Menicucci D, Passera M, Benassi A, Bedini R, L'Abbate A.** Cardiac function and oxygen saturation during maximal breath-holding in air and during whole-body surface immersion. *Diving Hyperb Med.* 2013;43(3):131–137.

9. **Reamy BV, Ledford CC.** Cardiovascular considerations in middle-aged athletes at risk for coronary artery disease. *Curr Sports Med Rep.* 2013;12(2):70–76.

10. **Pilmer CM, Kirsh JA, Hildebrandt D, Krahn AD, Gow RM.** Sudden Cardiac Death in children and adolescents between 1 and 19 years of age. *Heart Rhythm.* 2013:78–89.

11. **Nattiv A, Kennedy G, Barrack MT, Abdelkerim A, Goolsby MA, Arends JC, Seeger LL.** Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2013; 41(8):1930–1941.

12. **Mazić S, Lazović B, Delić M.** Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy as a cause of sudden death in young people. *Med Pregl.* 2012;65(9–10):396–404.

13. **Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Rutten-Ramos S.** Cetal Incidence of cardiovascular sudden deaths in Minnesota high school athletes. *Heart Rhythm.* 2013;10(3):374–377.

14. **Harvey HH.** Reducing traumatic brain injuries in youth sports: youth sports traumatic brain injury state laws, January 2009–December 2012. *Am J Public Health.* 2013;103(7):1249–1254.

15. **Joao B.** Current Perspectives in Cardiovascular Disease. Cardiovascular Symposium (Materials of «The New Brunswick Heart Centre's Twenty-Third Annual Cardiovascular Symposium»), New Brunswick, September 19–21, 2013, 22–43 p.

16. **Lawless, Christine E.** Cardiovascular Screening of Athletes: Focused Exam, Electrocardiograms, and Limited Echocardiograms. *Sports Cardiology Essentials Evaluation, Management and Case Studies*, 2011. 465 p.

17. **Solberg, Erik Ekker** How to conduct pre-participation screening in athletes. Sudden Cardiac Death and Resuscitation (Materials of the ESC Congress «European Society of Cardiology»), Amsterdam, May 10, 2012, 66–73 p.

18. **European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation** (Proc. Of Euro Prevent), Rome, April 18–20, 2013, 3–7 p.

19. **Lichtenstein JD, Moser RS, Schatz P.** Age and Test Setting Affect the Prevalence of Invalid Baseline Scores on Neurocognitive Tests. *Am J Sports Med.* 2013;113–121.

20. **Fabricant PD, Robles A, Downey-Zayas T, Do HT, Marx RG, Widmann RF, Green DW.** Development and validation of a pediatric sports activity rating scale: the Hospital for Special Surgery Pediatric Functional Activity Brief Scale (HSS Pedi-FABS). *Am J Sports Med.* 2013;41(10):2421–2429.

21. **Jie Wang, Yinghui Xu, Zhigang Lian, Jian Zhang, Tingzhun Zhu, Mengkao Li, Yi Wei, Bin Dong** Does closure of acid-sensing ion channels reduce ischemia/reperfusion injury in the rat brain? *Neural Regeneration Research.* 2013;8(13):1169–1179.

22. **Barth** Report to congress on mild traumatic brain injury in the United States: steps to prevent a serious public health problem (Materials of the Centers for Disease Control and Prevention), Atlanta, GA, 2003, 115–124 p.

23. **Nata Convention-2013** (Materials of the «64th annual meeting and clinical symposia»), Mandalay Bay South Convention Center, Las Vegas, June 24–27, 2013, 8–10 p.

24. **Vargas, Bert** Teleconcussion: An Innovative Approach to Screening, Diagnosis, and Management of Mild Traumatic Brain Injury. *Telemedicine and e-Health.* 2012;19:58–63.

