



**СКФНКЦ ФМБА России**  
Северо-Кавказский федеральный  
научно-клинический центр

# **Российский журнал спортивной науки:** медицина, физиология, тренировка

## **Russian Journal of Sports Science:** Medicine, Physiology, Training



**T. 1 (3) 2022**

**РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ СПОРТИВНОЙ НАУКИ: МЕДИЦИНА,  
ФИЗИОЛОГИЯ, ТРЕНИРОВКА / RUSSIAN JOURNAL OF SPORTS  
SCIENCE: MEDICINE, PHYSIOLOGY, TRAINING © 2022**

**Т.1 №3 2022**

**Vol.1 №3 2022**

**СЕТЕВОЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ**

Издается с 2022 года  
ЕЖЕКВАРТАЛЬНО

**NETWORK ELECTRONIC SCIENTIFIC  
AND EDUCATIONAL JOURNAL**

Published since 2017, quarterly

**Учредитель:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России.

**Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.**

Регистрационный номер: ЭЛ № ФС 77 – 82603.

Дата регистрации: 30.12.2021.

Рубрики журнала:

- Физиология;
- Спортивная медицина;
- Физическая культура и спорт.

Журнал выходит на русском и английском языках.

Все публикации рецензируются.

Доступ к журналу бесплатен.

**Адрес учредителя и редакции:** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России. 357600, Ставропольский край,

г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24.

Статьи направлять на **int@skfmba.ru**.

Сайт журнала: **http://intsport.ru**.

**Establisher:**

FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia”.

**Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.**

Registration number: EL № FS 77 – 82603.

Registration date: 30.12.2021.

Headings of the journal:

- Physiology
- Sports medicine
- Physical culture and sports.

The journal is published in Russian and in English.

All publications are peer-reviewed.

Access to the journal is free.

**Establisher and publisher address:**

North-Caucasian federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia.

24 Sovetskaya street, Essentuki, Stavropol Region, 357600, Russia

Send your articles via e-mail: **int@skfmba.ru**.

Journal’s website: **http://intsport.ru**.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

#### Главный редактор

Тер-Акопов Гукас Николаевич – к.э.н. (Россия, Эссентуки)

#### Заместитель главного редактора

Корягина Юлия Владиславовна – проф., д.б.н. (Россия, Эссентуки)

#### Члены редакционной коллегии журнала:

Алиева Д.А. – к.м.н. (Узбекистан, Ташкент)

Андрущишин И.Ф. – д.п.н., профессор (Казахстан, Алматы)

Артеменко Е.П. – д.п.н., доцент (Россия, Казань)

Бен Саид Нуреддин - PhD, к.п.н. (Тунис, Саудовская Аравия, Эр-Рияд)

Быков Е.В. – д.м.н., профессор, (Россия, Челябинск)

Голикова Е.М. – доцент, д.п.н. (Россия, Оренбург)

Горская И.Ю. – д.п.н., профессор (Россия, Омск)

Драндров Г.Л. – д.п.н., профессор (Россия, Чебоксары)

Ефименко Н.В. – д.м.н., профессор (Россия, Эссентуки)

Замощина Т.А. – д.б.н., профессор (Россия, Томск)

Кайсинова А.С. – д.м.н. (Россия, Эссентуки)

Калинина И.Н. – д.б.н., профессор (Краснодар)

Кобринский М.Е. – д.п.н., профессор (Беларусь, Минск)

Кузьмин Л.Н. – PhD, к.п.н. (Швеция, Карлстад)

Литвинова Н.А. - профессор, д.б.н. (Россия, Кемерово)

Литош Н.Л. – к.п.н., доцент (Россия, Шадринск)

Мавлянов И.Р. – д.м.н., профессор (Узбекистан, Ташкент)

Махов А.С. – д.п.н., доцент (Россия, Москва)

Мельников А.А. – д.б.н., профессор (Россия, Москва)

Нопин С.В. – к.т.н. (Россия, Эссентуки)

Петрович А. – PhD, к.п.н. (Сербия, Белград)

Репс В.Ф. – д.б.н. (Россия, Пятигорск)

### EDITORIAL BOARD

#### Chief editor of the journal

Ter-Akopov Gukas Nikolaevich – PhD in Economic Sciences (Russia, Essentuki)

#### Deputy chief editor

Koryagina Yulia Vladislavovna – Professor, Doctor of Biological Sciences (Russia, Essentuki)

#### Members of the Editorial Board:

Alieva D.A. – Candidate of Medical Sciences (Uzbekistan, Tashkent)

Andrushchishin I.F. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kazakhstan, Almaty)

Artemenko E.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Kazan)

Ben Said Noureddine – PhD, Candidate of Pedagogical Sciences (Tunisia, Saudi Arabia, Riyadh)

Bykov E.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Chelyabinsk)

Golikova E.M. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Orenburg)

Gorskaya I.Yu. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)

Drandrov G.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Cheboksary)

Efimenko N.V. - Professor, Doctor of Medical Sciences (Russia, Essentuki)

Zamoshchina T.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Tomsk)

Kajsinova A.S. – Doctor of Medical Sciences (Russia, Essentuki)

Kalinina I.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Krasnodar)

Kobriniskij M.E. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Belarus, Minsk)

Kuz'min L.N. – PhD, Candidate of Pedagogical Sciences (Sweden, Karlstad)

Litvinova N.A. - Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Kemerovo)

Litosh N.L. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Shadrinsk)

Mavlyanov I.R. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Uzbekistan, Tashkent)

Makhov A.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Moscow)

Садиков А.А. – д.м.н., профессор (Узбекистан, Ташкент)  
Сентябрев Н.Н. – д.б.н., профессор (Россия, Волгоград)  
Светличная Н.К. – к.п.н. (Узбекистан, Чирчиқ)  
Сивохин И.П. – д.п.н. (Казахстан, Костанай)  
Смоленцева В.Н. – д.п.с.н., профессор, (Россия, Омск)  
Тамбовцева Р.В. – д.б.н., профессор (Россия, Москва)  
Трещева О.Л. - д.п.н., профессор (Россия, Омск)  
Ходасевич Л.С. – д.м.н., профессор (Россия, Сочи)  
Шлык Н.И. – д.б.н., профессор (Россия, Ижевск)  
Янева Анжелина – д.п.н., профессор, (Болгария, София)

Mel'nikov A.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)  
Nopin S.V. – Candidate of Technical Sciences (Russia, Essentuki)  
Petrovich A. – PhD, Candidate of Pedagogical Sciences (Serbia, Belgrade)  
Reps V.F. – Doctor of Biological Sciences (Russia, Pyatigorsk)  
Sadikov A.A. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Uzbekistan, Tashkent)  
Sentyabrev N.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Volgograd)  
Svetlichnaya N.K. – Doctor of Pedagogical Sciences (Uzbekistan, Chirchiq)  
Sivokhin I.P. – Doctor of Pedagogical Sciences (Kazakhstan, Kostanaj)  
Smolentseva V.N. – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Omsk)  
Tambovtseva R.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)  
Treshcheva O.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)  
Khodasevich L.S. – Professor, Doctor of Medical Sciences (Russia, Sochi)  
Shlyk N.I. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Izhevsk)  
Angelina Yaneva – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Bulgaria, Sofia)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Физиология</b>	
О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НОСИМЫМ ТРЕКЕРОМ АКТИВНОСТИ POLAR А.Г. Антонов, В.Д. Выборнов, П.Д. Рыбакова, А.Б. Мирошников	7
ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА И СОМАТОТРОПНЫЙ ГОРМОН Л.А. Ботвинева, Ю.В. Корягина	11
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО И ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО АППАРАТА Н.В. Лунина, Ю.В. Корягина	17
<b>Спортивная медицина</b>	
ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ СКОЛИОЗА У СПОРТСМЕНОВ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ К.Д. Губская, Н.В. Лунина	22
ВЛИЯНИЕ КУРСА ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «ХОККЕЙ НА ТРАВЕ» ПРИ ТРЕНИРОВКАХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ Ю.В. Кушнарева, С.М. Абуталимова, О.Н. Акимкина	28
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОКИНЕЗИОТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С СИНДРОМОМ МЫШЕЧНОЙ ГИПОТОНИИ Е.К. Осадчая, Н.В. Лунина	36
ПАТЕНТНООХРАНЯЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19 Г.Н. Тер-Акопов, А.В. Абрамцова, С.М. Абуталимова	41
<b>Физическая культура и спорт</b>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГИБКОСТИ У ДЕТЕЙ 7-8 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКОЙ О.А. Ломова, А.А. Варина	51

## CONTENTS

<b>Physiology</b>	
ABOUT THE ACCURACY OF IDENTIFYING ENERGY EXPENDITURE BY THE WEARABLE ACTIVITY TRACKER POLAR A.G. Antonov, V.D. Vybornov, P.D. Rybakova, A.B. Miroshnikov	7
PHYSICAL ACTIVITY AND SOMATOTROPIC HORMONE L.A. Botvineva, Yu.V. Koryagina	11
STUDY OF THE REACTIVE ABILITY OF THE NEUROMUSCULAR SYSTEM OF ATHLETES DURING INTERACTION BETWEEN THE REGULATORY AND EXECUTIVE PARTS N.V. Lunina, Yu.V. Koryagina	17
<b>Sports medicine</b>	
RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT AND PROGRESSION OF SCOLIOSIS IN ADOLESCENT ATHLETES IN RHYTHMIC GYMNASTICS: A LITERATURE REVIEW K.D. Gubskaya, N.V. Lunina	22
IMPACT OF THE RECOVERY PROCEDURES COURSE ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM OF LOWER LIMBS OF FIELD HOCKEY ATHLETES DURING TRAINING IN MIDDLE ALTITUDE Yu.V. Kushnareva, S.M. Abutalimova, O.N. Akimkina	28
EFFICACY OF HYDROKINESIOTHERAPY IN INFANT CHILDREN WITH MUSCLE HYPOTENSION SYNDROME E.K. Osadchaya, N.V. Lunina	36
PATENT-PROTECTED TECHNOLOGIES FOR THE DIAGNOSIS AND REHABILITATION OF ATHLETES AFTER COVID-19 G.N. Ter-Akopov, A.V. Abramtsova, S.M. Abutalimova	41
<b>Physical culture and sports</b>	
METHODOLOGICAL FEATURES OF THE FLEXIBILITY DEVELOPMENT IN 7-8 YEARS OLD RHYTHMIC GYMNASTS O.A. Lomova, A.A. Varina	51

## ФИЗИОЛОГИЯ

Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_1  
УДК 004.03:612:796

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_1  
UDC 004.03:612:796

### О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НОСИМЫМ ТРЕКЕРОМ АКТИВНОСТИ POLAR

А.Г. Антонов<sup>1</sup>, В.Д. Выборнов<sup>1</sup>, П.Д. Рыбакова<sup>1,2</sup>, А.Б. Мирошников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственное казенное учреждение города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта), г. Москва, Россия

<sup>2</sup> Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), г. Москва, Россия

**Аннотация.** Важным фактором подготовки спортсмена является составление рациона питания. Многие спортсмены используют нагрудные датчики для измерения частоты сердечных сокращений с целью расчета энергетических затрат. Цель исследования: сравнить расходы энергии при нагрузке, рассчитанные с помощью нагрудного датчика частоты сердечных сокращений Polar с расходами энергии, рассчитанными метабологом. В среднем, расход энергии во время нагрузки, согласно нагрудному датчику Polar, составил  $120 \pm 20$  ккал. Средний расход энергии во время нагрузки, согласно данным метаболога, составил  $108 \pm 20$  ккал. Средняя разница составила 12%, диапазон разницы составил от 6% до 33%.

**Ключевые слова:** спорт, пульсометрия, носимые трекеры активности, непрямая калориметрия, питание.

### ABOUT THE ACCURACY OF IDENTIFYING ENERGY EXPENDITURE BY THE WEARABLE ACTIVITY TRACKER POLAR

A.G. Antonov<sup>1</sup>, V.D. Vybornov<sup>1</sup>, P.D. Rybakova<sup>1,2</sup>, A.B. Miroshnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow State Public Institution "Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams" of the Department of Sports of Moscow, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

**Annotation.** An important factor in the training of an athlete is the preparation of a diet. Many athletes use chest straps to measure heart rate for the calculation of energy expenditure. The aim of the study was to compare exercise energy expenditure calculated using a Polar chest heart rate monitor with energy expenditure calculated by a metabolograph. On average, energy expenditure during exercise, according to the Polar chest strap, was  $120 \pm 20$  kcal. The average energy expenditure during exercise, according to the data of the metabolograph, was  $108 \pm 20$  kcal. The average difference was 12%, the difference ranged from 6% to 33%.

**Keywords:** sports, heart rate monitoring, wearable activity trackers, indirect calorimetry, nutrition.

**Введение.** Во всем мире отсутствие физической активности является насущной проблемой общественного здравоохранения. Недавний отчет Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) показал, что около 23% взрослых и 81% школьников не соблюдают рекомендации по физической активности [1].

Носимые устройства имеют большие перспективы, особенно как средства сбора данных для передовых исследований в области здравоохранения, и спрос на них значительно вырос за последние несколько лет [2]. Неинвазивные носимые устройства потребительского класса как правило, дешевле, чем исследовательские устройства

золотого стандарта, удобны в ношении и доступны по цене для потребителей [3-4]. В последние годы качество и точность носимых устройств улучшились, что привело к большому количеству клинически одобренных сертификатов [5].

В недавнем обзоре Bunn и соавторы отметили склонность носимых устройств недооценивать расход энергии (ЕЕ (energy expenditure), частоту сердечных сокращений (ЧСС) и количество шагов [6]. Носимые устройства Fitbit в высокой степени коррелировали с критериальными показателями количества шагов во время лабораторной оценки и имели неизменно высокую надежность между устройствами как для подсчета шагов, так и для ЕЕ [7]. Однако некоторые устройства имеют тенденцию недооценивать ЕЕ, что согласуется с отдельным обзором точности Fitbit [8], указывающим, что носимые устройства Fitbit обеспечивают точные измерения только в ограниченных обстоятельствах.

Расчет ЕЕ по ЧСС довольно распространено среди нагрудных датчиков таких как Polar, Garmin и т. д. Спортсмены и просто любители фитнеса зачастую используют этот метод для расчета ЕЕ за тренировку с целью коррекции рациона питания.

Коммерческие носимые устройства могут позволить измерять физическую активность населения и масштабные изменения поведения. Однако остаются вопросы относительно их надежности и достоверности.

Цель исследования: сравнить ЕЕ, рассчитанные с помощью нагрудного датчика ЧСС с непрямой калориметрией.

**Методы и организация исследования.** В исследовании приняли участие 6 мужчин (средний возраст  $23 \pm 3$ ), опыт тренировок – от 2 лет. Всем участникам было поручено воздержаться от тренировок за 48 часов до исследования, и за 12 часов исключить прием любых стимуляторов (кофеин, таурин и т.д.). Также все участники получили диетические рекомендации по приему пищи за 3 часа до начала исследования. Испытуемые выполняли ступенчатый тест

на велоэргометре (первая ступень 80 Вт, каждую минуту нагрузка увеличивалась на 15 Вт), критерием остановки теста служила шкала Борга: уровень 19. У испытуемых исследования фиксировали расход калорий с помощью нагрудного датчика Polar H7 (Финляндия) и приложения «Polar beat» (Polar electro, Финляндия) каждую минуту теста, а реальные траты определялись с помощью метабологафа COSMED-QWARK (Италия).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Все участники исследования успешно выполнили нагрузочный протокол. Средний ЕЕ во время нагрузки, согласно нагрудному датчику Polar, составил  $120 \pm 20$  ккал. Средний ЕЕ во время нагрузки, согласно данным метабологафа, составил  $108 \pm 20$  ккал. Средняя разница составила 12%, диапазон разницы составил от 6% до 33%.

В результате исследования нагрудный пульсометр Polar увеличивал ЕЕ от фактического в среднем на 12%, в диапазоне от 6% до 33%. Мы предполагаем, что это зависит, с одной стороны, от тренированности субъекта, а с другой – от пульсовой стоимости занятия, что еще предстоит определить в будущих работах. Такие расхождения могут ввести в заблуждение пользователей данных устройств и привести к неточному расчету суточного ЕЕ как у спортсменов, так и у других физически активных людей. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку прогностических уравнений, чтобы избежать погрешности определения расхода ЕЕ и ошибки расчета калорийности рациона питания.

**Заключение.** В этой работе мы определили, что пользователи, которые используют нагрудный пульсометр Polar для определения расхода энергетических трат, могут значительно переоценить свой рацион по содержанию килокалорий, что может пагубно отразиться на составе тела. В дальнейшем требуется проведение большего количества исследований по влиянию разных устройств, цель которых рассчитывать энергетические траты.



**Дополнительная информация:**

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведенным исследованием и публикацией настоящей статьи.

**Additional information:**

**Funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interests.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. World Health Organization Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979> (accessed 21.06.2022).
2. Using fitness trackers and smartwatches to measure physical activity in research: analysis of consumer wrist-worn wearables / Henriksen A., Haugen Mikalsen M., Woldaregay A. Z. [et al] // *J Med Internet Res.* – 2018. – № 20(3). – pp. e110. DOI: 10.2196/jmir.9157.
3. Carpenter, A. Smart-watches: a potential challenge to the implantable loop recorder / A. Carpenter, A. Frontera // *Europace.* – 2016. – № 18(6). – pp. 791-793. DOI: 10.1093/europace/euv427.euv427.
4. Hickey, A. M. Utility of consumer physical activity trackers as an intervention tool in cardiovascular disease prevention and treatment / A. M. Hickey, P. S. Freedson // *Prog Cardiovasc Dis.* – 2016. – № 58(6). – pp. 613-619. DOI: 10.1016/j.pcad.2016.02.006.S0033-0620(16)30016-0.
5. Dunn, J. Wearables and the medical revolution / J. Dunn, R. Runge, M. Snyder // *Per Med.* – 2018. – № 15(5). – pp. 429-448. DOI: 10.2217/pme-2018-0044.
6. Current State of Commercial Wearable Technology in Physical Activity Monitoring 2015-2017 / J. Bunn, J. Navalta, C. Fountaine, J. Reece // *Int J Exerc Sci.* – 2018. – № 11(7). – pp. 503-515.
7. Accuracy of Fitbit Devices: Systematic Review and Narrative Syntheses of Quantitative Data / Feehan L. M., Geldman J., Sayre E. C. [et al] // *JMIR Mhealth Uhealth.* – 2018. – № 6(8). – pp. e10527. DOI: 10.2196/10527.
8. PRISMA-P Group Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement / Moher D., Shamseer L., Clarke M. [et al] // *Syst Rev.* – 2015. – № 4:1. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Алексей Геннадьевич Антонов** – специалист по комплексному научно-методическому сопровождению спортсменов ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва, e-mail: [alexantonovk@gmail.com](mailto:alexantonovk@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3409-4485.

**Василий Дмитриевич Выборнов** – кандидат биологических наук, заместитель директора по медико-биологическому и научно-методическому сопровождению ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва, e-mail: [v.vybornov84@gmail.com](mailto:v.vybornov84@gmail.com), ORCID: 0000-0002-9522-8328.

**Полина Денисовна Рыбакова\*** – специалист по комплексному научно-методическому сопровождению спортсменов ГКУ города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, Москва. Магистрантка кафедры спортивной медицины, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, e-mail: [rybakova.poly@yandex.ru](mailto:rybakova.poly@yandex.ru), ORCID: 0000-0003-1165-6518.

**Александр Борисович Мирошников** – кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, e-mail: [benedikt116@mail.ru](mailto:benedikt116@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4030-0302>.

\*автор, ответственный за переписку

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

**Aleksej Gennad'evich Antonov** – Expert in comprehensive scientific and methodological support for athletes, Moscow State Public Institution "Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams" of the Department of Sports of Moscow, Moscow, e-mail: [alexantonovk@gmail.com](mailto:alexantonovk@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3409-4485.

**Vasilij Dmitrievich Vybornov** – Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for biomedical and scientific and methodological support, Moscow State Public Institution "Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams" of the Department of Sports of Moscow, Moscow, e-mail: [v.vybornov84@gmail.com](mailto:v.vybornov84@gmail.com), ORCID: 0000-0002-9522-8328.

**Polina Denisovna Rybakova\*** – Expert in comprehensive scientific and methodological support for athletes, Moscow State Public Institution "Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams" of the Department of Sports of Moscow; Master Student of the Department of Sports Medicine, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: [rybakova.poly@yandex.ru](mailto:rybakova.poly@yandex.ru), ORCID: 0000-0003-1165-6518.

**Aleksandr Borisovich Miroshnikov** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports Medicine, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: [benedikt116@mail.ru](mailto:benedikt116@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4030-0302>.

\*corresponding author

**Для цитирования:** О точности определения затрат энергии носимым трекером активности Polar / А.Г. Антонов, В.Д. Выборнов, П.Д. Рыбакова, А.Б. Мирошников // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 1. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_1

**For citation:** Antonov A.G, Vybornov V.D., Rybakova P.D., Miroshnikov A.B. About the accuracy of identifying energy expenditure by the wearable activity tracker Polar. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 1. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_1

Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_2  
УДК 577.175.322; 796

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_2  
UDC 577.175.322; 796

## ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА И СОМАТОТРОПНЫЙ ГОРМОН

Л.А. Ботвинава, Ю.В. Корягина

ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

**Аннотация.** Гормон роста или соматотропный гормон привлекает к себе исследователей, занимающихся изучением его анаболической активности в плане усиления мышечной силы и массы. Это интересует, в первую очередь, тренеров, спортсменов и ученых, которые пытаются объяснить анаболический эффект соматотропина при различных вариантах тренировочного процесса. Проведенный теоретический анализ показал, что в настоящее время до сих пор не представлено логичной масштабной картины взаимосвязей и влияний соматотропного гормона на различные функции организма спортсменов, или просто лиц, занимающихся физическими упражнениями. Практически отсутствуют исследования взаимосвязей и взаимозависимостей объема и характера двигательной активности человека и продукции соматотропного гормона. Данные исследования представляют фундаментальный и практический интерес так как позволяют выявить более глубокие механизмы адаптации к двигательной активности, а также ее влияние на закономерности роста и развития организма человека.

**Ключевые слова:** гормоны гипофиза, соматотропный гормон, физические упражнения, двигательная активность.

## PHYSICAL ACTIVITY AND SOMATOTROPIC HORMONE

L.A. Botvineva, Yu.V. Koryagina

FSBI "North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, Russia

**Annotation.** Growth hormone or somatotrophic hormone attracts researchers who study its anabolic activity in terms of increasing muscle strength and mass. First of all, this is of interest to coaches, athletes and scientists who are trying to explain the anabolic effect of somatotropin in various variants of the training process. The theoretical analysis carried out demonstrated that at present there is still no logical large-scale picture of the relationships and effects of somatotrophic hormone on various functions of the body of athletes, or simply people engaged in physical exercises. There are practically no studies of the relationship and interdependence of the volume and nature of human motor activity and the production of somatotrophic hormone. These studies are of fundamental and practical interest, as they will reveal deeper mechanisms of adaptation to motor activity, as well as its influence on the patterns of growth and development of the human body.

**Keywords:** pituitary hormones, somatotrophic hormone, physical exercises, motor activity.

**Введение.** Эндокринная система имеет сложную соподчиненную организацию. Это можно проследить на любых гормональных взаимоотношениях. Все системы регулируются с помощью негативных и позитивных обратных связей [1]. Вместе с тем, каждая из них (тироидная, гипоталамо-гипофизарная и др.) взаимосвязаны друг с другом. Кроме того, существует множество механизмов взаимодействия гормональной, нервной и

иммунной систем. Даже существует область знаний – нейроиммуноэндокринология, показывающая связь этих трех регуляторных систем, которые сопровождают действием своих гормонов, нейрогормонов, пептидов любую функцию организма (пищеварение, рост, беременность, двигательную активность и др.) [2-3]. Интенсивная мышечная деятельность повышает активность функций организма, соответственно в первую очередь

их нервно-гуморальную регуляцию. В связи с чем представляет интерес влияние интенсивной физической нагрузки на особенности продукции гормонов, определяющий рост и развитие организма.

Цель работы: теоретический анализ механизмов влияния физической нагрузки на продукцию соматотропного гормона.

#### **Методы и организация исследования.**

В работе представлены результаты контент-анализа научно-исследовательских работ отечественных и зарубежных авторов, представленные в рецензируемых научных изданиях, по проблеме влияния физической нагрузки на продукцию соматотропного гормона. Анализируются механизмы продукции гормона, факторы, влияющие на данный процесс.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Нервная регуляция эндокринных функций осуществляется несколькими механизмами. Одним из них является нейросекреция, т.е. выделение гормонов из нейрона в кровь. Другой механизм заключается в непосредственной автономной иннервации эндокринных тканей, сопрягающей нервные сигналы из центральной нервной системы (ЦНС) с секрецией гормонов, а гормоны, в свою очередь, влияют на нервную систему. Переключение нервных сигналов на эндокринные происходит в основном в функциональной гипоталамо-гипофизарной системе, регулирующей функциональную активность периферических эндокринных желез и другие функции организма [4-6].

Поступающие в переднюю долю гипофиза гормоны гипоталамуса регулируют секрецию гипофизарных гормонов. Стимулирующими этот процесс являются гипоталамические гормоны – рилизинг-гормоны (РГ) или либерины, к ним относятся тиротропин рилизинг-гормон, гонадотропин РГ, кортикотропин РГ, соматолиберин (соматотропин РГ) и другие, к ингибирующим или статинам – соматостатин и дофамин. Кроме специализированных гормонов, гипоталамус продуцирует нейротрансмиттеры (биологически активные амины – дофамин, адреналин, норадреналин, серотонин, ацетилхолин,

гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), гистамин), нейропептиды (вазоактивный интестинальный пептид (ВИП), нейротензин, компоненты ренин-ангиотензиновой системы (РАС), холецистокинин (ХЦК), эндотелин, нейропептид Y). Все эти вещества оказывают разнообразное действие на переднюю и заднюю доли гипофиза и центральной нервной системы (ЦНС) [7-10].

На секрецию гормонов гипофиза кроме гипоталамических и периферических гормонов, поступающих с кровью, влияют такие внешние факторы, как стресс, питание, болезни и др. Стресс стимулирует секрецию адренкортикотропного гормона (АКТГ), соматотропина (СТГ), и пролактина (ПРЛ). Секреция ПРЛ и СТГ отличается от других тем, что не регулируется классической обратной связью. Основными регуляторами этих гормонов являются гипоталамические либерины и статины. В регуляции секреции ПРЛ основную роль играют ингибиторные влияния, а секреции гормона роста – стимулирующие [11-12].

СТГ представляет собой белковый гормон, состоящий из 191 аминокислотного остатка с молекулярной массой 21500 кДа. Он синтезируется и секретируется соматотрофами передней доли гипофиза. Главная функция СТГ – стимуляция линейного роста человека. Стимуляция эта опосредуется инсулиноподобным фактором роста-1 (ИФР-1) [13-14]. СТГ влияет на все виды обмена: на углеводный – снижает поглощение глюкозы внепеченочными тканями, увеличивает продукцию глюкозы печенью, вместе с глюкокортикоидами и инсулином – запасы гликогена в печени, уровень глюкозы и кетоновых тел в плазме крови; на липидный – увеличивает липолиз в адипоцитах, уровень кетоновых тел в плазме; на белковый обмен – увеличивает поглощение аминокислот и синтез белка через действие ИФР-1 [15].

Период полураспада СТГ в плазме колеблется в пределах 20-50 минут. В ранние утренние часы концентрация СТГ не достигает 2 нг/мл (90 пмоль/мл). Уровень ИФР-1 в плазме определяют в основном радиоиммунологическим методом, определение его

концентрации как медиатора действия СТГ позволяет более точно оценивать биологическую активность последнего [16].

Секреция СТГ регулируется двумя гипоталамическими гормонами – соматотропин-релизинг гормоном и соматостатином. Стимулирующими секрецию СТГ физиологическими факторами являются следующие: сон, физические нагрузки, стресс физический или психологический, гипогликемия; патологическими – снижение уровня белка и голодание, нервная анорексия, хроническая почечная недостаточность, акромегалия, ожирение, гипотиреоз, гипертиреоз и др., существует много фармакологических стимуляторов. Нервные факторы также влияют на секрецию СТГ, например, усиление импульсной секреции СТГ во время сна обусловлено нервными импульсами. Максимальный уровень СТГ обнаруживается через 1-4 часа после засыпания у детей и с возрастом уменьшается. Для всех изученных гормонов гипофиза характерна импульсная эпизодическая секреция [15].

Нарушения секреции и синтеза гормона роста тяжело сказываются на развитии ребенка, проявляясь гипофизарным нанизмом или наоборот гигантизмом. Но СТГ необходим и взрослым, т.к. он регулирует обмен веществ, влияет на психическое здоровье и сохраняет молодость, активизирует синтез нуклеиновых кислот РНК и ДНК, ускоряет заживление ран, противодействует старению организма и развитию ожирения [17-21].

Благодаря анаболическому эффекту гормона роста, т.е. его способности стимулировать образование белков, наращивается мышечная масса, укрепляется костный скелет организма. СТГ улучшает усвояемость кальция и фосфора костной тканью, поддерживая ее плотность, способствует сжиганию жира. СТГ активизирует витамин D в почках, что влияет на усвоение кальция и фосфора, предупреждает их потерю с мочой и способствует укреплению костей [22-23].

С возрастом уровень СТГ падает, и это одна из причин старческой саркопении

(уменьшения мышечной массы). Для улучшения ситуации необходимо в своем организме создать условия, чтобы СТГ вырабатывался в организме как можно дольше естественным путем. Для этого необходимо наладить свой сон, так как он способствует стимуляции выработки СТГ, заниматься физкультурой, употреблять здоровую пищу с достаточным количеством белка, ограничением простых углеводов и продуктов, содержащих большое количество холестерина, так как они не способствуют синтезу СТГ. На значение физической нагрузки указывает тот факт, что у здоровых людей в условиях строгого постельного режима резорбция костей преобладает над костеобразованием и быстро развивается отрицательный баланс кальция.

На долю скелетных мышц приходится около 50% массы тела. Они способны изменять свои энергетические потребности в 20 и более раз. При физической нагрузке у человека возрастает функциональная активность не только скелетных мышц, но и сердца и дыхательной мускулатуры, что обеспечивает доставку нужного количества оксигенированной крови для удовлетворения возросших потребностей работающих мышц. Разные виды физической нагрузки по-разному влияют на мышечную ткань в плане стимуляции анаболических процессов изменением концентрации СТГ.

Изучено влияние силовых упражнений на изменение концентрации СТГ. При силовых тренировках применяется множество разнообразных тренировочных программ, при которых происходит выбор элементов программирования, и их взаимодействие может играть важную роль в определении величины изменения уровня СТГ [24-25]. Доказано, что к числу внешних факторов, играющих определенную роль в способности стимулировать повышение СТГ, являются: объем вовлеченных в работу мышц, величина нагрузки при выполнении упражнений, ее объем и продолжительность интервалов отдыха между этапами выполнения упражнений. Несмотря на большое количество

комбинаций приведенных факторов, исследования, проведенные W.J. Краетер с соавторами (1990, 1993), показали, что при сравнении программ занятий можно выделить три фактора, которые оказывают наибольшее стимулирующее действие на СТГ у мужчин и женщин: это сочетание большого объема выполненной работы, короткая продолжительность интервалов для отдыха (1 минута) и использование средней величины отягощений 10 ПМ [25-27]. Дальнейшие исследования показали, что выявленные зависимости влияния силовых упражнений на стимуляцию СТГ зависят от изменения кислотно-щелочного баланса (увеличение лактатного ответа) под влиянием этих упражнений [28]. Образцы крови, взятые у лиц, выполнявших силовые упражнения в ночное время, показали, что концентрация СТГ в первой половине ночи была ниже, в сравнении с контролем, а во второй половине – выше, чем в контрольных пробах. Исследователи предположили, что наблюдавшиеся изменения могли быть результатом влияния соматостатина или других метаболических или гормональных сигналов, таких как соматолиберин или грелин [29-30]. Эти предположения ждут своих исследователей.

Экспериментальные данные, полученные на животных, свидетельствуют о важности влияния физической нагрузки для секреции СТГ, который в свою очередь стимулирует соматический рост и гипертрофию мышц. Под влиянием повышенного волнообразного базального уровня СТГ при физической нагрузке наблюдалось увеличение длины элементов скелета у животных, увеличение массы тела и снижение жировой ткани по сравнению с контрольными животными в пассивном состоянии [31].

При занятиях аэробными упражнениями отмечают острые и хронические изменения СТГ. Стимуляция секреции СТГ наблюдается уже через 15 минут после начала выполнения аэробных упражнений, существует линейная дозовая зависимость между интенсивностью упражнений и уровнем секреции СТГ. У женщин всех возрастов отмечается уровень СТГ более высокий, чем

у мужчин сопоставимого возраста, и у них менее выражен волнообразный характер секреции. Увеличение секреции СТГ в ответ на физическую нагрузку у молодых лиц выше по сравнению с более пожилыми. Старение у мужчин приводит к ослаблению эффективности физической нагрузки в плане усиления секреции СТГ в 3,9 раза [32]. Предполагают, что возможными причинами снижения секреции СТГ у лиц старшего возраста может быть дисбаланс в секреции регулирующих уровень СТГ гормонов (соматостатина и соматолиберина или грелина).

Интенсивность и продолжительность аэробной нагрузки, уровень физической подготовленности, пол и возраст влияют на степень изменений СТГ в ответ на физические упражнения. Возраст и ожирение приводят к заметному снижению секреторного ответа за счет изменения метаболических сигналов в регуляторной системе и эффектов ее основных компонентов [32]. Пол человека определяет особенности секреции СТГ в ответ на физическую нагрузку независимо от возраста. Циркадные ритмы практически не влияют на эффект физической нагрузки. Не было обнаружено никакой зависимости изменений СТГ от времени проведения занятий в течение суток. Снижение физиологического уровня секреции СТГ у лиц, ведущих малоподвижный образ жизни, имеющих ожирение, пожилых людей является одной из причин увеличения жировых отложений в брюшной области, возникновения дислипидемии, относительной нечувствительности к инсулину (инсулинорезистентности), снижения массы мышечной и костной тканей (саркопении) и снижения качества жизни.

**Заключение.** Таким образом, физическая нагрузка стимулирует секрецию СТГ. Продукция СТГ также зависит от таких факторов, как пол, возраст, образ жизни, ожирение и т.д. Представленные данные не дают логичной масштабной картины взаимосвязей и влияний СТГ на различные функции организма спортсменов, или просто лиц, занимающихся физическими упражнениями. Практически отсутствуют исследования взаимосвязей объема и

характера двигательной активности человека и продукции СТГ. Данные исследования представляют фундаментальный и практический интерес, так как позволяют

выявить более глубокие механизмы адаптации к двигательной активности, а также закономерности роста и развития организма человека.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goodman, H. M. Basic Medical Endocrinology, 2nd ed / H. M. Goodman. – Raven Press, New York, 1994. – 344 p.
2. Акмаев, И. Г. Нейроиммуноэндокринология: факты и гипотезы / И. Г. Акмаев // Проблемы эндокринологии. – 1997. – № 1. – С. 3-9. [In English] Akmaev I.G. Neuroimmunoendocrinology: evidence and hypothesis. Problems of Endocrinology, 1997, no. 1, pp. 3-9.
3. Savino, W. Immunoneuroendocrine connectivity: the paradigm of the thymus-hypothalamus/pituitary axis / W. Savino // Neuroimmunomodulation. – 1999. – Vol.6. – P. 126.
4. Болезни органов эндокринной системы / Под ред. И.И. Дедова. – М.: Медицина. – 2000. – 1946 с. [In English] Diseases of the endocrine system organs. Ed. by I. I. Dedov. Moscow: Meditsina, 2000. 1946 p.
5. Волевода, Н. Н. Гормон роста и сердечно-сосудистая система / Н. Н. Волевода // Проблемы эндокринологии. – 2011. – Т. 57. – № 4. – С. 37-47 [In English] Volevoda N.N. The growth hormone and the cardiovascular system. Problems of Endocrinology, 2011, vol. 57, no. 4, pp. 37-47
6. Mechanisms of Action of Hormones That Act at the Cell Surface / A. Spiegel, C. Carter-Su, S. Taylor, R. Kulkarni. – In: Williams Textbook of Endocrinology, 10th ed. – Saunders, 2002. – 1820 p.
7. Anderson, J. R. Neurology of the pituitary gland / J. R. Anderson // J Neurology Neurosurg Psychiatry. – 1999. – Vol.66. – P. 703.
8. Art, E. Pathophysiological role of the cytokine network in the anterior pituitary gland / E. Art // Front Neuroendocrinol. – 1999. – Vol. 20. – P.71.
9. Art, E. Gp 130 cytokine signaling in the pituitary gland: a paradigm for cytokine-neuro-endocrine pathways / E. Art // J Clin Invest. – 2001. – Vol.108. – P. 1729.
10. Ben-Jonathan, N. Dopamin as a prolactin (PRL) inhibitor / N. Ben-Jonathan, R. Hhasko // Endocr Rev. – 2001. – Vol. 22. – P. 724.
11. Jansson, C. Growth hormone (GH) assay characteristic, and GH binding protein / C. Jansson // Clin Chem. – 1997. – Vol. 43. – P. 950.
12. Chen, C. Growth hormone secretagogue action on the pituitary gland: multiple receptor for multiple ligands? / C. Chen // Clin Exp Pharmacol Physiol. – 2000. – Vol. 27. – P. 323.
13. The somatomedin hypothesis / Le Roith D., Bondy C., Yakar S. [et al] // Endocr Rev. – 2001. – № 22. – P. 53.
14. Clark, R. G. Robinson ICAF: UP and Down the growth hormone cascade / R. G. Clark // Cytokine Growth Factor Rev. – 1996. – № 7. – P. 65.
15. Воротникова, С. Ю. Метаболические эффекты гормона роста / С. Ю. Воротникова, Е. А. Пигарова, Л. К. Дзеранова // Ожирение и метаболизм. – 2011. – № 4. – С. 55-60. [In English] Vorotnikova S.Yu., Pigarova E.A., Dzeranova L.K. Metabolic effects of the growth hormone. Obesity and Metabolism, 2011, no. 4, pp. 55-60.
16. Thorner, M. O. The anterior pituitary / M. O. Thorner. – In: Williams textbook of endocrinology. 9th ed. – Philadelphia: Wb Saunders, 1988. – 1819 p.
17. Дедов, И. И. Соматотропная недостаточность / И. И. Дедов, А. Н. Тюльпаков, В. А. Петеркова – М.: Индекс Принт, 1998. – 312 с. [In English] Dedov I.I., Tyul'pakov A.N., Petrakova V.A. Somatotrophic insufficiency. Moscow: Indeks Print, 312 p.
18. Thorner, M. O. Manifestations of anterior pituitary hormone deficiency / M. O. Thorner. – In: Williams textbook of endocrinology. 9th ed. – Philadelphia: Wb Saunders, 1988. – 1819 p.
19. Salomon, F. The Effects of treatment with recombinant human growth hormone on body composition and metabolism in adults with growth hormone deficiency / F. Salomon // N Engl J Med. – 1989. – Vol. 321. – pp. 1979-1803.
20. Biochemical evaluation of disease activity after pituitary surgery in acromegaly: a critical analysis of patients who spontaneously change disease status/ Espinosa de los Monteros A. L., Sosa F., Cheng S. [et al] // Clin. Endocrin. – 2006. – № 64. – pp. 245-249.
21. Frequent occurrence of pituitary apoplexy in patients with non-functioning pituitary adenoma / Nielsen E. H., Lindholm J., Bjerre V. [et al] // Clin. Endocrin. – 2006. – № 64. – pp. 319-322.
22. Growth hormone treatment of adults with growth hormone deficiency: Results of a 13 month placebo-controlled crossover study / Whitehead H. M., Boreham C., McIlrath E. M. [et al] // Clinical Endocrinology. – 1992. – Vol. 36. – pp. 45-52.

23. Effects of 10 years of growth hormone (GH) replacement therapy in adult GH deficient men / Arwert L. I., Roosr C., Lips P. [et al] / Clin. Endocrin. – 2005. – № 63. – pp. 310-316.
24. Fleck, S. J. Designing Resistance Training Programs, 3rd ed / S. J. Fleck, W. J. Kraemer. – Human Kinetics, Champaign, IL. – 2004. – 392 p.
25. Kraemer, W. J. The influence of muscle action on the acute growth hormone response to resistance exercise and short-term detraining / W. J. Kraemer, G. A. Dudley, P. A. Tesch // Growth hormone and IGF Research. – 2001. – Vol. 11. – pp. 75-83.
26. Kraemer, W. J. Normonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols / W. J. Kraemer, L. Marchitelli, S. E. Gordon // Journal of Applied Physiology. – 1990. – Vol. 69. – pp. 1442-1450.
27. Kraemer, W. J. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women / W. J. Kraemer, S. J. Fleck, J. E. Dziados // Journal of Applied Physiology. – 1993. – Vol. 75. – pp. 594-604.
28. Gordon, S. E. Effect of acid-base balance on the growth hormone response to acute high-intensity cycle exercise / S. E. Gordon, W. J. Kraemer, N. H. Vos // Journal of Applied Physiology. – 1994. – Vol. 76. – pp. 821-829.
29. Fujisawa, I. Magnetic resonance imaging of the hypothalamic-neurophyseal system / I. Fujisawa // Neuroendocrinol. – 2004. – № 16. – P.297.
30. Growth hormone pulsatility profile characteristics following acute heavy resistance exercise / B. Nindl, W. Hymer, D. Deaver, W. Kraemer // Journal of Applied Physiology. – 2001. – Vol. 91. – pp. 163-172.
31. Borer, K. T. The effects exercise on growth / K. T. Borer // Sports Medicine (Auckland, NZ). – 1995. – Vol. 20(6). – pp. 375-397.
32. The relationship between exercise intensity and growth hormone (GH) release is attenuated in older men / Weltman A., Pritzlaff, C.P., Wideman, L. [et al] // Paper presented at the Fourth International Conference of The Growth Hormone Research Society, Gothenburg, Sweden, 2000(b).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Любовь Алексеевна Ботвинева** – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», Ессентуки.

**Юлия Владиславовна Корягина** – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [nauka@skfmba.ru](mailto:nauka@skfmba.ru).

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

**Lyubov' Alekseevna Botvineva** – Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki.

**Yulia Vladislavovna Koryagina** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: [nauka@skfmba.ru](mailto:nauka@skfmba.ru).