Ответственный за переписку:

Выходец Игорь Трифионович – заместитель директора ГКУ Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Департамента физической культуры и спорта г. Москвы, член Комиссии по спортивному праву Ассоциации юристов России, председатель Всероссийской коллегии судей Федерации сумо России, к.м.н.

Тел.: +7(963)711-96-54.

E-mail: igor.vykhodets@gmail.com.

Дата поступления статьи в редакцию: 10.12.2013

НОВАЯ СТАТЬЯ МЕДИЦИНСКОГО РЕГЛАМЕНТА КХЛ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ БОРЬБЫ С СОТРЯСЕНИЯМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ХОККЕИСТОВ

В целях повышения эффективности профилактики и лечения сотрясения головного мозга у хоккеистов Медицинским центром (МЦ) Континентальной хоккейной лиги (КХЛ) разработан порядок действий врача команды при получении игроком сотрясения головного мозга или подозрении на него. Данный порядок представлен в статье 20 Медицинского регламента КХЛ сезонов 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 (утвержден Правлением КХЛ, протокол №38 от 19 августа 2014 г.).

Статья 20. Действия врача команды при подозрении на сотрясение головного мозга у Хоккеиста во время матча Чемпионата КХЛ или тренировки:

1. Игрок должен быть немедленно эвакуирован с ледовой площадки или скамейки запасных Игроков в медпункт спортооружения или кабинет врача Клуба во время матча Чемпионата КХЛ или тренировки для проведения протокола SCAT после оказания первой медицинской помощи, если имеется любой из указанных признаков сотрясения головного мозга после травмы, связанной с областью головы и шеи:

- игрок не может подняться и уйти со льда самостоятельно или делает это с трудом; в этом случае эвакуация со льда осуществляется только на каталке с фиксацией шейного отдела позвоночника;
- игрок постоянно держится руками за голову или шею;
- нарушена координация движений;
- потеря сознания любой длительности.

При наличии указанных признаков, а также при оказании врачом медицинской помощи на льду, возвращение в игру Хоккеиста в день травмы категорически запрещено.

2. Врач команды/другой медицинский работник Клуба или член врачебной бригады матча по согласованию с Главным врачом соревнований после эвакуации Игрока и оказании ему первой медицинской помощи и не ранее чем через 10 минут после прекращения физической активности должен начать протокол SCAT (в кабинете врача Клуба или медпункте спортооружения). Итоговые результаты протокола должны быть в течение 12 часов внесены в Электронный медицинский портал КХЛ. Длительность проведения протокола SCAT не должна превышать 15 минут. Протокол SCAT должен быть выполнен до эвакуации травмированного Игрока в лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ), если позволяет состояние Хоккеиста.

3. При отсутствии признаков сотрясения головного мозга, указанных в пункте 1, врач Клуба по своему усмотрению может начать проведение протокола SCAT в отношении травмированного Игрока, если сохраняется вероятность наличия сотрясения головного мозга по другим признакам и тестам, не указанным в пункте 1, но подробно изложенным в протоколе SCAT.

4. После проведения протокола SCAT и сопоставления полученных результатов с базовыми показателями Хоккеиста, при отсутствии отрицательной динамики этих показателей с учетом текущего состояния Хоккеиста, врач клуба может принять решение о допуске к текущему матчу или тренировке при отсутствии признаков сотрясения головного мозга, указанных в пункте 1.

5. В случае прогрессирования клинической симптоматики или до исключения внутримозгового кровоизлияния запрещена транспортировка самолетом Игрока с подозрением на сотрясение головного мозга или другую черепно-мозговую травму.

6. Для контроля за надлежащим исполнением пункта 1 МЦ КХЛ проводит видеонализ всех матчей Чемпионата.

7. МЦ КХЛ при получении Хоккеистом повторного сотрясения в текущем сезоне имеет право рекомендовать Департаменту проведения соревнований КХЛ временно отстранить Хоккеиста от участия в соревнованиях и тренировках на срок не менее 30 дней.