**Для цитирования:** Ботвинева, Л. А. Физическая нагрузка и соматотропный гормон / Л. А. Ботвинева, Ю. В. Корягина / Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_2

**For citation:** Botvineva L.A., Koryagina Yu.V. Physical activity and somatotrophic hormone. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_2



Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_3  
УДК 612.821.8; 612.833.8

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_3  
UDC 612.821.8; 612.833.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО И ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Н.В. Лунина<sup>1,2</sup>, Ю.В. Корягина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, г. Ессентуки, Россия

**Аннотация.** Исследовали реагирующую способность спортсменов в зрительно-моторных тестах различной сложности во взаимосвязи с основными ритмами головного мозга, изучено взаимодействие регулирующего и исполнительного аппарата нервно-мышечной системы спортсменов. Взаимодействие оценивалось по силе и направленности связей, определенных корреляционным анализом по Спирмену. Взаимодействие регулирующего и исполнительного аппарата нервно-мышечной системы спортсменов представлено наличием положительных связей средней силы между основными ритмами мозга (альфа-, бета-, тета-ритмы, коэффициентом тета-ритма/бета-ритма), электромиографией мимической мускулатуры с результатами зрительно-моторных тестов различной сложности, отражающих различные структурно-функциональные уровни головного мозга, задействованных в обеспечении исполнения моторного ответа. Развитие утомления реагирующего и исполнительного аппаратов с высокой силой взаимодействия коррелирует между числом ошибочных моторных реакций и отсутствием моторного ответа с бета-ритмом, тета-ритмом, напряжением мимической мускулатуры, снижением силы взаимодействия с альфа-ритмом головного мозга спортсменов.

**Ключевые слова:** ритмы головного мозга, нервно-мышечная система, реагирующая способность, спортсмены.

## STUDY OF THE REACTIVE ABILITY OF THE NEUROMUSCULAR SYSTEM OF ATHLETES DURING INTERACTION BETWEEN THE REGULATORY AND EXECUTIVE PARTS

N.V. Lunina<sup>1</sup>, Yu.V. Koryagina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

<sup>2</sup>FSBI "North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, Russia

**Annotation.** We have studied the reactive ability of athletes in the sensorimotor tests of various difficulty in connection with the main rhythms of the brain, examined interaction between the regulating and executing parts of the neuromuscular system of athletes. This interaction was rated by the strength and direction of the connections identified with the Spearman correlation analysis. The results are presented in positive connections of the average strength between the main rhythms of the brain (alpha, beta, theta rhythms, and the theta/beta rhythms ratio), the mimic muscle electromyography with the results of sensorimotor tests of various difficulty, showing different structural and functional levels of the brain engaged in the motor response support. Developing fatigue of the regulating and executing parts greatly correlates with a number of erroneous motor responses and an absence of motor responses with beta and theta rhythms, stress of the mimic muscles, decrease in strength of interaction with alpha rhythm of an athlete's brain.

**Keywords:** brain rhythms, neuromuscular system, reactive ability, athletes.

**Введение.** Регуляция целенаправленной двигательной активности человека, обеспечивающая адаптацию организма спортсменов к профессиональной деятельности, существенно зависит от функционального состояния моторной системы [1-4] и способности к адаптационным морфофункциональным изменениям всех уровней функционирования организма к специфике спортивной деятельности. Реагирующая способность нейро-мышечной системы в виде моторного ответа отражает пластичность и функционирование мышечного аппарата как исполнительного звена. Состояние регулирующего аппарата реагирующей способности отражает функциональное состояние нейронных структур, обеспечивающих движение. Заключение о функциональном состоянии нейро-мышечной системы и произошедших в ходе профессиональной деятельности адаптационных изменений позволяет изучить согласованности взаимодействия регулирующего и исполнительного аппарата спортсменов при исследовании реагирующей способности [5].

**Методы и организация исследования.** Состояние регулирующего аппарата нервно-мышечной системы спортсменов оценивали по основным ритмам головного мозга (альфа-ритм, бета-ритм, тета-ритм, соотношение тета/бета ритмов, Гц, %) на ПАК «БОСЛАБ» (версия БИ-02, г. Новосибирск) при 10-минутной записи при открытых глазах, в центральном отведении электродов Cz-Fz (по Международной классификации «10-20», индифферентный электрод – на мочке уха), электромиографическое напряжение (ЭМГ) мимической мускулатуры регистрировалось датчиками со лба испытуемых.

По реагирующей способности мышечного, моторного ответа спортсменов оценивали функционирование исполнительного аппарата нервно-мышечной системы на предъявляемые стимулы различной сложности посредством компьютеризированных программ [6]. Изучали простую зрительно-моторную реакцию (ПЗМР), сложную

зрительно-моторную реакцию (СЗМР), среднее время реакции (мс) (ПЗМР, СЗМР), ошибочные реакции СЗМР (общее число, кол-во), отсутствие реакции при СЗМР (общее число, кол-во).

Изучением взаимосвязей регистрируемых показателей посредством корреляционного анализа по Спирмену определяли взаимодействие регулирующего аппарата и исполнительного аппарата нейро-мышечной системы (учитывались значения коэффициента корреляции средней ( $r=\pm 0,3$  до  $\pm 0,699$ ) и высокой силы взаимодействия ( $r=\pm 0,7$  до  $\pm 1 \geq 0,99$ )).

Взаимодействие регулирующего и исполнительного аппаратов нервно-мышечной системы в сенсорно-моторных тестах различной сложности отражают общий уровень функционирования центральной нервной системы (ЦНС), ее работоспособность и активность, динамику протекания нервных процессов, скорость переключения спортсменов на различные виды деятельности [7].

**Результаты исследования и их обсуждение.** При анализе среднего времени ПЗМР, соотносимой с макродвижениями и обеспечивающейся пирамидно-стриальным уровнем организации движения [7], отмечена средняя степень взаимодействия с изучаемыми ритмами головного мозга (Гц): с альфа-ритмом ( $r=0,4$ ), с бета-ритмом ( $r=0,51$ ), с тета-ритмом ( $r=0,44$ ), и бета-ритмом (%) ( $r=0,45$ ).

Анализ среднего времени СЗМР, отражающей селективную деятельность ЦНС с различением предъявляемых сигналов и выбором способов поведенческого реагирования [8], что регулируется исключительно кортикальным уровнем центральной нервной системы [10], отразил увеличение силы взаимодействия с ритмами головного мозга: с альфа-ритмом ( $r=0,5$ ), с бета-ритмом ( $r=0,65$ ), с тета-ритмом ( $r=0,5$ ) и снижение взаимодействия с ЭМГ ( $r=0,38$ ). Данная динамика может отражать перераспределение процессов возбуждения, смещение напряжения с исполнительного (моторного) аппарата на регуляторный

(ЦНС) аппарат нейромышечной системы спортсменов в обеспечении более сложного моторного ответа.

Возникновение процессов утомления отражает появление ошибочных реакций и отсутствие моторного ответа в СЗМР, что отразилось во взаимодействии числа ошибочных реакций с ритмами головного мозга: с альфа-ритмом ( $r=0,4$ ), с бета-ритмом ( $r=0,4$ ), с тета-ритмом ( $r=0,52$ ) и напряжением мимической мускулатуры (ЭМГ,  $r=0,4$ ). Отсутствие реакции на сигнал значительно взаимодействует с бета-ритмом ( $r=0,75$ ) и тета-ритмом ( $r=0,8$ ), с ЭМГ ( $r=0,8$ ), снижаясь в альфа-ритме ( $r=0,5$ ). Это, в совокупности, отражает возникновение перенапряжения и утомления в нервно-мышечной системе спортсменов как регуляторного аппарата (ЦНС), так и исполнительного (мышечного) аппарата в зависимости

от характера локального или генерализованного утомления.

**Заключение.** Анализ функционирования нервно-мышечной системы по исследованию взаимодействия регулирующего и исполнительного аппарата при изучении реагирующей способности спортсменов позволяет диагностировать, контролировать и прогнозировать вероятное наступление негативных психофизиологических процессов, в том числе, утомления, связанных с профессиональной деятельностью, влияющих на ее работоспособность и эффективность [5, 6, 10-14]. Определение степени взаимосвязи регулирующего и исполнительного аппарата позволяет обоснованно подойти к выбору профилактических и восстановительных средств нервно-мышечной системы спортсменов в процессе их профессиональной деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких, М. М. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка): учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.
2. Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial / Flynn K. E., Piña I. L., Whellan D. J. [et al] // HF-ACTION Investigators. JAMA. – Apr 8, 2009. – Vol. 301(14) – pp. 1451-1459.
3. Сонькин, В. Д. Развитие мышечной энергии и работоспособности в онтогенезе / В. Д. Сонькин, Р. В. Тамбовцева. – URSS, 2011. – 368 с.
4. Рощина, Л. В. Эффект чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на функциональное состояние моторной системы человека / Л. В. Рощина, А. А. Челноков // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 4.
5. Лунина, Н. В. Взаимосвязи регулирующего и исполнительного аппарата нервно-мышечной системы спортсменов при изучении реагирующей способности / Н. В. Лунина, Ю. В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1(18). DOI: 10.51871/2588-0500\_2022\_06\_01\_13
6. Корягина, Ю. В. Разработка аппаратно-программного комплекса экспресс оценки и анализа психо-функционального состояния спортсмена от характера локального или генерализованного утомления.
7. "Спортивная диагностика" / Ю. В. Корягина, С. В. Нопин, Г. Н. Тер-Акопов // Курортная медицина. – 2019. – № 4. – С. 54-58.
7. Хорунжий А.А. Методы тестирования и анализа психомоторных способностей дзюдоистов 11-13 лет. Физическая культура и спорт: воспитание, образование, тренировка. – 2017. – № 4. – С. 34–36.
8. Шутова, С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева // Вестник ТГУ. – 2013. – № 5. – С. 2831-2840.
9. Исследование работоспособности и утомления студентов с различным профилем функциональной межполушарной асимметрии / С.С. Матвеев, Э.Ш. Шаяхметова, Л.М. Матвеева, Т.Д. Дубовицкая // Здоровье и образование в XXI веке: электронный научно-образовательный вестник. – 2016. – № 18(4). – С. 30-36
10. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы / Ю.П. Игнатова, И.И. Макарова, К.Н. Яковлева, А.В. Аксенова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2019. – № 3. – С. 38-51.
11. Антипова, Е. И. Психофизиологические риски, обусловленные условиями труда специалистов социальной сферы / Е. И. Антипова, Д. З. Шибкова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-7. – С. 1532-1537.

12.Финк, А. В. Исследование влияния уровня освещенности на чувствительность сетчатки глаз и время зрительно-моторной реакции / А. В. Финк // Известия Алтайского государственного университета. – 2009. – № 3 (63). – С. 30-32.

13.Функциональное состояние зрительного анализатора при использовании традиционных и светодиодных источников света / Капцов В. А., Сосунов Н. Н., Шищенко И. И. [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 93(4). – С. 120-123.

14.Губарева, Л. И. Особенности функционирования центральной нервной системы у работников газотранспортной системы с разной степенью адаптации к условиям профессиональной среды / Л. И. Губарева, Т. Ю. Пономарева, Л. С. Ермолова // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2016. – № 11(4). – С. 573-576.

#### REFERENCES:

1. Bezrukh M.M., Son'kin V.D., Farber D.A. Developmental physiology: (physiology of child development): a textbook for students of higher educational pedagogical organization. Moscow: Publishing Center "Akademia", 2003. 416 p. (in Russ.)

2. Flynn K.E., Piña I.L., Whellan D.J., Lin L., Blumenthal J.A., Ellis S.J., Fine L.J., Howlett J.G., Keteyian S.J., Kitzman D.W., Kraus W.E., Miller N.H., Schulman K.A., Spertus J.A., O'Connor C.M., Weinfurt K.P. Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *HF-ACTION Investigators. JAMA*, April 8, 2009, vol. 301(14), pp.1451-1459.

3. Son'kin V.D., Tambovtseva R.V. Development of muscle energy and performance in ontogenesis. URSS, 2011. 368 p. (in Russ.)

4. Roshcina L.V., Chelnokov A.A. Effect of percutaneous electrical stimulation of spinal cord on human motor system functionality. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 4. (in Russ.)

5. Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Interrelations of the regulatory and executive apparatus of the neuromuscular system of athletes in the study of reactivity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1. DOI: 10.51871/2588-0500\_2022\_06\_01\_13. (in Russ.)

6. Koryagina Yu V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N. Development of hardware and software complex of express evaluation and analysis of athlete psychofunctional status "Sports diagnostics". *Resort Medicine*, 2019, no. 4, pp. 54-58. (in Russ.)

7. Khorzhunskij A.A. Methods of testing and analyzing psychomotor abilities of 11-13 year old judokas. *Physical Culture and Sports: Education, Training*, 2017, no. 4, pp. 34-36. (in Russ.)

8. Shutova S.V., Murav'eva I.V. Sensorimotor reactions as characteristics of functional state of CNS. *Bulletin of the Tambov State University*, 2013, no. 5, pp. 2831-2840. (in Russ.)

9. Matveev S.S., Shayakhmetova E.S., Matveeva L.M., Dubovitskaya T.D. Study of performance and fatigue of students with different profiles of functional interhemispheric asymmetry. *Online scientific and educational journal "Health and Education Millennium"*, 2016, vol. 18(4), pp. 30-36. (in Russ.)

10. Ignatova Yu.P., Marakova I.I., Yakovleva K.N., Aksenova A.V. Visual-motor reactions as an indicator of the CNS's functional state. *Ul'yanovsk Medical and Biological Journal*, no. 3, 2019. pp. 38-51. (in Russ.)

11. Antipova E.I., Shibkova D.Z. Psychophysiological risks caused by working conditions of social work specialists. *Fundamental Research*, 2014, no. 9-7, pp. 1532-1537. (in Russ.)

12. Fink A.V. Study of the effect of the light level on the sensitivity of the retina and the hand-eye reaction time. *Izvestiya of Altai State University*, 2009, no. 3 (63), pp. 30-32. (in Russ.)

13. Kaptsov V.A., Sosunov N.N., Ishchenko I.I., Viktorov V.S., Tulushev V.N., Deinego V.N., Bukhareva E.A., Murashova M.A., Shishchenko A.A. Functional state of the visual analyzer in the conditions of the use of traditional and led light sources. *Hygiene and Sanitation*, 2014, no. 93(4), pp. 120-123. (in Russ.)

14. Gubareva L.I., Ponomareva T.Yu., Ermolova L.S. Central nervous system function in gas transportation system staff with various degree of adaptation to the professional environment. *Medical News of North Caucasus*, 2016, no. 11 (4), pp. 573-576. (in Russ.)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Наталья Владимировна Лунина** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры Физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, e-mail: [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru).

**Юлия Владиславовна Корягина** – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [nauka@skfmba.ru](mailto:nauka@skfmba.ru).

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

**Natal'ya Vladimirovna Lunina** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru).

**Yulia Vladislavovna Koryagina** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: [nauka@skfmba.ru](mailto:nauka@skfmba.ru).

**Для цитирования:** Лунина, Н. В. Исследование реагирующей способности нервно-мышечной системы спортсменов во взаимодействии регулирующего и исполнительного аппарата / Н. В. Лунина, Ю. В. Корягина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_3

**For citation:** Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Study of the reactive ability of the neuromuscular system of athletes during interaction between the regulatory and executive parts. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_3

## СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_4  
УДК 769.922, 612.062

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_4  
UDC 769.922, 612.062

### ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ СКОЛИОЗА У СПОРТСМЕНОК В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

К.Д. Губская<sup>1</sup>, Н.В. Лунина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, г. Ессентуки, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема наличия структурно-функциональных изменений позвоночника в виде сколиоза у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой. Результаты теоретического анализа литературных источников показали, что подростковый возраст 12-14 лет у спортсменок, специализирующихся в художественной гимнастике, с одной стороны по морфо-анатомо-физиологическим параметрам является наиболее уязвимым в плане нарушения баланса в различных системах организма под влиянием специфических нагрузок, с другой стороны – чрезвычайно важным в системе построения тренировочного процесса, т.к. именно в это время происходит развитие и совершенствование физических качеств, артистических и эстетических способностей, становление спортивного мастерства. Полученные данные позволили сформировать теоретическую основу в определении факторов риска развития сколиоза у спортсменок подросткового возраста, специализирующихся в художественной гимнастике.

**Ключевые слова:** сколиоз, художественная гимнастика, спорт, здоровье, опорно-двигательный аппарат, ассиметричные нагрузки.

### RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT AND PROGRESSION OF SCOLIOSIS IN ADOLESCENT ATHLETES IN RHYTHMIC GYMNASTICS: A LITERATURE REVIEW

K.D. Gubskaya<sup>1</sup>, N.V. Lunina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

<sup>2</sup>FSBI “North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

**Annotation.** The article deals with the problem of structural and functional changes in the spine in the form of scoliosis in athletes involved in rhythmic gymnastics. The results of a theoretical analysis of literary sources revealed that adolescence of 12-14 years among athletes specializing in rhythmic gymnastics, on the one hand, is the most vulnerable in terms of imbalance in various body systems under the influence of specific loads, considering morpho-anatomical and physiological parameters. On the other hand, it is extremely important when building the training process, since it is at this time that the development and improvement of physical qualities, artistic and aesthetic abilities and the formation of sportsmanship takes place. The data obtained made it possible to form a theoretical basis in identifying the risk factors of scoliosis's development in adolescent athletes specializing in rhythmic gymnastics.

**Keywords:** scoliosis, rhythmic gymnastics, sports, health, musculoskeletal system, asymmetric loads.

**Введение.** Художественная гимнастика с 1984 года является олимпийским видом спорта [1]. Это сложно-координационный эстетический вид спорта, который постоянно развивается и повышает требования к

технической сложности элементов. Несмотря на это, является одним из самых популярных видов при выборе занятий спортом среди девочек.

В стремлении к вершине мастерства, зачастую юным спортсменкам приходится выдерживать чрезмерную нагрузку. При этом методика тренировки не всегда строится с учетом возрастных и анатомо-физиологических особенностей растущего организма. Это относится и к ранней специализации в гимнастике, подразумевающую большую однообразную асимметричную физическую нагрузку на позвоночник и связочно-мышечный аппарат юных спортсменов.

Процесс тренировки в художественной гимнастике сопряжен с выполнением сложно-координированных элементов, требующих от спортсменок повышенной гибкости в суставах. При этом выполнение асимметричных движений влечет за собой неравномерную работу мышц и связок вокруг позвоночника, что впоследствии приводит к формированию нарушений статодинамических характеристик позвоночника у гимнасток-художниц сначала функционального характера, а в последствии и патологически-закрепленных торсионных изменений позвоночника в виде сколиоза. Повышенный травматизм в художественной гимнастике, возрастные и анатомо-физиологические особенности детского организма, являющиеся приоритетными при спортивном отборе, служат дополнительными факторами риска развития и прогрессирования сколиоза у юных спортсменок.

Целью работы явился теоретический анализ факторов риска развития и прогрессирования сколиоза у спортсменок в художественной гимнастике в подростковом возрасте.

**Методы и организация исследования.** В работе применялся метод контент-анализа научно-исследовательских работ отечественных и зарубежных авторов, представленные в рецензируемых научных изданиях, российских и зарубежных базах данных. Всего проанализировано 32 источника, отобрано 20.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Сколиоз – ортопедическое заболевание, характеризующееся сложной трехплоскостной деформацией позвоночного столба [2], сопровождающееся нарушением функции органов и систем организма, являющееся причиной тяжелых физических и психологических страданий у детей [3].

Чаще всего проблема сколиоза наблюдается среди девочек (в 75%) от 7 до 12 лет [4-5]. Появление и прогрессирование сколиоза наиболее часто наблюдается именно в детском и подростковом возрасте, и связано это с активной стадией роста детей [6] и тем, что именно в этот период позвоночник ребенка наиболее пластичен и, соответственно, подвержен деформации.

Наивысший пик физической нагрузки в художественной гимнастике отмечается на этапе спортивной специализации в 11-14 лет и на этапе спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства – с 14 лет [7]. Данный возраст считается «критическим»: наступает период полового созревания, продолжается развитие функций эндокринной системы, происходит формирование и перестройка нейрогуморальной регуляции [6]. В этот период интенсивные физические нагрузки, оказываемые на растущий организм юной гимнастки, могут стать причиной нарушения функционирования репродуктивной системы, сопровождающиеся гормональными сдвигами в организме и способствующими развитию изменений в костной системе [8].

Специфика художественной гимнастики как ассиметричного вида спорта, занятия которым проводят без учета возрастных и анатомо-физиологических особенностей организма юных гимнасток и пренебрежения к соблюдению методических рекомендаций и мероприятий по восстановлению, относят к высоким рискам формирования и прогрессирования ассиметричных нарушений опорно-двигательного аппарата [9]. К примеру, структура соревновательной программы преимущественно

состоит из выполнения ассиметричных упражнений: гимнастка большинство элементов выполняет на «доминантную ногу», выполнение бросковых элементов и работа с предметом (скакалка, обруч, мяч, булавы, лента) чаще всего осуществляется одной рукой. Кроме того, для совершенствования выполнения программы, между ее «прогонами», гимнасткой выполняется самостоятельная работа над ошибками, при многократном повторении ассиметричных движений, влекущих изменение и перераспределение мышечного тонуса. Отмечается одностороннее превалирование силы мышц спины в поясничном отделе и противоположное усиление мышц в грудном отделе позвоночника.

Также немаловажными факторами возникновения и прогрессирование сколиоза у гимнасток считают чрезмерную общую подвижность в суставах и асимметричные нагрузки на позвоночник [10-12].

Следует учитывать, что развитие сколиоза и нарушения осанки у юных спортсменов возникает вследствие асимметричной нагрузки в период наиболее интенсивного роста организма, что также усугубляет патогенетическую картину.

Наиболее опасно обилие ассиметричных элементов, связанных со сгибанием позвоночника спортсменов в одну сторону, исходя из чего многие исследователи [8, 10] рекомендуют тренерам по художественной гимнастике, увеличить комплекс симметричных физических упражнений во время тренировок, или же проводить комплекс упражнений корригирующего характера после тренировки с целью нивелирования негативного воздействия ассиметричных нагрузок на опорно-двигательный аппарат.

Кроме того, многократно повторяющиеся воздействия ударных сил, а также предельные разгибания позвоночника, выполняемые гимнастками в течение длительного периода времени, ведут к развитию спондилолитической стрессовой реакции, к усталостным травмам и различным заболеваниям опорно-двигательного

аппарата (сколиоз, остеопороз, спондилез, спондилолистез и др.) [8, 13].

К моменту достижения высокого спортивного мастерства, у гимнасток-художниц высокой квалификации отмечаются типичные патологические процессы [14-18]: дегенеративные процессы в межпозвонковых дисках и межпозвонковых суставах [8], при этом частота встречаемости спондилолистеза у гимнасток в 4 раза выше, чем в общей популяции.

На развитие и прогрессирование сколиоза у гимнасток-художниц в совокупности также могут влиять еще ряд факторов, таких как замедление костного возраста и минерализации костей по сравнению со сверстниками, более позднее закрытие костных зон роста [19]. Кроме того, ранняя спортивная специализация и жесткие диеты помимо формирования болевых ощущений, нарушения состояния опорно-двигательного аппарата также приводят к снижению плотности костной ткани [20]. Вышеобозначенное дополнительно подтверждает необходимость тщательного спортивного отбора [21-22], текущего и этапного контроля с целью сохранения здоровья гимнасток и своевременного включения превентивных мер по коррекции возникающих отклонений.

**Заключение.** Подростковый возраст 12-14 лет у спортсменов, специализирующихся в художественной гимнастике, по морфо-анатомо-физиологическим параметрам является наиболее уязвимым в плане нарушения баланса в различных системах организма под влиянием специфических нагрузок с одной стороны, с другой стороны – чрезвычайно важным в системе построения тренировочного процесса, т. к. именно в это время происходит развитие и совершенствование физических качеств, артистических и эстетических способностей, становление спортивного мастерства. Проведение анализа литературных данных сформировало теоретическую основу в определении факторов риска развития сколиоза у спортсменов подросткового возраста, специализирующихся в художественной гимнастике.



В дальнейшем, это послужит базой для разработки методических рекомендаций и проведения восстановительных мероприятий с целью нивелирования негативного

воздействия интенсивных специфических нагрузок преимущественно ассиметричного характера в тренировочном процессе гимнасток-художниц подросткового возраста.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория и методика художественной гимнастики. Артистичность и пути её формирования / И.А. Винер-Усманова, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева, Р.Н. Терехина. – М.: Спорт, 2015. – 120 с.
2. Дудин, М. Г. Идиопатический сколиоз: нейрофизиология, нейрохимия / М. Г. Дудин, Д. Ю. Пинчук. – СПб.: Человек, 2013. – 304 с
3. Ефремов А. Ю. Психофизиологические особенности последствий сколиоза / А. Ю. Ефремов, В. В. Данилушкина // Научные исследования: от теории к практике. – 2015. – №2(3). – С.456-458.
4. Шабанова, О. А. Медико-социальные аспекты инвалидности и реабилитации больных сколиозом: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Оксана Анатольевна Шабанова. – М, 2011. – 26 с.
5. Fadzani, M. Etiological theories of adolescent idiopathic scoliosis: Past and Present / M. Fadzani, J. Bettany-Saltikov // The Open Orthopaedics Journal. – 2017. – № 11 (9). – pp. 1466-1489. DOI: 10.2174/1874325001711011466.
6. Аршин В. В. Сколиоз, причины и механизм развития, новый метод коррекции / В. В. Аршин, А. В., Чебыкин // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. – 2015. – № 1(17). – С. 55-57.
7. Винер И.А. Подготовка высококвалифицированных спортсменов в художественной гимнастике: Автореферат канд. педагогических наук / Ирина Александровна Винер. – СПб, 2003. – 20 с.
8. Бикчурин Н. М. Травмы и заболевания юных спортсменов, занимающихся художественной гимнастикой / Н. М. Бикчурин, Ф. В. Тахавиева // Наука и спорт: современные тенденции. – 2018. – Т. 21. – № 4. – С. 6-10.
9. Инновационный подход к профилактике травматизма при освоении прыжков в художественной гимнастике / Е.Н. Медведева, Р.Б. Цаллагова, А.А. Супрун, Е.Б. Котельникова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 4 (134). – С. 160-163.
10. Scoliosis in rhythmic gymnasts / Tanchev P. I., Dzherov A. D., Parushev A. D. [et al] // Spine. – 2000. – Vol. 25. – № 11. – pp. 1367-1372.
11. Дудин, М. Г. Сколиоз: вопросы и ответы. Учебное пособие / М. Г. Дудин, Д. Ю. Пинчук, М. В. Михайловский. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2019. – 124 с.
12. Current insights into the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis / Latalski M., Danielewicz-Bromberek A., Fatyga M. [et al] // Arch Orthop Trauma Surg. – 2017. – Vol. 137. – pp. 1327-1333. DOI: 10.1007/s00402-017-2756-1
13. Roberts K. Spine injuries in rhythmic gymnastics / K. Roberts // Sport Health. – 2009. – № 3. – pp. 27-29.
14. Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: results from a prospective controlled study / Cupisti A., D'alessandro C., Evangelisti I. [et al] // J Sports Med Phys Fitness. – 2007. – Vol. 47. – № 2. – pp. 203-207.
15. Hutchinson, M. R. Low back pain in elite rhythmic gymnasts / M. R. Hutchinson // MedSciSportsExerc. – 1999. – Vol.31. – № 11. – pp.1686-1688
16. Impact of Scoliosis Severity on Functional Capacity in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis / Saraiva B. M. A., Araujo G. S., Sperandio E. F. [et al] // Pediatr. Exerc. Sci. – 2017. – Vol. 5. – pp.1-24.
17. Особенности неврологического статуса у детей с тяжелыми формами идиопатического сколиоза / Касимова Г.Т., Салиев М. М., Холов З. С. [и др.] // Журнал теоретической и клинической медицины. – 2016. – № 3. – С. 66-69.
18. Dimitrova, L. Modeling injury risk for pre-elite rhythmic gymnasts: Bayesian network approach / L. Dimitrova, K. Petkova // EISC. – The 2nd Electronic International Interdisciplinary Conference. – 2013. – Vol. 2.
19. Growth Retardation in Artistic Compared with Rhythmic Elite Female Gymnasts / Geogopoulos N. A., Markou K. B., Theodoropoulou A. [et al] // Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. – 2002. – Vol. 87(7). – pp. 3169-3173.
20. Соловьева, И. О. Коррекция структурно-функциональных изменений в организме девочек, занимающихся художественной гимнастикой: автореф. дис. ... к.п.н. / Ирина Олеговна Соловьева. – Санкт-Петербург, 2011. – 23 с.

21. Патент N 2780158 Российская Федерация, МПК А61В 5/16 (2006.01), СПК А61В 5/16 (2022.08) Способ оценки предрасположенности детей к занятиям художественной гимнастикой: N 2022109500: заявлено 11.04.2022: опубл. 19.09.2022 / Корягина Ю. В., Нопин С. В., Тер-Акопов Г. Н.  
22. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Спортивная ориентация детей к занятиям художественной гимнастикой: N 2018612450: заявлено 21.12.2017; опубл. 16.02.2018 / Нопин С. В., Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н.

#### REFERENCES

1. Viner-Usmanova I.A., Kryuchek E.S., Medvedeva E.N., Terekhina R.N. Theory and methods of rhythmic gymnastics. Artistry and ways of its formation. Moscow: Sport, 2015. 120 p. (in Russ.)
2. Dudin M.G. Pinchuk D.Yu. Idiopathic scoliosis: neurophysiology, neurochemistry. Saint Petersburg: Chelovek, 2013. 304 p. (in Russ.)
3. Efremov A.Yu., Danilushkina V.V. Psychophysiological features of the consequences of scoliosis. *Scientific Research: from Theory to Practice*, 2015, no. 2(3), pp. 456-458. (in Russ.)
4. Shabanova O.A. Medical and social aspects of disability and rehabilitation of patients with scoliosis: an author's abstract. Moscow, 2011. 26 p. (in Russ.)
5. Fadzhan M, Bettany-Saltikov J. Etiological theories of adolescent idiopathic scoliosis: Past and Present. *The Open Orthopaedics Journal*, 2017, no. 11 (9), pp. 1466-1489. DOI: 10.2174/1874325001711011466.
6. Arshin V.V., Chebykin A.V. Scoliosis: etiology, pathogenesis and a new method of correction. *Bulletin of Medical University "Reaviz": Rehabilitation, Doctor and Health*. 2015, no. 1 (17), pp. 55-57. (In Russ.)
7. Viner I.A. Preparation of elite athletes in rhythmic gymnastics: an author's abstract. Saint Petersburg, 2003. 20 p. (in Russ.)
8. Bikchurin N.M., Takhavieva F.V. Injuries and illnesses of young athletes practicing rhythmic gymnastics. *Science and Sports: Modern Tendencies*, 2018, vol. 21, no. 4, pp. 6-10. (in Russ.)
9. Medvedeva E.N., Tsallagova R.B., Suprun A.A., Kotelnikova E.B. Innovative approach to prevention of traumatism at mastering of jumps in rhythmic gymnastics. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2016, no. 4 (134), pp. 160-163. (in Russ.)
10. Tanchev P.I., Dzherov A.D., Parushev A.D., Dikov D.M., Todorov M.B. Scoliosis in rhythmic gymnasts. *Spine*, 2000, vol. 25, no. 11, pp. 1367-1372.
11. Dudin M.G., Pinchuk D.Yu., Mikhajlovskij M.V. Scoliosis: questions and answers. Learning guide. Saint Petersburg: Publishing house of the Mechnikov North-West State Medical University, 2019. 124 p. (in Russ.)
12. Latalski M., Danielewicz-Bromberek A., Fatyga M., Latalska M., Kröber M., Zwolak P. Current insights into the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, vol. 137, pp. 1327-1333. DOI: 10.1007/s00402-017-2756-1.
13. Roberts K. Spine injuries in rhythmic gymnastics. *Sport Health*, 2009, no. 3, pp. 27-29.
14. Cupisti A., D'alessandro C., Evangelisti I., Umbri C., Rossi M., Galetta F., Panicucci E., Lopes Pegna S., Piazza M. Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: results from a prospective controlled study. *J Sports Med Phys Fitness*, 2007, vol. 47, no. 2, pp. 203-207.
15. Hutchinson, M.R. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *MedSciSportsExerc*, 1999, vol. 31, no. 11, pp.1686-1688
16. Saraiva B.M.A., Araujo G.S., Sperandio E.F. [et al] Gotfryd A.O., Dourado V.Z., Vidotto M.C. Impact of Scoliosis Severity on Functional Capacity in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Pediatr. Exerc. Sci*, 2017, vol. 5, pp.1-24.
17. Kasimova G.T., Saliev M.M., Kholov Z.S., Kadyrov S.S., Ravshanov S.N. Neurological state features in children with severe idiopathic scoliosis. *Journal of Theoretical and Clinical Medicine*, 2016, no. 3, pp. 66-69. (in Russ.)
18. Dimitrova L. Petkova K. Modeling injury risk for pre-elite rhythmic gymnasts: Bayesian network approach. EIIC. The 2nd Electronic International Interdisciplinary Conference, 2013, vol. 2.
19. Geogopoulos N.A., Markou K.B., Theodoropoulou A. D. Benardot, Leglise M., Vagenakis A.G. Growth Retardation in Artistic Compared with Rhythmic Elite Female Gymnasts. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 2002, vol. 87(7), pp. 3169-3173.
20. Solov'eva I.O. Correction of structural and functional changes in bodies of girls, engages in rhythmic gymnastics: an author's abstract. Saint Petersburg, 2011. 23 p. (in Russ.)

21. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. A method for assessing children's predisposition to rhythmic gymnastics. Patent for invention RF 2780158 C1, 2022. (in Russ.)

22. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Sports orientation of children for rhythmic gymnastics. Certificate of the computer program registration RF 2018612450, 2018. (in Russ.)

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Кристина Дмитриевна Губская** – магистрант кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: [nadezhda.kd@mail.ru](mailto:nadezhda.kd@mail.ru).

**Наталья Владимировна Лунина** – кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва; старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru).

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

**Kristina Dmitrievna Gubskaya** – Master's Student of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: [nadezhda.kd@mail.ru](mailto:nadezhda.kd@mail.ru).

**Natal'ya Vladimirovna Lunina** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow; Senior Researcher of the Center for Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru).

**Для цитирования:** Губская, К. Д. Факторы риска развития и прогрессирования сколиоза у спортсменов в художественной гимнастике в подростковом возрасте: обзор литературы / К. Д. Губская, Н. В. Лунина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_4

**For citation:** Gubskaya K.D., Lunina N.V. Risk factors for the development and progression of scoliosis in adolescent athletes in rhythmic gymnastics: a literature review. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_4

Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_5  
УДК 612.816; 615.8; 796.355.093.582

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_5  
UDC 612.816; 615.8; 796.355.093.582

## **ВЛИЯНИЕ КУРСА ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОК СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «ХОККЕЙ НА ТРАВЕ» ПРИ ТРЕНИРОВКАХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ**

**Ю.В. Кушнарева, С.М. Абуталимова, О.Н. Акимкина**

Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, г. Ессентуки, Россия

**Аннотация.** Цель данной работы – оценить влияние комплекса физиотерапевтических процедур на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и гемодинамику нижних конечностей у спортсменок в условиях среднегорья во время тренировочной деятельности. В исследовании приняли участие 19 спортсменок женского пола квалификаций «Кандидат в мастера спорта» и «Мастер спорта» специализации «хоккей на траве». Спортсменки были случайно поделены на две группы: основную (назначен комплекс физиотерапевтических процедур, включающий магнитотерапию, гидротерапию и аппаратный лимфодренаж (прессотерапию)) и контрольную (процедур назначено не было). Анализ параметров нервно-мышечной передачи в основной группе после прохождения комплекса физиотерапевтических процедур показал рост амплитуды слева в двух точках стимуляции: головка малоберцовой кости и подколенная ямка. Также в основной группе при анализе гемодинамических показателей было выявлено существенное снижение коэффициента асимметрии в сегменте «стопа» левой и правой ног. При анализе показателей микроциркуляции, было выявлено снижение параметров диастолического индекса и давления наполнения левого желудочка в сегменте «голень» правой ноги. На основе полученных данных можно сделать вывод о положительном влиянии комплекса физиотерапевтических процедур на состояние кровотока и нервно-мышечного аппарата спортсменок специализации «хоккей на траве» во время тренировочной деятельности в условиях среднегорья.

**Ключевые слова:** хоккей на траве, восстановление, среднегорье, тренировочная деятельность, нервно-мышечный аппарат, гемодинамика, магнитотерапия, гидротерапия, аппаратный лимфодренаж (прессотерапия).

## **IMPACT OF THE RECOVERY PROCEDURES COURSE ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM OF LOWER LIMBS OF FIELD HOCKEY ATHLETES DURING TRAINING IN MIDDLE ALTITUDE**

**Yu.V. Kushnareva, S.M. Abutalimova, O.N. Akimkina**

FSBI “North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

**Annotation.** The purpose of this study was to evaluate impact of a set of physical therapy procedures on the functional state of the neuromuscular system and hemodynamics of lower limbs in female athletes in middle altitude conditions during training. The study involved 19 female field hockey players with the Candidate for Master of Sports and Master of Sports titles. They were randomly divided into two groups: the treatment group (had a set of physical therapy procedures, including magnet therapy, hydrotherapy and lymphatic drainage massage (pressure therapy)) and the control group (had no procedures). The analysis of the neuromuscular transmission parameters in the treatment group after the course has revealed an increased amplitude on the left in two stimulation points: head of fibula and popliteal fossa. When analyzing hemodynamic indicators, the treatment group has also demonstrated a significant decrease in the asymmetry coefficient in the “foot” segment of the left and right leg. When analyzing the microcirculation indicators, we have found a decrease in the diastolic index and the left ventricle filling pressure in the “calf”

segment of the right leg. Considering the data obtained, we can conclude a positive impact of a set of procedures on the blood flow and the neuromuscular system of female field hockey players during training in middle altitude.

**Keywords:** field hockey, recovery, middle altitude, training activity, neuromuscular system, hemodynamics, magnet therapy, hydrotherapy, lymphatic drainage massage (pressure therapy).

**Введение.** Хоккей на траве – это контактный и динамичный ситуационный вид спорта, активно развивающийся в последнее время в России и требующий от игроков не только тактических навыков, но и большой физической отдачи, хорошей общей выносливости, поскольку занятия этим видом спорта предполагают преимущественно аэробные нагрузки. Высокая интенсивность физических нагрузок в профессиональном спорте, наряду с адаптацией организма в условиях среднегорья, могут вызвать практически предельный уровень функционирования организма спортсменов и, как следствие, создать предпосылки к более быстрому утомлению, переутомлению и перетренированности, снижая тем самым эффективность тренировочной деятельности [1-4]. Поэтому применение эффективных восстановительных методик при тренировках высококвалифицированных спортсменов в условиях среднегорья является крайне необходимым. В настоящее время в спортивной практике при восстановлении спортсменов применяются различные средства физиотерапии, в том числе магнитотерапия и аппаратный лимфодренаж (прессотерапия) [5-6]. Однако практически отсутствуют исследования, посвященные изучению эффективности комплексного применения физиотерапевтических процедур, включающего магнитотерапию, гидротерапию и аппаратный лимфодренаж (прессотерапию) при восстановлении спортсменов в условиях среднегорья. [7].

Цель работы: оценить влияние магнитотерапии, гидротерапии и аппаратного лимфодренажа (прессотерапии) на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и гемодинамику нижних конечностей у спортсменок специализации хоккей на траве в условиях среднегорья во время тренировочной деятельности.

### **Методы и организация исследования.**

Настоящее исследование проведено в Центре медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в среднегорье на высоте 1240 м (гора Малое седло, г. Кисловодск) в период учебно-тренировочных сборов на базе ФГУП «Юг спорт». В исследовании приняли участие 19 спортсменок специализации хоккей на траве в возрасте от 16 до 31 года (квалификаций КМС и МС), члены сборной команды Российской Федерации. Всем спортсменкам в начале тренировочных сборов проведена диагностика функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики нижних конечностей. Гемодинамику нижних конечностей оценивали на реографе (Реограф Валента ООО «Компания Нео», г. Санкт-Петербург). Стимуляционную электронейромиографию проводили на 4-х канальном аппаратно-программном комплексе Нейро-МВП («Нейрософт», г. Иваново). Исследовали регистрацию моторных ответов (М-ответов) с короткого разгибателя пальцев стопы, иннервируемого п. Peroneus.

Далее спортсменки были разделены на две группы – основную и контрольную, деление на группы носило рандомизированный (случайный) характер. Основная группа в течение 7 дней ежедневно получала комплекс восстановительных физиотерапевтических процедур, включающий магнитотерапию, гидротерапию и аппаратный лимфодренаж (прессотерапию). Контрольная группа процедур не получала.

Магнитотерапию проводили на аппарате для магнитотерапии Physiomed Mag-Expert, катушка 60 см., область воздействия – коленный и голеностопный сустав, время воздействия – 15 мин, плотность магнитного потока – 0,006 Тл, частота – 25 Гц. Для гидротерапии использовалась четырехкамерная струйно-контрастная ванна для рук и

ног Века hospites, время процедуры – 10 минут, температура горячей воды – 38°C, холодной – 14°C, цикличность – 45 с, поток – 220 л/мин, давление – 1 атм. Лимфодренаж (прессотерапию) проводили на 12-канальном аппарате для прессотерапии VTL-6000 LYMPHASTIM 12, режим Physiological (физиологическая терапия), область процедуры – нижние конечности, время процедуры – 30 мин, давление манжеты – 60 мм рт. ст.

После применения комплекса восстановительных физиотерапевтических процедур основной и контрольной группе была повторно проведена диагностика функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики нижних конечностей.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью непараметрических критериев Уилкоксона (Wilcoxon matched pair test) и Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test) программного обеспечения Statistica 6.0. Разницу значений считали значимой при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты, полученные при исследовании спортсменок в начале тренировочных сборов по параметрам нервно-мышечной передачи, не показали статистически значимых отличий между группами. Аналогичные данные были получены и в ходе анализа гемодинамических показателей.

По результатам, полученным после прохождения комплекса восстановительных физиотерапевтических процедур, можно отметить следующее. В основной группе, анализ параметров нервно-мышечной передачи достоверно выявил рост амплитуды моторного ответа слева в двух точках стимуляции: головка малоберцовой кости (до:  $6,05 \pm 0,57$  мВ и после:  $6,92 \pm 0,72$  мВ,  $p \leq 0,03$ ) и подколенная ямка (до:  $6,09 \pm 0,51$  мВ, после:  $6,99 \pm 0,70$  мВ,  $p \leq 0,03$ ), что позволяет сделать вывод об увеличении количества двигательных единиц, вовлекаемых в сокращение при стимуляции электрическим током моторных нервных волокон (рис. 1).

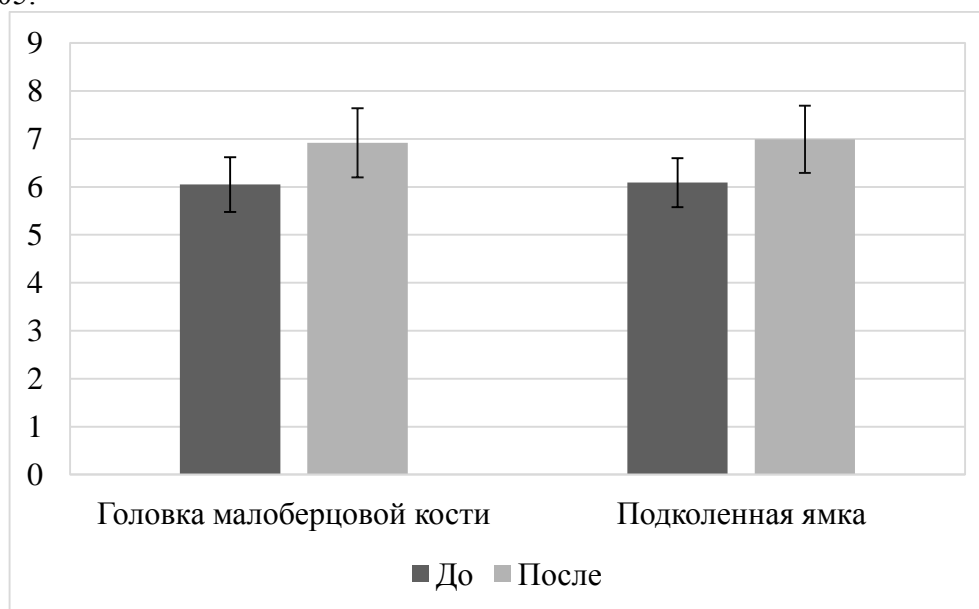


Рис. 1. Показатели амплитуды моторного ответа в точках стимуляции «головка малоберцовой кости» и «подколенная ямка» слева у спортсменок до и после комплекса процедур

Исследование не выявило других достоверных изменений параметров нервно-мышечной передачи в основной группе до и после комплекса физиотерапевтических

процедур, однако из полученных нами данных видно, что во всех точках стимуляции правой и левой ноги имелась тенденция к увеличению роста показателей «площадь и

амплитуда моторного ответа», «скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам исследуемых нервов (СРВ)». Отмечалось снижение показателей «длительность моторного ответа» и «резидуальная латентность» (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ параметров моторного ответа, регистрируемого с короткого разгибателя пальцев стопы, иннервируемого п. Peroneus, у спортсменок основной группы специализации хоккей на траве до и после комплекса физиотерапевтических процедур

Показатели	Основная группа		p	Норма
	До	После		
Правая предплюсна				
Латентность, мс	3,33±0,19	3,24±0,14	-	-
Амплитуда, мВ	6,12±0,51	6,35±0,53	-	≥3,5 мВ
Площадь, мВ×мс	19,1±1,55	20,6±1,71	-	-
Резидуальная латентность, мс	2,31±0,19	2,19±0,14	-	≤3 мс
Правая головка малоберцовой кости				
Латентность, мс	10,1±0,34	9,97±0,31	-	-
Правая подколенная ямка				
Площадь, мВ×мс	19,7±1,70	20,3±1,38	-	-
Левая предплюсна				
Амплитуда, мВ	6,52±0,58	7,10±0,64	-	≥3,5 мВ
Длительность, мс	6,32±0,25	6,25±0,28	-	-
Площадь, мВ×мс	20,8±1,43	22,6±1,72	-	-
Левая головка малоберцовой кости				
Площадь, мВ×мс	20,3±1,62	23,0±1,92	-	-
Левая подколенная ямка				
Длительность, мс	6,59±0,30	6,55±0,31	-	-
Площадь, мВ×мс	20,6±1,46	23,1±1,89	-	-
СРВ, м/с	59,5±2,29	62,9±2,28	-	≥40 м/с

Обобщая данные, полученные по результатам стимуляционной электронейромиографии, можно заключить, что применение физиотерапевтических процедур у спортсменок основной группы способствовало большему вовлечению двигательных единиц при стимуляции нерва, как следствие – увеличению площади мышечного сокращения, а также увеличению скорости передачи импульса по нервному волокну, что крайне важно для эффективного выполнения движений, требующих максимальной активизации мышц в короткий промежуток времени и улучшения мышечной координации.

При анализе гемодинамических показателей основной группы, достоверно

выявлено существенное снижение коэффициента асимметрии в сегменте «стопа» слева (до: 47,9±5,79%, после: 23,0±4,52%,  $p \leq 0,003$ ) и справа (до: 47,9±5,79%, после: 30,4±8,90%,  $p \leq 0,04$ ) (рис. 2).

По показателям микроциркуляции достоверно выявлено снижение параметров диастолического индекса (до: 0,50±0,02 усл. ед., после: 0,41±0,03 усл. ед.,  $p \leq 0,03$ ) в сегменте «голень» справа. В этом же сегменте слева имелась тенденция к снижению указанного показателя (до: 0,48±0,04 усл. ед., после: 0,44±0,03 усл. ед.) (рис. 3).

В сегменте «голень» также отмечено достоверное снижение параметра давления наполнения левого желудочка (до: 24,3±0,52 мм рт. ст., после: 21,8±0,76 мм рт. ст.,

$p \leq 0,02$ ) справа. Слева достоверных изменений для этого же параметра в сегменте «голень» не выявлено, но имелась тенденция к его снижению (до:  $24,2 \pm 0,79$  мм рт. ст., после:  $22,7 \pm 0,94$  мм рт. ст.) (рис. 4).

В целом для гемодинамики нижних конечностей выявлена тенденция к снижению таких показателей как модуль упругости, диастолический индекс, давление

наполнения левого желудочка. Снизились показатели венозного оттока и коэффициента асимметрии, что приблизило их к нормативным значениям. Однако для перечисленных показателей в основной группе до и после комплекса физиотерапевтических процедур достоверных изменений выявлено не было (табл. 2).

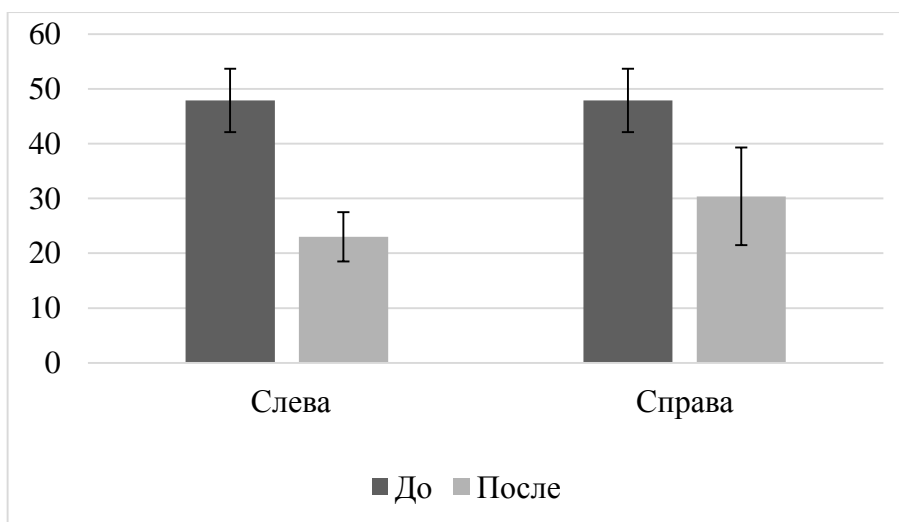


Рис. 2. Показатели коэффициента асимметрии в кровотоке сегмента «стопа» левой и правой ног у спортсменок до и после комплекса процедур

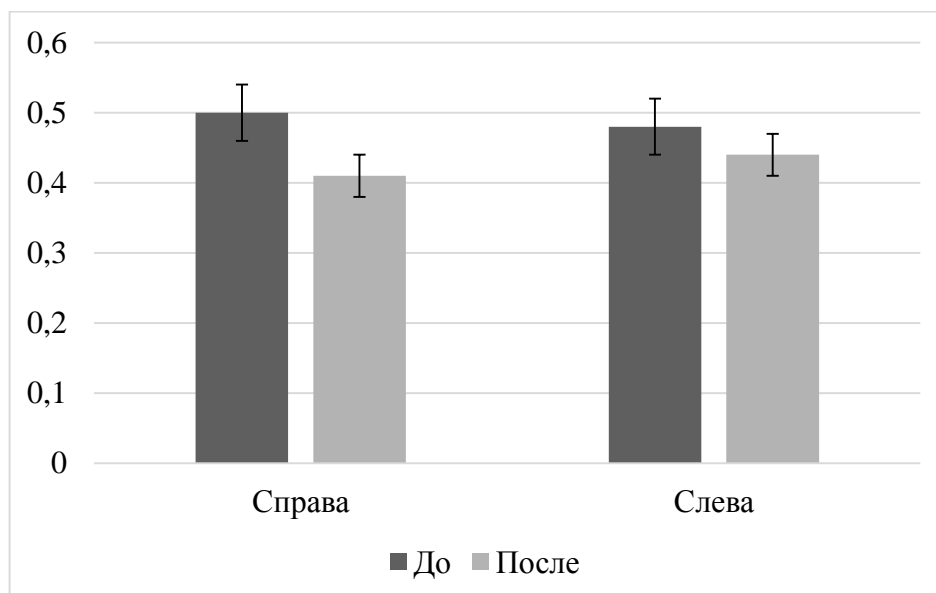


Рис. 3. Показатели диастолического индекса в кровотоке сегмента «голень» правой и левой ног у спортсменок до и после комплекса процедур



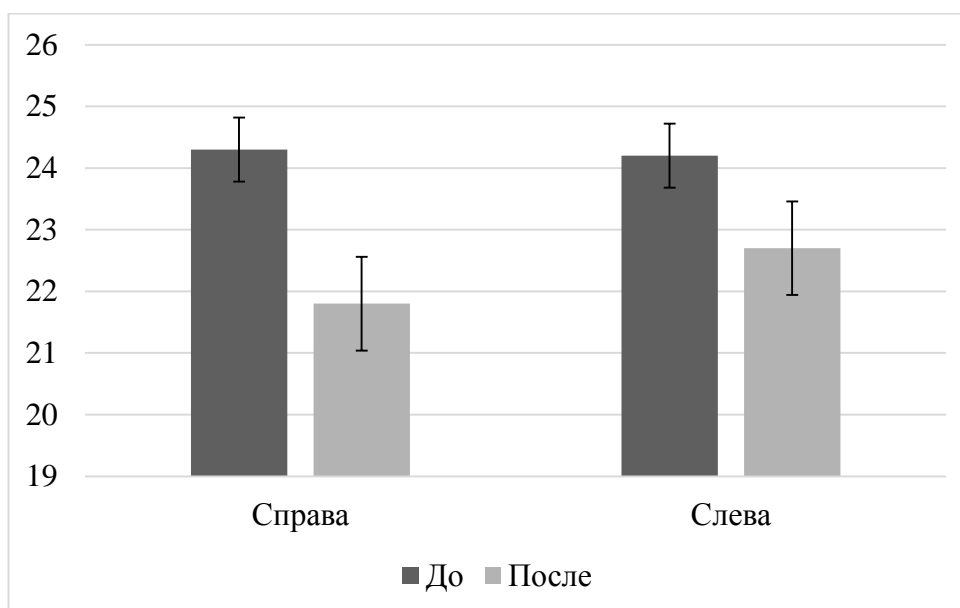


Рис. 4. Показатели давления наполнения левого желудочка в кровотоке сегмента «голень» правой и левой ног у спортсменок до и после комплекса процедур

Таблица 2

Сравнительный анализ параметров реовазографии нижних конечностей спортсменок специализации хоккей на траве до и после комплекса физиотерапевтических процедур

Показатели	Основная группа		P	Норма
	До	После		
<b>Стопа левая</b>				
Модуль упругости, %	15,6±1,71	13,9±1,09	-	11-16%
Диастолический индекс, усл.ед.	0,45±0,03	0,41±0,04	-	0,30-0,55
Давление наполнения левого желудочка, мм рт. ст	23,0±0,89	21,7±0,98	-	-
<b>Стопа правая</b>				
Венозный отток, %	38,5±10,4	22,5±2,83	-	0-20%
Диастолический индекс, усл.ед.	0,43±0,03	0,39±0,02	-	0,30-0,55
Давление наполнения левого желудочка, мм рт. ст	22,5±0,93	21,4±0,68	-	-
<b>Голень левая</b>				
Диастолический индекс, усл.ед.	0,48±0,04	0,44±0,03	-	0,45-0,75
Коэффициент асимметрии, %	22,2±4,25	14,8±2,97	-	0-20%
Давление наполнения левого желудочка, мм рт. ст	24,2±0,79	22,7±0,94	-	-
<b>Голень правая</b>				
Венозный отток, %	26,3±3,20	23,2±2,54	-	0-20%
Коэффициент асимметрии, %	22,5±4,23	14,8±2,97	-	0-20%

Таким образом у спортсменов основной группы повысилась эластичность артерий и нормализовался венозный отток, что свидетельствует об улучшении микроциркуляции.

Принимая во внимание тот факт, что спортсменки основной группы во время тренировочных сборов прошли однократно семидневный физиотерапевтический процедурный комплекс, тенденция к нормализации показателей периферического кровотока и улучшение параметров нервно-мышечной передачи без статистически значимых изменений может быть объяснена необходимостью прохождения курсового цикла физиотерапевтических процедур в период тренировочной деятельности в условиях среднегорья. Таким образом,

необходимы дальнейшие исследования с последующим мониторингом функционального состояния нервно-мышечного аппарата и гемодинамики нижних конечностей спортсменов.

**Заключение.** Анализ полученных данных показал, что применение физиотерапевтического комплекса, включающего магнитотерапию, гидротерапию и аппаратный лимфодренаж (прессотерапию), ежедневно в течение 7 дней оказало положительный эффект на кровоток и нервно-мышечный аппарат спортсменов специализации хоккей на траве во время тренировочной деятельности в условиях среднегорья. Пришли в норму показатели периферического кровотока и улучшились параметры нервно-мышечной передачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблема физического утомления в спорте / В.В. Корнякова, В.А. Бадтиева, М.Ю. Баландин, И.В. Ашвиц // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19. – № 4. – С. 142-149.
2. Клинические рекомендации по диагностике и лечению общего и частных синдромов перенапряжения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, иммунной системы и переутомления у спортсменов высокой квалификации / Выходец И.Т., Дидур М.Д., Каргашина А.С. [и др.]; под ред. проф. В.В. Уйба. – М.: ФМБА России, 2018. – 94 с.
3. Макарова, Г. А. Факторы риска возникновения синдрома перетренированности у спортсменов / Г. А. Макарова, С. А. Локтев, Л. Н. Порубайко // Междунар. журнал эксперимент. образования. – 2014. – № 4 (1). – С. 170-172.
4. Тер-Акопов, Г. Н. Новые технологии восстановления спортсменов на учебно-тренировочной базе в условиях среднегорья / Г. Н. Тер-Акопов // Современные вопросы биомедицины. – 2017. – Т. 1(1). URL: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2017-1/ter-akopov> (дата обращения: 23.09.2022)
5. Сафонов, Л. В. Комбинированное применение низкочастотной магнитотерапии и прессотерапии для повышения эффективности восстановления у высококвалифицированных спортсменов / Л. В. Сафонов // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 1. – С. 47-50.

6. Фудин, Н. А. Об использовании прессотерапии в спортивной медицине / Н. А. Фудин, В. А. Бадтиева, Р. В. Купеев // Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал. – 2018. – № 2. – С. 160-164.
7. Апробация комплексов восстановительных мероприятий, разработанных для спортсменов на федеральной базе спортивной подготовки в условиях среднегорья / Корягина Ю. В., Нопин С. В., Тер-Акопов Г. Н. [и др.] // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 25-34.

#### REFERENCES:

1. Kornyakova V.V., Badtieva V.A., Balandin M.Yu., Ashvits I.V. Physical fatigue in sports. *Human. Sport. Medicine*, 2020, no. 19(4), pp. 142-149. (in Russ.)
2. Vykhodets I.T., Didur M.D., Kargashina A.S., Lobov A.N., Miroshnikova Yu.V., Parastaev S.A., Plotnikov V.P., Polyaev B.A., Samojlov A.S., Feshchenko V.S. Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of general and particular syndromes of overstrain of the central nervous system, cardiovascular system, musculoskeletal system, immune system and fatigue in elite athletes. Ed. by V.V. Ujba. Moscow: FMBA of Russia, 2018. 94 p. (in Russ.)
3. Makarova G.A., Loktev S.A., Porubajko L.N. Risk factors of overstrain syndrome in athletes.

*Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*, 2014, no. 4(1), pp. 170-172. (in Russ.)

4. Ter-Akopov G.N. New technologies for the rehabilitation of athletes on the training camp in the conditions of middle altitude. *Modern Issues of Biomedicine*, 2017, vol. 1(1). Available at: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2017-1/ter-akopov> (accessed 23.09.2022)

5. Safonov L.V. Combined magnetic and pressure therapy for recovery improvement in elite athletes. *Sports Science Bulletin*, 2014, no. 1, pp. 47-50. (in Russ.)

6. Fudin N.A., Badtieva V.A., Kupeev R.V. On the use of acupressure in sports medicine. *Journal of New Medical Technologies, eEdition*, 2018, no. 2, pp. 160-164. (in Russ.)

7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N., Roguleva L.G., Abutalimova S.M. Approval of complexes of restoration events developed for athletes on the federal basis of sports training in the conditions of middle heights. *MCU Journal of Natural Sciences*, 202, no. 1, pp. 25-34. (in Russ.)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Юлия Валериевна Кушнарера** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [u.v.kushnareva@skfmba.ru](mailto:u.v.kushnareva@skfmba.ru).

**Сабина Маликовна Абуталимова** – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [sabina190989@yandex.ru](mailto:sabina190989@yandex.ru).

**Оксана Николаевна Акимкина** – специалист по научно-технической информации центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [randomrecords@yandex.ru](mailto:randomrecords@yandex.ru).

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

**Yulia Valerievna Kushnareva** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [u.v.kushnareva@skfmba.ru](mailto:u.v.kushnareva@skfmba.ru).

**Sabina Malikovna Abutalimova** – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [sabina190989@yandex.ru](mailto:sabina190989@yandex.ru).

**Oxana Nikolaevna Akimkina** – Scientific and Technical Information Expert of the Center of Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [randomrecords@yandex.ru](mailto:randomrecords@yandex.ru).

**Для цитирования:** Кушнарера, Ю. В. Влияние курса восстановительных процедур на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата нижних конечностей спортсменов специализации «хоккей на траве» при тренировках в условиях среднегорья / Ю. В. Кушнарера, С. М. Абуталимова, О. Н. Акимкина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_5

**For citation:** Kushnareva Yu.V., Abutalimova S.M., Akimkina O.N. Impact of the recovery procedures course on the functional state of the musculoskeletal system of lower limbs of field hockey athletes during training in middle altitude. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_5

Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_6  
УДК 769.922; 612.062

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_6  
UDC 769.922, 612.062

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОКИНЕЗИОТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С СИНДРОМОМ МЫШЕЧНОЙ ГИПОТОНИИ

Е.К. Осадчая<sup>1</sup>, Н.В. Лунина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России, г. Ессентуки, Россия

**Аннотация.** В статье представлен опыт применения гидрокинезиотерапии у детей раннего возраста с синдромом мышечной гипотонии. Исследование осуществлялось на базе Центра медицинской реабилитации «Эвексия» (г. Москва), продолжительность которого составила 6 месяцев. С добровольного информированного согласия родителей, в исследование были включены дети в возрасте 1-2-х лет с мышечным гипотонусом, не имевших на момент исследования, согласно данным предварительного медицинского заключения, противопоказаний к занятиям гидрокинезиотерапией. Результаты исследований доказали эффективность гидрокинезиотерапии, что проявлялось улучшением показателей глобальных моторных функций и мануальных функций, отраженных в начале формирования навыков ходьбы у детей до 2-х лет, увеличении скорости и объема мануальных функций.

**Ключевые слова:** гидрокинезиотерапия, синдром мышечной гипотонии, дети раннего возраста, глобальные мышечные функции, мануальные функции.

## EFFICACY OF HYDROKINESIOTHERAPY IN INFANT CHILDREN WITH MUSCLE HYPOTENSION SYNDROME

Е.К. Osadchaya<sup>1</sup>, N.V. Lunina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

<sup>2</sup>FSBI “North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

**Annotation.** This article presents the results of using hydrokinesiotherapy for infant children with muscle hypotension syndrome. The 6-month study was carried out in the “Eveksia” Medical Rehabilitation Center (Moscow). With parents’ informed permission, it included children aged 1-2 years with muscle hypotension, who, according to the preliminary medical report, did not have any contraindications to hydrokinesiotherapy. The results have revealed the efficacy of hydrokinesiotherapy, which is demonstrated through the improvement of global motor and manual functions indicators: the babies under 2 years began to form walking skills, develop speed and volume of manual functions.

**Keywords:** hydrokinesiotherapy, muscular hypotension syndrome, young children, global muscle functions, manual functions.

**Введение.** Мышечная гипотония определяется как снижение тонуса скелетной мускулатуры (остаточного напряжения и устойчивости мышц к пассивному растяжению) с ухудшением ее сократительной функции. Данное состояние является симптомом целого ряда врожденных и приобретенных патологий, которые относят к нервно-мышечным расстройствам [1].

В России общая статистика синдрома мышечной гипотонии представлена мало. При этом, в общемировой статистике частота наиболее распространенного наследственного нервно-мышечного расстройства – болезни Шарко-Мари-Тута – составляет 1-3 случая на 10 тыс. населения [2]. В Японии, согласно исследованиям [3-4], один случай данной патологии

встречается на 9 тыс. населения, в Исландии – на 8,3 тыс., в Италии – на 5,7 тыс., в Испании – на 3,3 тыс. При этом, распространенность врожденного миостенического синдрома составляет один случай на 200 тыс. детей первого года жизни, а миофибриллярной миопатии – один случай на 50 тыс. новорожденных [5].

В этиопатологии возникновения и развития гипотонии выделяют факторы повреждения нервной системы, происходящие на любом из ее уровней (головной и спинной мозг, периферические нервы, локальные нейромышечные соединения), обусловленные дисфункциями мышечной или соединительной тканей, а также зависящие от патологий обмена веществ или синтеза отдельных ферментов [6]. У детей снижение мышечного тонуса может быть вызвано аномалиями нейромышечного соединения, первичными заболеваниями мышц, эндокринными патологиями и др. Мышечная гипотония новорожденных – врожденный гипотонус (код P94.2 по МКБ-10) – особенно часто наблюдается у недоношенных младенцев (родившихся до 37-й недели беременности), с явлениями общего недоразвития органов и систем в целом, диагностируемых на момент рождения. При этом, снижение мышечного тонуса у доношенного новорожденного может указывать на поражение центральной нервной системы (ЦНС) функционального или органического характера, мышечные расстройства или генетические нарушения.

Согласно литературным данным [7-8], синдром мышечной гипотонии наблюдается у 12-17% новорожденных детей в резидуальном периоде после любых перенесенных заболеваний. К прогрессирующим мышечным дистрофиям относят группу заболеваний, общими симптомами которых являются слабость, атрофия скелетных мышц, нарушения функции опоры и движения, мышечные контрактуры. Прогрессирование мышечной дистрофии влечет за собой отставание ребенка в психомоторном развитии, что обуславливает поиск средств для

как можно раннего начала реабилитационных мероприятий, адекватных возрасту и анатомо-физиологическим особенностям детей раннего возраста.

Гидрокинезиотерапия является оптимальным средством реабилитации детей с синдромом мышечной гипотонии. Упражнения, выполняемые в воде, способствуют оптимальной тонизации и укреплению ослабленных мышц и сумочно-связочного аппарата, улучшению кровоснабжения и обменно-трофических процессов, содействуют формированию физиологического объема движений в суставах. Снижая статическую нагрузку, водная среда облегчает вертикализацию детей со сниженным мышечным тонусом, способствует стимулированию, формированию и совершенствованию опорной функции, навыков ходьбы, выполнения мануальных движений [1, 2, 5]. В связи с вышеизложенным, в реабилитации детей с синдромом мышечной гипотонии является актуальным применение гидрокинезиотерапии.

Цель исследования – оценка эффективности применения гидрокинезиотерапии у детей раннего возраста с синдромом мышечной гипотонии.

**Методы и организация исследования.** Глобальные моторные функции детей с синдромом мышечной гипотонии оценивались по шкале GMFCS (Gross Motor Function Classification System – шкала глобальных моторных функций) по 5-ти балльной шкале [9]. Оценку нарушений функции руки у детей с синдромом мышечной гипотонии проводили по 5-ти-балльной шкале MACS (Manual Ability Classification System for children with Cerebral Palsy) [10].

Исследование осуществлялось на базе Центра медицинской реабилитации «Эвексия» (г. Москва), продолжительность которого составила 6 месяцев. С добровольного информированного согласия родителей, в исследование были включены дети (n=8) в возрасте 1-2-х лет с мышечным гипотонусом, не имевших на момент исследования, согласно данным предварительного

медицинского заключения, противопоказаний к занятиям гидрокинезиотерапией.

Полученные результаты обрабатывались методами математической статистики с вычислением средних величин и их стандартного отклонения, достоверность различий оценивалась с помощью Т-критерия Вилкоксона ( $p \leq 0,05$ ).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Курс гидрокинезиотерапии общей продолжительностью 7 недель условно подразделялся на 3 периода: вводный, основной и заключительный, на каждом из которых решались общие и специальные задачи оздоровительного и развивающего характера. К задачам курса гидрокинезиотерапии отнесли: адаптацию организма ребенка к физическим нагрузкам и нахождению в водной среде; нормализацию функционирования ЦНС, нормализацию функционирования системы кровообращения; укрепление и повышение тонуса мышц; поднятие и стабилизацию эмоционального фона ребенка; общее укрепление организма; повышение иммунитета; развитие координации; обучение и совершенствование навыков ходьбы и мануальных функций ребенка.

Занятия проводились в присутствии родителей, в бассейне малой глубины с температурой воды 32-34°C, способствующей повышению мышечного тонуса детей. Время занятия варьировало от 20 минут в начале курса до 30 минут – к его завершению. В структуру занятия включались

упражнения для развития всех мышечных групп, выполняемые в горизонтальном и вертикальном положении туловища и головы ребенка, с использованием вспомогательного оборудования. Упражнения были направлены на повышение мышечного тонуса ребенка, активизацию произвольных движений глобальных и регионарных мышечных групп верхних и нижних конечностей, становлению и совершенствованию навыков вертикализации туловища и головы, мануальных навыков, навыков ходьбы. Применялись пассивные, пассивно-активные и активные упражнения. Направленная активация произвольных движений ребенка осуществлялась с помощью родителей, использованием игрушек, оборудования, со словесным и визуальным сопровождением выполнения каждого упражнения с ребенком, способствуя его всестороннему развитию, формированию положительного эмоционального ответа на проводимые занятия, что в свою очередь, способствует дополнительному повышению общего тонуса детей с синдромом мышечной гипотонии.

Эффективность проводимых занятий гидрокинезиотерапией оценивали по динамике показателей, оцениваемых Шкалой глобальных моторных функций (GMFCS – результат от 1 до 5 балла) и классификацией нарушений мануальной функции у детей с синдромом мышечной гипотонии (MACS – результат от 1 до 5 баллов) (табл.).

Таблица

Динамика глобальных и мануальных функций детей раннего возраста с синдромом мышечной гипотонии в ходе курса гидрокинезиотерапии

Показатель	M±m		Динамика		Достоверность (Ткр.)
	До курса	После курса	Абсолютные значения (балл)	Относительные значения (%)	
GMFCS, баллы	2,5±0,05	1,25±0,04	1,25	50	≤0,05
MACS, баллы	2,0±0,05	1,0±0,03	1,0	50	≤0,05

Значения глобальных моторных функций по шкале GMFCS улучшились на 50% и составили 1,25±0,04 балла (Ткр≤0,05), что

соответствует приближению к уровню GMFCS I, характеризующемуся походкой без ограничений, у детей до 2 лет отмечено

начало формирования самостоятельной ходьбы.

При оценке нарушений функции руки у детей 1-2 лет с синдромом мышечной гипотонии по шкале MACS после прохождения курса гидрокинезотерапии отмечалось улучшение показателя на 50%, средние значения которого достигли  $1,0 \pm 0,03$  балла ( $T_{кр} \leq 0,05$ ). Изменения показателя проявились в качественном улучшении мануальной функции детей, преимущественно, в

увеличении скорости и улучшении объема захвата рукой предметов различного диаметра.

**Заключение.** Достоверно значимые изменения показателей глобальных и мануальных функций, оцениваемых с помощью шкал GMFCS и MACS, убедительно доказывают эффективность применения гидрокинезотерапии в реабилитации детей раннего возраста с синдромом мышечной гипотонии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эффективность применения препарата ботулинического токсина типа А в лечении мышечной дистонии у детей / Хачатрян Л. Г., Лялина А. А., Зотова Н. С. [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2019. – № 14 (3). – С. 58-67. DOI: 10.20953/1817-7646-2019-3-58-67
2. Клинические рекомендации Всероссийского общества неврологов по диагностике и лечению дистонии. – 2014 г. – 26 с.
3. Залялова, З. А. Современные классификации мышечных дистоний, стратегия лечения / З. А. Залялова // Журнал неврологии и психиатрии. – 2013. – № 3. – С. 85-89.
4. Сафроненко, В. А. Физиотерапия и физиопрофилактика: учеб.-метод. пособие / В. А. Сафроненко, М. З. Гасанов. – Ростов на Дону: Изд-во РостГМУ, 2015. – 107 с.
5. Баранов, В. А. Плавание, техника обучения детей с раннего возраста / В. А. Баранов. – М., 2000. – 69 с.
6. Баркан, А. Развитие ребенка по месяцам, что должен делать ваш малыш / А. Баркан. – М.: Астрель, 2009. – 254 с.
7. Барашнев, Ю. И. Перинатальная неврология / Ю. И. Барашнев. – М: Триада-Х, 2005. – 672 с.
8. Феничел, Дж. М. Педиатрическая неврология: Основы клинической диагностики / Дж. М. Феничел; пер. с англ. – М: Медицина 2004. – 640 с.
9. Змановская В. А. Программа наблюдения детей с церебральным параличом: метод. пособие / В. А. Змановская, Д. А. Попков. – Тюмень, 2015. – 178 с.
10. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with Cerebral Palsy: scale development and evidence of validity and reliability // Eliasson A.-C., Krumlinde-Sundholm L., Rösblad B. [et al] / Developmental Medicine & Child Neurology – August 2006. – № 48(7). – pp. 549-554 DOI: 10.1017/S0012162206001162.

#### REFERENCES

1. Khachatryan L.G., Lyalina A.A., Zotova N.S., Kurenkov A.L., Akhadova L.Ya., Bykova O.V. Efficacy of Botulinum toxin type A in children with muscular dystonia. *Clinical Practice in Pediatrics*, 2019, no. 14(3), pp. 58-67. DOI: 10.20953/1817-7646-2019-3-58-67 (in Russ.)
2. Clinical recommendations of the All-Russian Society of Neurologists for the diagnosis and treatment of dystonia, 2014.26 p. (in Russ.)
3. Zalyalova Z.A. Current classifications of dystonies, treatment strategy. *Zhurnal Nevrologii i Psikhiiatrii imeni S.S. Korsakova*, 2013, no. 3, pp. 85-89. (in Russ.)
4. Safronenko V.A. Hasanov M.Z. Physiotherapy and physioprophylaxis: methodological guidelines. Rostov-on-Don: Publishing house of the Rostov State Medical University, 2015. 107 p. (in Russ.)
5. Baranov V. A. Swimming, a technique for teaching children from an early age. Moscow, 2000. 69 p. (in Russ.)
6. Barkan A. Child development by months, what your baby should do. Moscow: Astrel', 2009. 254 p. (in Russ.)
7. Barashnev Yu.I. Perinatal neurology. Moscow: Triada-X, 2005. 672 p. (in Russ.)
8. Fenichel G.M. Clinical Pediatric Neurology: a Signs and Symptoms Approach. Translated from English. Moscow: Meditsina, 2004. 640 p. (in Russ.)
9. Zmanovskaya V.A. Popkov D.A. Monitoring program for children with cerebral palsy: methodological guidelines. Tyumen, 2015. 178 p. (in Russ.)
10. Eliasson A.-C., Krumlinde-Sundholm L., Rösblad B., Beckung E., Arner M., Öhrvall A.-M., Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with Cerebral Palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, august 2006, no. 48(7), pp. 549-554. DOI: 10.1017/S0012162206001162.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Елена Константиновна Осадчая** – студентка кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва.

**Наталья Владимировна Лунина** – кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва; старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссентуки, e-mail: [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru).

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

**Elena Konstantinovna Osadchaya** – Student of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow.

**Natal'ya Vladimirovna Lunina** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow; Senior Researcher of the Center for Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: [natalya-franc@mail.ru](mailto:natalya-franc@mail.ru).

**Для цитирования:** Осадчая, Е. К. Эффективность применения гидрокинезиотерапии у детей раннего возраста с синдромом мышечной гипотонии / Е. К. Осадчая, Н. В. Лунина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_6

**For citation:** Osadchaya E.K., Lunina N.V. Efficacy of hydrokinesiotherapy in infant children with muscle hypotension syndrome. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_6



Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_7  
УДК 616.9 (796.071); 615.8; 612.273

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_7  
UDC 616.9 (796.071); 615.8; 612.273

## ПАТЕНТНООХРАНЯЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19

Г.Н. Тер-Акопов, А.В. Абрамцова, С.М. Абуталимова

ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

**Аннотация.** Работа посвящена обзору технологических решений, созданных на уровне изобретений, защищенных отечественными и зарубежными патентами в области разработки технологий и научного обоснования методов диагностики состояния спортсменов, их работоспособности и систем восстановления, реабилитации после перенесенного заболевания COVID-19 и других инфекций. Проведенное исследование позволило выделить несколько подгрупп технических решений и способов, относящихся к прогнозированию возникновения инфекций, последствий, связанных с заболеванием COVID-19 и восстановлением физической работоспособности. В более ранних запатентованных способах для оценки прогноза здоровья спортсменов используются иммунологические тесты, а в период эпидемии новой коронавирусной инфекции предложены технические способы, выявляющие начало таких состояний, как COVID-19 или другие респираторные инфекции, по мониторингу частоты дыхания и частоты сердечных сокращений с автоматической обработкой данных. Раздел восстановления и реабилитации спортсменов представлен документами, в которых можно выделить несколько направлений: физиотерапия, нутритивная поддержка спортсменов, курортные факторы, гипоксические и холодовые нагрузки, респираторная реабилитация.

**Ключевые слова:** патент, спортсмены, COVID-19, постковидный период, диагностика, прогноз, физическая работоспособность, восстановление, реабилитация.

## PATENT-PROTECTED TECHNOLOGIES FOR THE DIAGNOSIS AND REHABILITATION OF ATHLETES AFTER COVID-19

G.N. Ter-Akopov, A.V. Abramtsova, S.M. Abutalimova

FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, Russia

**Annotation.** The research is devoted to the review of technological solutions created at the level of inventions protected by domestic and foreign patents in the field of technology development and scientific substantiation of methods for diagnosing the condition of athletes, their performance and recovery systems, rehabilitation after COVID-19 and other infections. The study made it possible to identify several subgroups of technical solutions and methods related to the prediction of the infection occurrence, the consequences associated with COVID-19 and the restoration of physical performance. In earlier patented methods, immunological tests are used to assess the prognosis of athletes' health, and during the epidemic of a new coronavirus infection, technical methods are proposed that detect the onset of conditions such as COVID-19 or other respiratory infections by monitoring respiratory rate and heart rate with automatic data processing. The section of recovery and rehabilitation of athletes is represented by documents in which several areas can be distinguished: physiotherapy, nutritional support for athletes, resort factors, hypoxic and cold loads, respiratory rehabilitation.

**Keywords:** patent, athletes, COVID-19, post-covid period, diagnosis, prognosis, physical performance, recovery, rehabilitation.

**Введение.** Широкомасштабное проведение вакцинации от COVID-2019, начавшееся с 2021 года, и наметившаяся тенденция к снижению заболеваемости новой коронавирусной инфекцией в настоящее время, подтверждаемая официальными данными сайта Роспотребнадзор [1], позволили уменьшить социальные ограничения и возобновить плановые мероприятия, что особенно важно для спортсменов, жизнь которых регламентирована тренировочными и соревновательными периодами в течение года, в том числе связанными с пребыванием на учебно-тренировочных базах среднегорья [2-4]. Однако 3-х летний период эпидемии новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2, охвативший все категории населения, повлиял на установленный регламент подготовки спортсменов, инфицированных этим вирусом. Все диагностические, лечебные и реабилитационные мероприятия лиц, инфицированных новой коронавирусной инфекцией, регламентированы международными и отечественными клиническими рекомендациями. В области спортивной медицины дополнительно используются критерии, определяющие поэтапное возвращение спортсменов к интенсивным физическим и профессиональным нагрузкам после перенесенного заболевания COVID-19 и других инфекций [5-7]. Тем не менее, недостаточно освещены вопросы состояния спортсменов, вернувшихся к тренировкам, а также требуется анализ методологических подходов по их восстановлению после интенсивных физических нагрузок. Поэтому актуальным является оценка существующих материалов по способам и техническим решениям медицинского контроля спортсменов, возобновивших тренировки и имеющих в анамнезе перенесенные инфекционные заболевания, в том числе COVID-19.

Целью работы является анализ технического уровня и полученных результатов патентноохраняемых технологий диагностики, физической работоспособности, восстановления и реабилитации спортсменов, перенесших COVID-19 и другие инфекции.

**Методы и организация исследования.** Объектом патентных исследований являлась проблема подходов в диагностике состояний, восстановлении и реабилитации спортсменов, перенесших COVID-19 и тренирующихся в условиях среднегорья. Отдельные ключевые слова и составные части были предметами поиска: диагностика, прогнозирование состояния спортсменов, перенесших COVID-19 и другие инфекции; diagnosis and prognosis of health after COVID-19 and infectious diseases; реабилитация, восстановление, работоспособность спортсменов, перенесших COVID-19 и другие инфекции; methods for recovering patients and athletes after inflammatory diseases and coronavirus; респираторная реабилитация; respiratory rehabilitation; кислородотерапия, гипоксия, среднегорье; recovery of athletes by oxygen administration, middle altitude.

Поиск патентной информации проводился в электронных патентных базах данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент, [www.fips.ru](http://www.fips.ru)), патентном поиске поисковой системы Яндекс Патенты, патентном поиске поисковой системы Google patents, патентном поиске патентов и изобретений РФ и СССР (<http://www.findpatent.ru/>), электронных базах данных Европейского патентного ведомства (European Patent Office, <https://worldwide.espacenet.com>), ведомства Соединенных штатов Америки по патентам и товарным знакам (<https://globaldossier.uspto.gov/>). Глубина поиска не ограничивалась, были проанализированы все найденные охранные документы по исследуемому объекту поиска.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Патентный поиск проводился в соответствии с ГОСТ Р.15.011-96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения». По результатам поиска способов, медицинских технологий и технических решений, созданных на уровне изобретений и защищенных отечественными и зарубежными патентами, было

найденно 89 охранных документов, удовлетворяющих задаваемым критериям по предмету: «диагностика, прогнозирование состояний, спортсмены, перенесшие COVID-19 и другие инфекции» – 18; “diagnosis and prognosis of health after COVID-19 and infectious diseases” – 4; «реабилитация, восстановление, работоспособность спортсменов, в том числе перенесших COVID-19» – 21;

“methods for recovering patients and athletes after inflammatory diseases and coronavirus” – 8; «респираторная реабилитация» – 11; “respiratory rehabilitation” – 2; «кислородотерапия при гипоксических состояниях, среднегорье» – 13; “recovery of athletes by oxygen administration, hypoxia, middle altitude” – 12 (рис. 1).

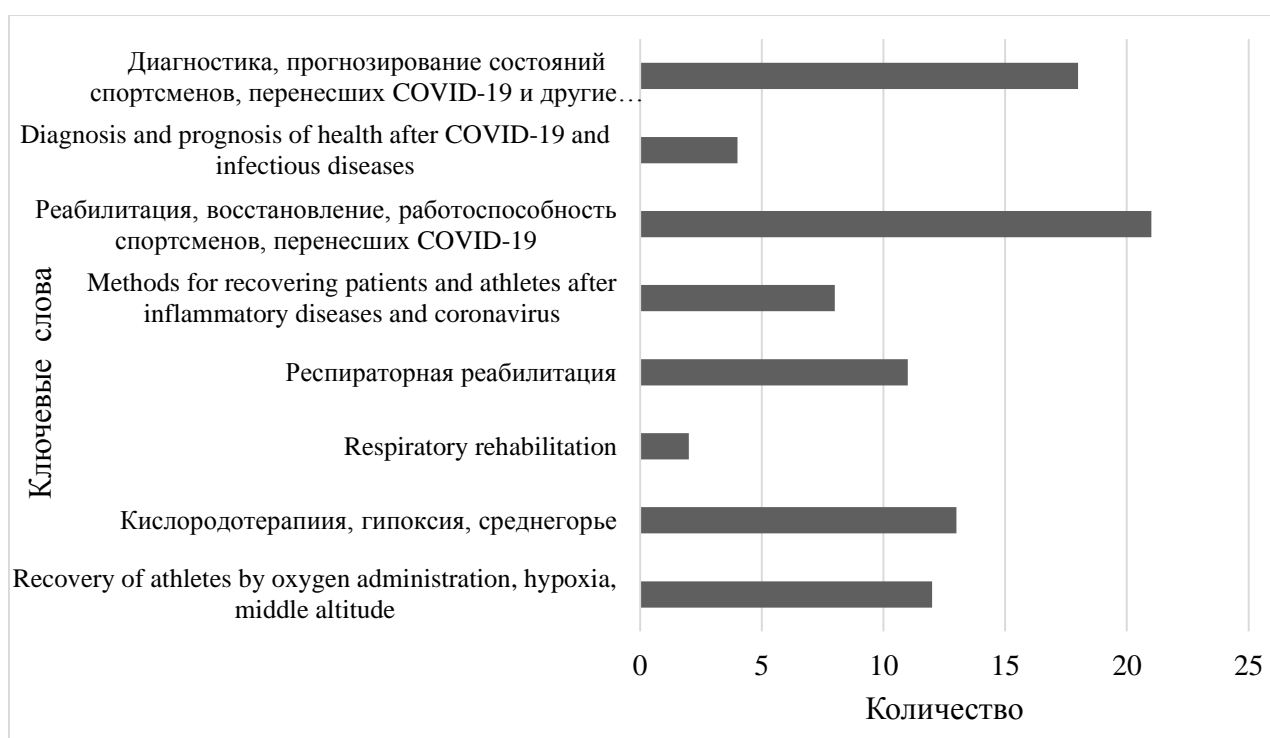


Рис. 1. Распределение количества патентов по ключевым словам (составляющим) объекта поиска (ключевые слова представлены на рисунке по оси Y)

Количество патентов, найденных по ключевым словам «реабилитация», «восстановление», «работоспособность спортсменов, перенесших COVID-19 и другие инфекции», включая подразделы «респираторная реабилитация», «кислородотерапия, гипоксия, среднегорье» на русском и английском языках преобладает над числом документов, связанных с диагностикой состояния спортсменов. Однако от выбора методов и подходов оценки состояния спортсменов, возобновивших тренировки, их реакций на физические нагрузки и работоспособность будут зависеть направления

разрабатываемых новых технологий и способов для восстановления спортсменов, перенесших COVID-19.

Документы, найденные по разделу «диагностика, прогнозирование состояний, спортсмены, перенесшие COVID-19 и другие инфекции», “diagnosis and prognosis of health after COVID-19 and infectious diseases” (рис. 2), распределились следующим образом, самые ранние – 2, которые приходились на 1998 и 1999 годы, затем – 6, изданные в течение последующих 20 лет и 12 за два последних года.

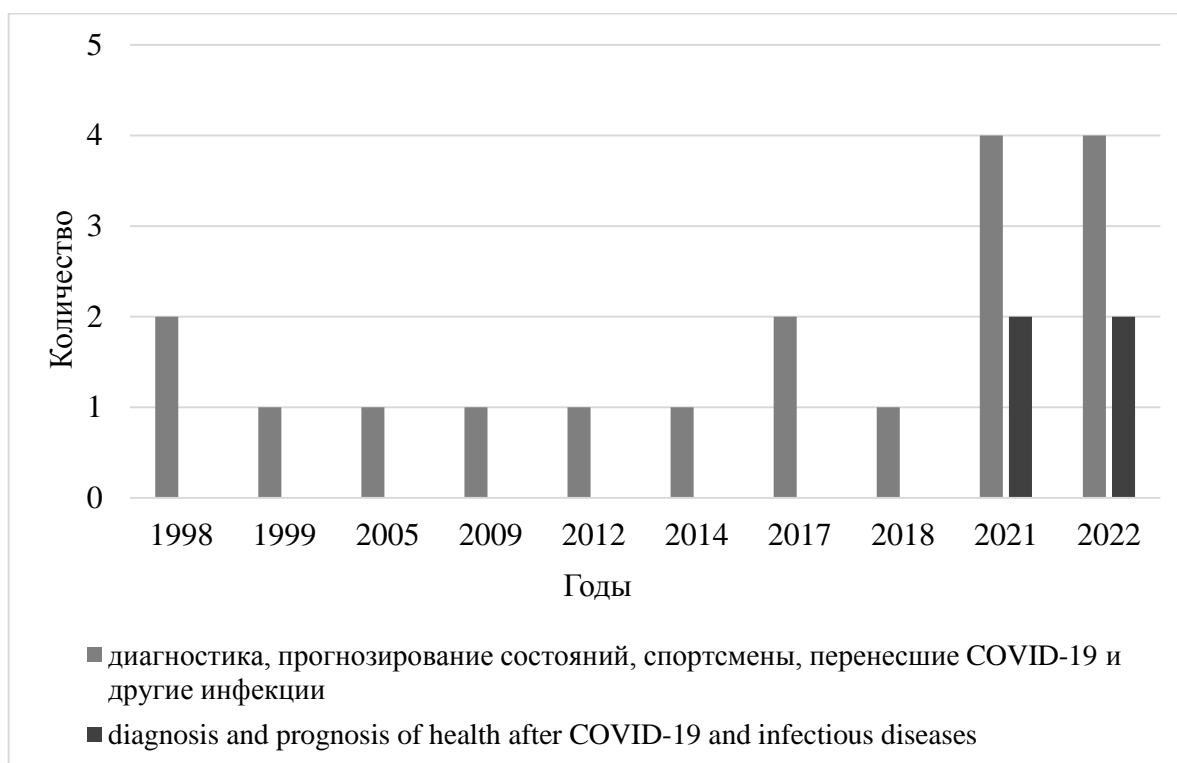


Рис. 2. Распределение количества патентов по годам по ключевым словам: «диагностика, прогнозирование состояний, спортсмены, перенесшие COVID-19 и другие инфекции»; “diagnosis and prognosis of health after COVID-19 and infectious diseases”

Наибольшая патентная активность по данному разделу отмечалась в 2021 и 2022 годах (12 патента из 22). Патентообладателями являются преимущественно юридические лица в Российской Федерации и физические лица из США и Европы.

Существенным моментом в диагностике здоровья спортсменов является прогнозирование их состояния во время тренировок в эпидемиологически неблагоприятной обстановке. Поэтому можно выделить несколько подгрупп технических решений и способов, относящихся к прогнозированию возникновения инфекций, последствий, связанных с заболеванием COVID-19 и восстановлением физической работоспособности. В более ранних запатентованных способах для оценки прогноза здоровья спортсменов используются иммунологические тесты [8], а в период эпидемии новой коронавирусной инфекции предложены технические способы, выявляющие начало таких состояний, как COVID-19 или другие респираторные инфекции, по мониторингу частоты

дыхания и частоты сердечных сокращений с автоматической обработкой данных [9]. Кроме этого, в настоящее время существует генетический скрининг, касающийся прогноза тяжести инфекционного заболевания, в частности COVID-19 [10], или прогноза состояния переболевших COVID-19, например по уровню летучих метаболитов в выдыхаемом воздухе [11], по контролю маркеров эндотелия [12] или показателям свертывающей системы [13].

Другая подгруппа патентоохраняемых документов включает нагрузочные тесты, определяющие работоспособность спортсменов: по состоянию кислородтранспортной и кислородутилизирующей систем с заданной циклической нагрузкой ступенчато-возрастающей интенсивности в зоне аэробно-анаэробного перехода [14]; оценивается сопряженность кардиогемодинамики и внешнего дыхания с уровнем потребления кислорода [15]; определяется устойчивость организма к гипоксии и гиперкапнии [16]; по сопоставлению внешнего дыхания и

мощности выполняемой работы при проведении ступенчатого велоэргометрического теста, на основании чего определяется вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение работы с оценкой эффективности физической работоспособности спортсмена [17]. Работоспособность спортсменов определяют по метаболическому профилю после физической нагрузки [18] или при достижении максимальной степени нагрузки на велоэргометре [19]. Анализируя перечень опубликованных изобретений за последние 5 лет, можно отметить, что научные коллективы в основном предлагают автоматизированные неинвазивные методы диагностики состояния спортсменов, используя функциональные параметры различных систем организма, либо проводятся высокотехнологические генетические тесты на полиморфизм генов, определяющие функционирование систем, как ответственных за иммунологическую защиту организма, так и относящихся к успешности профилирования спортивной деятельности.

Наибольшее количество патентов было найдено по ключевым (русским и

английским) словам: «реабилитация, восстановление, работоспособность спортсменов, перенесших COVID-19 и другие инфекции», “methods for recovering patients and athletes after inflammatory diseases and coronavirus” (рис. 3). Самый ранний документ приходился на 1994 год, патентообладателем по нему является Российский научный центр реабилитации и физиотерапии. За период с 1996 до 2017 год найдено 12 документов. Наибольшая патентная активность отмечалась, начиная с 2018 по текущее время (2018 – 3 документа, 2020 – 2, 2021 – 6, 2022 – 5). Из 29 патентообладателей 10 являются российскими юридическими, 11 – российскими, 8 – иностранными физическими лицами. Среди российских и иностранных правообладателей отмечалось увеличение патентной активности за последние 3 года, что связано с необходимостью поиска новых методов и способов реабилитации разных контингентов населения, включая спортсменов, учитывая появление новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 в декабре 2019 года и последующей эпидемии COVID-19.

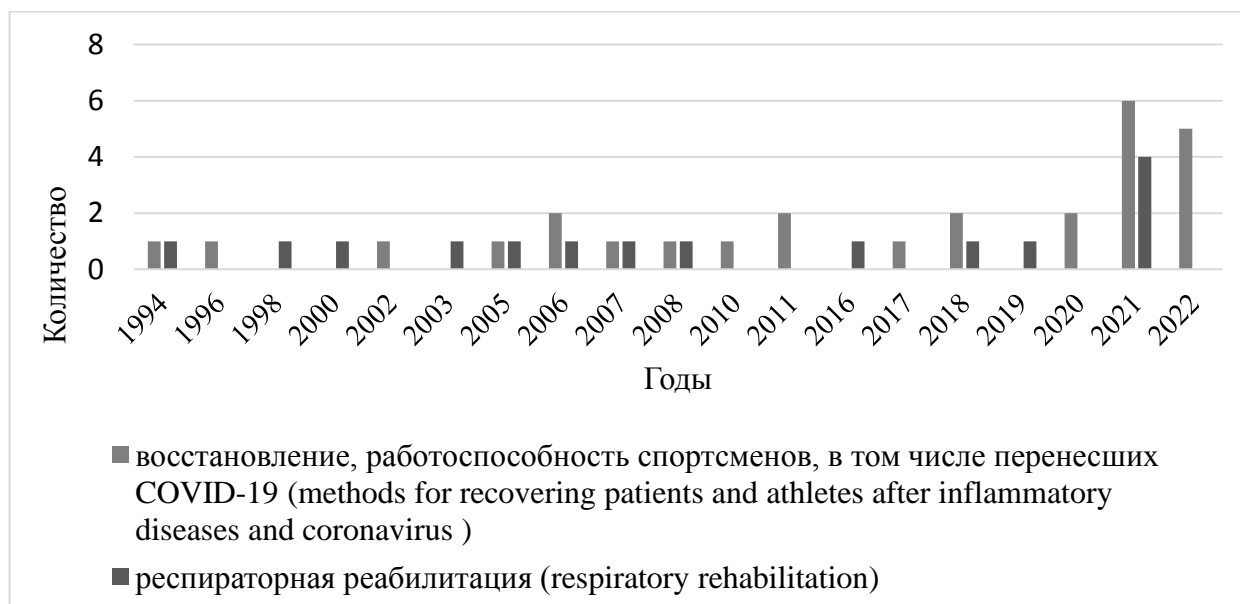


Рис. 3. Распределение количества патентов по годам по ключевым словам: «восстановление, работоспособность спортсменов, реабилитация спортсменов, перенесших COVID-19», “recovering patients and athletes after inflammatory diseases and coronavirus”, «респираторная реабилитация», “respiratory rehabilitation”

Данный подраздел представлен документами, в котором можно выделить несколько направлений, предлагающих технические решения для восстановления и реабилитации спортсменов. Это патенты, где преимущественно использованы различные способы физиотерапии – 15, композиции для нутритивной поддержки спортсменов – 6, курортные факторы – 2 и действие гипоксических и холодовых нагрузок – 4, последние предназначены для повышения физической работоспособности и стрессоустойчивости. В разделе респираторной реабилитации основными способами являются методики с разными техниками дыхательной гимнастики, выполняемые по отдельности или в сочетании с

кинезиотерапией и физиотерапией. За последние 3 года предлагаемые способы респираторной реабилитации обеспечиваются автоматизированными системами контроля, например аппаратные методы воздействия на грудную клетку с обратной биологической связью, сочетающиеся с определённым ритмом дыхания, предназначены для комплексной реабилитации после COVID-19 [20], а также интеллектуальные системы тренировки дыхания для спортсменов [21]. В других способах тренировки и восстановления дыхания включены методики физиотерапевтического воздействия: электромиостимуляция диафрагмального дыхания [22], способ, использующий электростимуляцию участков блуждающего нерва [23].

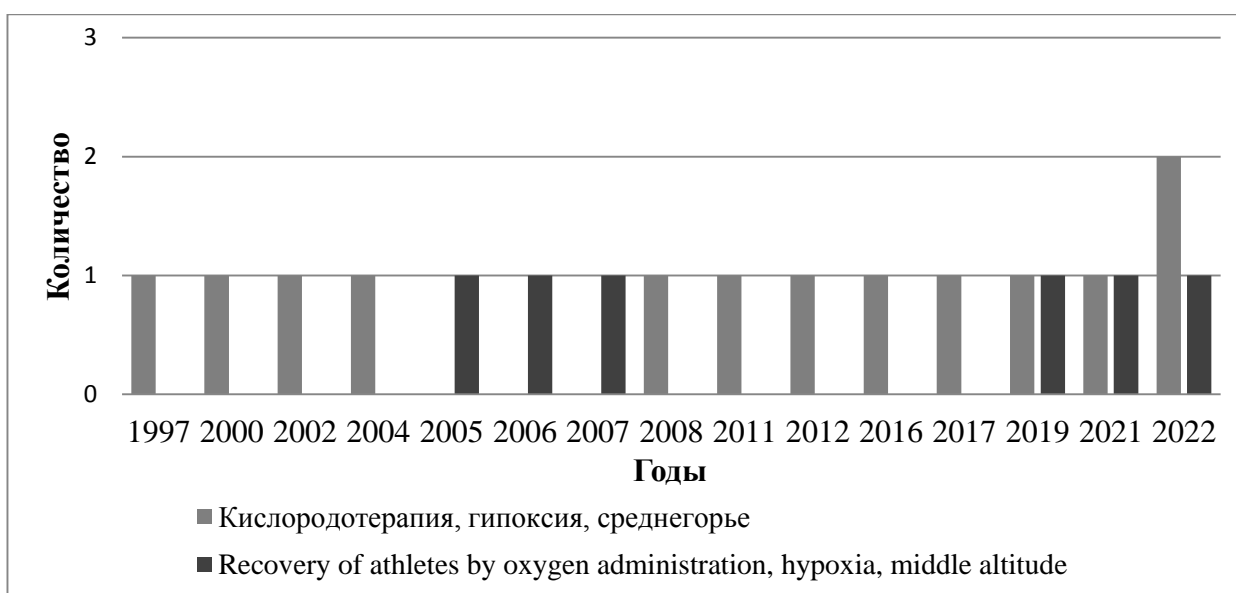


Рис.4. Распределение количества патентов по годам по ключевым словам «кислородотерапия, гипоксия, среднегорье», “recovery of athletes by oxygen administration, hypoxia, middle altitude”

Проведение тренировок в условиях среднегорья подразумевает выделение отдельного раздела в патентном поиске, для которого использовались ключевые слова: кислородотерапия, гипоксия, среднегорье, oxygen administration in middle altitude (рис. 4). Найдено 13 российских документов, из них 7 датированные 1997, 2000, 2002, 2004, 2008, 2011, 2012 годами, 2 документа – 2016 и 2017 годами и 4 документа – с 2019

по 2022 годы. Иностранные патенты представлены американскими, европейскими и китайскими физическими лицами в 6 документах, датированные 2005, 2006, 2007, 2019, 2021 и 2022 годами. В патентоохраненных документах представлены способы и методы кислородотерапии, использующие различные составы газовых смесей (ксенон и кислород, кислород и гелий, ксенон с гелием и кислородом), подаваемые в

пропорциях нормоксии или гипероксии. Кислородотерапия также осуществляется методом гипербарической оксигенации. Особенностью каждого из способов является контроль физиологических параметров, по которым проводится дозирование, продолжительность, и оценивается эффективность кислородотерапии. [24]. Отдельно можно представить восстановительное воздействие кислорода, растворенного в воде, для приема внутрь [25] или в виде водных процедур [26].

**Заключение.** Проведенный патентный анализ показал, что ученые и специалисты активно занимаются изучением вопросов, являющихся объектом нашего исследования – разработкой технологий восстановления и реабилитации спортсменов, перенесших COVID-19.

Выделено несколько подгрупп технических решений и способов, относящихся к прогнозированию возникновения инфекций, последствий, связанных с

заболеванием COVID-19 и восстановлением физической работоспособности. В более ранних запатентованных способах для оценки прогноза здоровья спортсменов используются иммунологические тесты, а в период эпидемии новой коронавирусной инфекции предложены технические способы, выявляющие начало таких состояний, как COVID-19 или другие респираторные инфекции, по мониторингу частоты дыхания и частоты сердечных сокращений с автоматической обработкой данных.

Раздел восстановления и реабилитации спортсменов представлен документами, в которых можно выделить несколько направлений: физиотерапия, нутритивная поддержка спортсменов, курортные факторы, гипоксические и холодовые нагрузки. Респираторная реабилитация представлена разными техниками дыхательной гимнастики, в том числе в сочетании с кинезиотерапией и физиотерапией.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о текущей ситуации по борьбе с коронавирусом. Коммуникационный центр Правительства Российской Федерации, онлайн статистика коронавируса в мире по данным ВОЗ. URL: [stopcoronavirus.ru](https://stopcoronavirus.ru) (дата обращения 07.06.2022)
2. Фонарев, Д. В. Анализ тренировочных и соревновательных нагрузок бегунов-марафонцев в годичном цикле в период предсоревновательной подготовки / Д. В. Фонарев, А. А. Черняев, Е. А. Фонарева // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27241> (дата обращения 07.06.2022)
3. Тер-Акопов, Г. Н. Новые технологии восстановления спортсменов на учебно-тренировочной базе в условиях среднегорья / Г. Н. Тер-Акопов // *Современные вопросы биомедицины*. – 2017. – Т.1. – № 1. – С. 4-16.
4. Корягина, Ю. В. Современные технологии и эффекты горной подготовки спортсменов / Ю. В. Корягина, Г. Н. Тер-Акопов, С. В. Нопин // *Курортная медицина*. – 2017. – № 3. – С. 170-174
5. Position stand: return to sport in the current Coronavirus pandemic (SARS-CoV-2 / COVID-19) / Nieß A. M., Bloch W., Friedmann-Bette B. [et al]

- // *DtschZ Sportmed*. – 2020. – Vol. 71. – № 5. – pp. E1-E4.
6. Зеленкова, И. Е. Возвращение к тренировкам после коронавируса (SARS-CoV-2/COVID-19) / И. Е. Зеленкова, Д. С. Ильин, В. А. Бадтиева // *Спортивная медицина: наука и практика*. – 2020. – Т. 10 – № 3. – С. 60-66. DOI: 10.47529/2223-2524.2020.3.60
7. Exercise and sports after COVID-19 – Guidance from a clinical perspective / Halle M., Bloch W., Nieß A. M. [et al] // *Transl Sports Med*. – 2021. – Vol. 4. – № 3. – pp. 310-318. DOI: 10.1002/tsm2.2247.
8. Патент N 2104541 Российская Федерация, МПК G01N 33/53 (2006.01) Способ прогнозирования инфекционных заболеваний у спортсменов в соревновательный период: N 94024215/14: заявлено 29.06.1994: опубл. 10.02.1998 / Дятлов Д. А., Долгушин И. И., Винантов В. В., Пушкарев Е. Д., Рыбаков В. В.
9. Patent N 2021252768 Worldwide applications, IPC G16H 20/30 (2006.01), G16H 40/63 (2006.01), G16H 40/67 (2006.01), G16H 50/20 (2006.01), G16H 50/30 (2006.01), G16H 50/70 (2006.01) Wearable infection monitor: N 63/037,499: priority data : 10.06.2020: publication data: 27.12.2021/ Capodilupo E. R., Capodilupo J.V.

10. Патент N 2751410 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, G01N 33/569, C12Q 1/6858, C12Q 1/6874 Способ оценки риска развития тяжелой формы COVID-19: N 2021104170: заявлено 18.02.2021: опубл. 13.07.2021 / Шкурников М. Ю., Нерсисян С. А., Тоневицкий А. Г.
11. Патент N 2764050 Российская Федерация, МПК А61В 6/03 (2006.01), А61В 5/093 (2006.01), А61В 5/107 (2006.01) Способ определения вероятности наличия фиброза печени у пациентов, перенесших COVID-19: N 2021123369: заявлено 03.08.2021: опубл. 13.01.2022 / Кручинина М. В., Светлова И. О. Громов А. А., Логвиненко И. И., Белковец А. В., Каштанова Е. В., Шрамко В. С., Пушкина О. В.
12. Патент N 2768575 Российская Федерация, МПК G01N 33/68 (2006.01), G01N 33/573 (2006.01) Способ определения степени риска развития сердечно-сосудистых осложнений при COVID-19: N 2021127791: заявлено 22.09.2021: опубл. 24.03.2022 / Хавкина Д. А., Чухляев П. В., Руженцова Т. А.
13. Патент N 2770356 Российская Федерация, МПК G01N 33/50 (2006.01), А61В 5/00 (2006.01), А61Р 31/14 (2006.01), А61К 31/166 (2006.01) Способ выбора тактики ведения пациентов после перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19 с целью профилактики отдаленных тромботических осложнений: N 2021125975: заявлено 02.09.2021: опубл. 15.04.2022 / Некаева Е. С., Большакова А. Е., Преснякова М. В., Малышева Е. С., Галова Е. А.
14. Патент N 2106108 Российская Федерация, МПК А61В 5/02 (2006.01), А61В 5/00 (2006.01), А61В 5/0205 (2006.01), А61В 5/08 (2006.01), А61В 5/083 (2006.01), А61Н 1/00 (2006.01) Способ определения функционального состояния сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке по взаимодействию кислородтранспортной и кислородутилизирующей систем организма человека: N 92011402/14: заявлено 27.11.1992: опубл. 10.03.1998 / Радченко А. С.
15. Патент N 2254804 Российская Федерация, МПК А61В 5/08 (2006.01) Способ оценки изменений сопряженности кардиогемодинамики и внешнего дыхания: N 2003123670/14: заявлено 28.07.2003: опубл. 27.06.2005 / Лабутин Н. Ю., Гудков А. Б., Кубушка О. Н., Неверова О. Н.
16. Патент N 2359610 Российская Федерация, МПК А61В 5/08 (2006.01) Способ оценки устойчивости организма к гипоксии и гиперкапнии по времени произвольной задержки дыхания на вдохе и жизненной емкости легких: N 2007136140/14: заявлено 28.09.2007: опубл. 27.06.2009 / Воронин Р. М.
17. Патент N 2449727 Российская Федерация, МПК А61В 5/08 (2006.01) Способ определения (оценки) физической работоспособности по динамике отношения минутного объема дыхания к мощности возрастающей нагрузки: N 2010129628/14: заявлено 15.07.2010: опубл. 10.05.2012 / Вашляев Б. Ф., Вашляева И. Р., Сазонов И. Ю., Доронин А. И., Фарафонов М. Г., Шачкова Т. А., Вишневецкий В. Ю.
18. Патент N 2615872 Российская Федерация, МПК А61В 5/02 (2006.01), А61В 10/00 (2006.01), G01N 33/50 (2006.01) Способ донозологической диагностики здоровья спортсменов: N 2013143812/14: заявлено 27.09.2013: опубл. 27.11.2014 / Рахманов Р. С., Белоусько Н. И., Страхова Л. А., Блинова Т. В., Трошин В. В., Петрова И. А., Моисеева Е. В.
19. Патент N 2652968 Российская Федерация, МПК А61В 5/145 (2006.01), А61В 5/02 (2006.01) Способ комплексной оценки показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов: N 2017132775: заявлено 19.09.2017: опубл. 03.05.2018 / Чичкова М. А., Светличкина А. А.
20. Патент N 2745697 Российская Федерация, МПК А61Н 1/00 (2006.01), G01N 33/00 (2006.01) Способ реабилитации пациентов с бронхолегочной патологией инфекционного генеза: N 2020137907: заявлено 19.11.2020: опубл. 03.30.2021 / Герасименко М. Ю., Фролов Д. В., Крюков Е. В., Костюченко О. М., Геворкян А. Р.
21. Patent N 212817922 Worldwide applications, IPC G16H 20/30 (2006.01) Intelligent respiratory training system based on cooperation of multiple monitoring units: N 202020980699.3: priority data: 06.02.2020: publication data: 30.03.2021 / Hu B., Zhu X., Ruan D., Cui W.
22. Патент N 2760470 Российская Федерация, МПК А61Н 1/36 (2006.01), А61F 2/72 (2006.01) Способ электромиостимуляции диафрагмального дыхания: N 2021110482: заявлено 13.04.2021: опубл. 25.11.2021 / Артамонов А. А., Глухов В. И., Коваленко С. Ю.
23. Patent N 20070027496 United State, IPC А61Н 1/3611 (2006.01), А61Н 1/0551 (2006.01), А61Н 1/3601 (2006.01), А61Н 1/36053 (2006.01), А61Н 1/36139 (2006.01), А61Н 1/36114 (2006.01) Stimulating cranial nerve to treat pulmonary disorder: N 201911199738.4: priority data: 28.07.2005: publication data : 02.01.2007 / Parnis S., Maschino S., Buras W., Guzman A.



24. Patent N 2021103856 Worldwide applications, IPC G16H 20/30 (2006.01), G16H 16/00 (2006.01), G16H 50/20 (2006.01) Smart algorithm-based interval hypoxic and hyperoxic training system, and method: N US11/191,896: priority data: 29.11.2019: publication data 03.06.2021/ Boyu W., Xie G.O., Kuo C.

25. Patent N 10626036 United State, IPC A61K33/00 (2006.01), CO2F 9/00 (2006.01), CO2F 1/78 (2006.01), CO2F 1/44 (2006.01), CO2F 1/42 (2006.01), CO2F 1/32 (2006.01), A61K 9/00 (2006.01), A61K 33/00 (2006.01), COIB 5/00 (2006.01), CO2F 103/02 (2006.01) Hyper-oxygenated water compositions and related methods and systems: N US15/727,560: priority data: 06.10.2017: publication data 21.04.2020 / Guoin K. J.

26. Patent N 10875803 United State, IPC A61L2/54 (2006.01), CO2F 9/00 (2006.01), CO2F 1/32 (2006.01), CO2F 1/34 (2006.01), CO2F 1/78 (2006.01), CO2F 1/42 (2006.01) Hyper-oxygenated soaking spa system: N US15/727,470: priority data: 06.10.2017: publication data 29.12.2020 / Guoin K. J.

## REFERENCES

1. Report on the current situation in the fight against coronavirus. Communication Center of the Government of the Russian Federation, online statistics of coronavirus in the world according to WHO. Available at: [stopcoronavirus.ru](http://stopcoronavirus.ru) (accessed 07.06.2022) (in Russ.)
2. Fonarev D.V., Chernyaev A.A., Fonareva E.A. Analysis of training and competitive loads of marathon runners in the annual cycle during the precompetitive training. *Modern problems of science and education*, 2017, no. 6. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27241> (accessed 07.06.2022) (in Russ.)
3. Ter-Akopov G.N. New technologies for the rehabilitation of athletes on the training camp in the conditions of middle altitude. *Modern Issues of Biomedicine*, 2017, vol.1, no. 1, pp. 4-16 (in Russ.)
4. Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V. Modern technologies and effects of mountain and hypoxic athlete training. *Resort medicine*, 2017, no. 3, pp. 170-174. (in Russ.)
5. Nieß A.M., Bloch V., Friedmann-Bett B., Grim C., Halle M., Hirschmüller A., Kopp C., Meyer T., Niebauer J., Reinsberger C. et al. Position stand: return to sport in the current Coronavirus pandemic (SARS-CoV-2 / COVID-19). *DtschZ Sportmed*, 2020, vol. 71, no. 5, p. E1-E4.
6. Zelenkova I.E., Il'in S.D., Badtieva A.V. Return to training after coronavirus (SARS-CoV-2/COVID-19) infection. *Sports Medicine: Research and Practice*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 60-66. DOI: 10.47529/22232524.2020.3.60. (in Russ.)
7. Halle M., Bloch U., Nieß A.M., Predel H.-G., Reinsberger C., Scharhag J., Steinacker J., Wolfarth B., Scherr J., Niebauer J. Exercise and sports after COVID-19 – Guidance from a clinical perspective. *Transl Sports Med*, 2021, vol. 4, no. 3, pp. 310-318. DOI: 10.1002/tsm2.247.
8. Dyatlov D.A., Dolgushin I.I., Vinantov V.V., Pushkarev E.D., Rybakov V.V. Method for predicting infectious diseases in athletes during the competition period. Patent for invention RU 2104541 C1, 1998. (in Russ.)
9. Capodilupo E.R., Capodilupo J.V. Wearable infection Monitor. Patent for invention N 2021252768, 2021.
10. Shkurnikov M. Yu., Nersisyan S.A., Tonevitskij A.G. Method for assessing the risk of developing severe COVID-19. Patent for invention RF 2751410 C1, 2021. (in Russ.)
11. Kruchinina M.V., Svetlova I.O., Gromov A.A., Logvinenko I.I., Belkovets A.V., Kashtanova E.V., Shramko V.S., Pushkina O.V. A way to identify the probability of liver fibrosis in patients who had COVID-19. Patent for invention RF 2764050 C1, 2022. (in Russ.)
12. Khavkina D.A., Chukhlyaev P.V., Ruzhentsova T.A. Method for determining the degree of risk of cardiovascular complications in COVID-19. Patent for invention RF 2768575 C1, 2022. (in Russ.)
13. Nekaeva E.S., Bolshakova A.E., Presnyakova M.V., Malysheva E.S., Galova E.A. Method of choosing the tactics of treatment of patients after the coronavirus infection (COVID-19) for the prevention of long-term thrombotic complications. Patent for invention RF 2770356 C1, 2022. (in Russ.)
14. Radchenko A.S. Method for identifying the functional state of the cardiovascular system under physical loads on the interaction of oxygen transport and oxygen-stabilizing systems of the human body. Patent for invention RF 2106108 C1, 1998. (in Russ.)
15. Labutin N.Yu., Gudkov A.B., Kubushka O.N., Neverova O.N. Method for assessing changes in the conjugacy of cardiodynamics and external respiration. Patent for invention RF 2254804 C1, 2005. (in Russ.)
16. Voronin R.M. Method for assessing the body's resistance to hypoxia and hypercapnia by the time of arbitrary breath holding on inspiration and vital

- capacity. Patent for invention RF 2359610 C1, 2005. (in Russ.)
17. Vashlyaev B.F., Vashlyaeva I.R., Sazonov I.Yu., Doronin A.I., Farafontov M.G., Shachkova T.A., Vishnev V.Yu. Method for identifying (evaluating) physical performance with the dynamics of the ratio of the respiratory minute volume to the power of the age load. Patent for invention RF 2449727 C1, 2012. (in Russ.)
18. Rakhmanov R.S., Belousko N.I., Strakhova L.A., Blinova T.V., Troshin V.V., Petrova I.A., Moiseeva E.V. A method for prenosological diagnosis of athlete's health. Patent for invention RF 2615872 C1, 2014. (in Russ.)
19. Chichkova M.A., Svetlichkina A.A. Method of comprehensive assessment of cardiovascular system indicators in athletes. Patent for invention RF 2652968 C1, 2018. (in Russ.)
20. Gerasimenko M.Yu., Frolov D.V., Kryukov E.V., Kostyuchenko O.M., Gevorgyan A.R. Method of rehabilitation of patients with bronchopulmonary pathology of infectious genesis. Patent for invention RF 2745697 C1, 2021. (in Russ.)
21. Hu B., Zhu X., Ruan D., Cui W. Intelligent breathing training system based on the cooperation of several monitoring units. Patent for invention N 212817922, 2021.
22. Artamonov A.A., Glukhov I.V., Kovalenko S.Yu. Method of electrical myostimulation of diaphragmatic respiration. Patent for invention RF 2760470 C1, 2021. (in Russ.)
23. Parnis S., Maskino S., Buras W., Guzman A. Cranial nerve stimulation for the treatment of pulmonary diseases. Patent for invention N 20070027496, 2007.
24. Boyu V., Xie G.O., Kuo C. Intelligent system of interval hypoxic and hyperoxic training based on algorithms and method, Patent for invention N 2021103856, 2019.
25. Guoin K.J. Compositions of water with a high oxygen content and corresponding methods and systems, Patent for invention N 10626036, 2020.
26. Guoin K.J. High oxygen spa system. Patent for invention N 10875803, 2020.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Гукас Николаевич Тер-Акопов** – кандидат экономических наук, генеральный директор ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России.

**Анна Викторовна Абрамцова** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: [a.v.abramtsova@skfmba.ru](mailto:a.v.abramtsova@skfmba.ru).

**Сабина Маликовна Абуталимова** – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, e-mail: [sabina190989@yandex.ru](mailto:sabina190989@yandex.ru).

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

**Gukas Nikolaevich Ter-Akopov** – PhD, General Director of the FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki.

**Anna Viktorovna Abramtsova** – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [a.v.abramtsova@skfmba.ru](mailto:a.v.abramtsova@skfmba.ru).

**Sabina Malikovna Abutalimova** – Researcher of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: [sabina190989@yandex.ru](mailto:sabina190989@yandex.ru).

**Для цитирования:** Тер-Акопов, Г. Н. Патентноохраняемые технологии диагностики реабилитации спортсменов, перенесших COVID-19 / Г. Н. Тер-Акопов, А. В. Абрамцова, С. М. Абуталимова // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 2. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_7

**For citation:** Ter-Akopov G.N., Abramtsova A.V., Abutalimova S.M. Patent-protected technologies for diagnosis and rehabilitation of athletes after COVID-19. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 2. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_7

## ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Дата публикации: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_8  
УДК 37.037.1

Publication date: 01.10.2022  
DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_8  
UDC 37.037.1

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГИБКОСТИ У ДЕТЕЙ 7-8 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКОЙ

**О.А. Ломова, А.А. Варина**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Россия

**Аннотация.** Художественная гимнастика – один из самых зрелищных и красивых видов спорта. Гибкость – одно из основных физических качеств, которое очень важно развивать у юных гимнасток. Развитие гибкости изучалось многими авторами, но использованию отягощений, силовых упражнений для развития гибкости с детьми 7-8 лет не уделялось должного внимания. Цель исследования – экспериментально обосновать эффективность применения метода совмещенного развития гибкости и силы, направленных на развитие гибкости у детей 7-8 лет, занимающихся художественной гимнастикой. Результаты, полученные в ходе проведенного педагогического эксперимента по использованию специально разработанных комплексов упражнений для развития гибкости, позволяют сделать вывод, что применение в тренировочном процессе метода совмещенного развития гибкости и силы, кроме общепринятых упражнений, способствует улучшению показателей развития подвижности в суставах и гибкости позвоночного столба у детей 7-8 лет, занимающихся художественной гимнастикой.

**Ключевые слова:** тренировочный процесс, художественная гимнастика, гибкость, сила, метод совмещенного развития гибкости и силы.

### METHODOLOGICAL FEATURES OF THE FLEXIBILITY DEVELOPMENT IN 7-8 YEARS OLD RHYTHMIC GYMNASTS

**O.A. Lomova, A.A. Varina**

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

**Annotation.** Rhythmic gymnastics is one of the most spectacular and beautiful sports. Flexibility as one of the main physical qualities, which is very important to develop in young gymnasts. The development of flexibility has been studied by many authors, but the use of weights, strength exercises for the development of flexibility with children aged 7-8 years has not been given due attention. The purpose of the study is to experimentally substantiate the effectiveness of using the method of combined development of flexibility and strength, aimed at developing flexibility in children aged 7-8 years engaged in rhythmic gymnastics. The results obtained in the course of the pedagogical experiment on the use of specially designed sets of exercises for the development of flexibility allow us to conclude that the use of the method of combined development of flexibility and strength in the training process, in addition to generally accepted exercises, improves the development of mobility in the joints and flexibility of the spinal column in 7-8 years old rhythmic gymnasts.

**Keywords:** training process, rhythmic gymnastics, flexibility, strength, the method of combined development of flexibility and strength.

**Введение.** Художественная гимнастика – это популярный вид спорта в России и мире среди девочек. В программу соревнований включаются новые сложные элементы, которые требуют хорошей физической и психологической подготовки

спортсменов. Успех в художественной гимнастике, при относительно равном уровне физической, технической и психологической подготовки гимнасток, будет в большей степени зависеть от развития гибкости. Гибкость в художественной гимнастике

необходимо развивать непрерывно, постепенно, в соответствии с возрастными особенностями, оптимально распределяя и сочетая объем и интенсивность нагрузки.

Исследователи, специалисты в области физической культуры и спорта – Матвеев Л.П. [1, С. 273], Платонов В.М., Степина К.Н., Воропаева В.В., а также по художественной гимнастике – Назарова О.М., Крючек Е.С., Медведева Е.Е., Супрун А.А., Винер-Усманова И.А., Терехина Р.Н. [2] подтверждают значимость развития гибкости как необходимого условия овладения техникой двигательных действий разных видов спорта. Верхошанский Ю.В. [3] в своем труде рассматривает некоторые закономерности, обуславливающие качественное развитие физических качеств, в частности гибкости, в соответствии с возрастными и половыми различиями.

Данная тема исследования является актуальной, потому что сегодня спорт становится все моложе, требования для детей увеличиваются, а перед тренерами стоит непростая задача: поиск таких методов и средств, чтобы занимающиеся с лёгкостью и с положительными эмоциями осваивали новые, сложные элементы в гимнастике, а для того, чтобы их изучить и в дальнейшем выполнить, нужно развивать гибкость. В тренировочном процессе занятий художественной гимнастикой с детьми в возрасте 7-8 лет развитие гибкости носит комплексный характер. Качественное, технически правильное («чистое») исполнение гимнастических элементов напрямую зависит от гибкости гимнастки, важно знать и применять соответствующие методики развития гибкости [4-9].

Для данного исследования важно рассмотреть некоторые особенности данного физического качества. Согласно определению Л.П. Матвеева [1, С. 273], «гибкостью» в применении к физическим качествам человека принято называть свойство упругой растяжимости телесных структур (главным образом мышечных и соединительных), определяющее пределы амплитуды движений звеньев тела [1].

Выделяют два вида гибкости: активную и пассивную. Активная гибкость рассматривается как максимально возможная подвижность в суставе, которую гимнастка может продемонстрировать самостоятельно, используя только свою силу. Пассивная гибкость – это наибольшая амплитуда движения, которая достигается как правило с помощью внешних сил: с помощью партнера, снаряда или отягощения. В гимнастике больше ценится активная гибкость, т.к. она обеспечивает естественную свободу движений спортсменок и позволяет овладеть правильной техникой элементов [1], но достичь хорошей подвижности в суставах можно только если развивать обе гибкости: активную и пассивную.

Выделяют еще общую и специальную гибкость. Для общей гибкости характерна максимальная амплитуда в крупных суставах, а специальная гибкость связана с техникой выполнения определенного двигательного действия [1-2].

На основе анализа специальной литературы и авторских методик можно представить следующие особенности развития гибкости для занимающихся художественной гимнастикой.

Последовательность выполнения упражнений на гибкость: 1) упражнения для суставов верхних конечностей и плечевого пояса, 2) туловища и 3) суставов нижних конечностей.

Тренировочное занятие начинается с разминки [4], в конце занятия обязательно выполняются уравнивания на растяжку. Нагрузка увеличивается постепенно – за счет увеличения количества повторений упражнения, интенсивности или количества подходов.

В художественной гимнастике есть много непростых упражнений, которые нужно изучать очень долго и внимательно, например перевороты, колесо, наклоны назад из различных положений и т.д. Эти сложные упражнения требуют индивидуального подхода к ребенку. Во время разучивания трудных элементов и упражнений тренеру важно указывать на ошибки,

обеспечивать безопасность и страховку для предупреждения травм [2, 4, 9].

Успешность развития физических качеств юных гимнасток во многом определяется некоторыми методическими приемами, которые использует тренер на занятиях: упражнения с необычными названиями, например, «лягушка», «березка», «лодочка», «кошечка» – задание воспринимается на слух очень легко и поднимает настроение [4]. Игровые формы занятий: различные эстафеты, подвижные игры и задания вызывают у гимнасток чувство легкости выполнения гимнастических элементов, а некоторые упражнения (комбинации) закрепляются лучше, если использовать их в игре [1-2]. Особенности игровой деятельности заключаются в том, что от девочек требуется инициатива, смелость, настойчивость, умение работать в команде. Это все очень хорошо влияет на тренировочный процесс.

Л.П. Матвеев [1] выделяет такие методы развития гибкости как: метод совмещенного развития гибкости и силы, метод многократного растягивания, метод статического растягивания (статически-активная растяжка, статически-пассивная растяжка, изометрическая растяжка).

Матвеев Л.П. [1, С. 275] пишет, что «развитие гибкости тесно связано с развитием мышечной силы».

Остановимся на методе совмещенного развития гибкости и силы по Л.П. Матвееву. При использовании данного метода необходимо обратить внимание на растягивание мышц и связок, когда выполняются упражнения на силу, и обязательно учитывать возможный отрицательный эффект на гибкость. Чтобы не было отрицательного эффекта, следует соблюдать следующие методические приемы: последовательно использовать упражнения на силу и гибкость [1]:

- прямая последовательность – «сила + гибкость»;
- обратная последовательность – «гибкость + сила».

Обратная последовательность более удобная в случае, если нужно выполнять силовые упражнения с максимальной амплитудой движений, но тогда нужно учитывать, что силовые возможности сильно понизятся [1].

При методе прямой последовательности, вследствие того, что будут еще и силовые упражнения, подвижность в суставах будет сильно снижаться примерно на 18-25%, а после того, как выполнится еще и комплекс на растяжку, гибкость уже увеличится на 55-75% от сниженного уровня.

При методе поочередного применения упражнений на силу и гибкость, то есть гибкость + сила + гибкость +... (во время одной тренировки) – происходит ступенчато-образное изменение подвижности звеньев тела, которые работают. Гибкость каждый раз понижается после выполнения силового упражнения, но сразу же после растяжки гибкость увеличивается с общей тенденцией, а к концу тренировки до 30-35% от первоначального уровня [1].

Таким образом, оптимальный результат развития гибкости будет достигнут, если проведена разминка, в основе которой были использованы статические упражнения на растяжку.

Цель данного исследования – экспериментально обосновать эффективность применения метода совмещенного развития гибкости и силы для развития гибкости на занятиях художественной гимнастикой с детьми 7-8 лет.

В качестве гипотезы было выдвинуто предположение, что применение метода совмещенного развития гибкости и силы в тренировочном процессе гимнасток 7-8 лет окажет положительное влияние на развитие гибкости.

**Методы и организация исследования.** Использовались следующие методы исследования: анализ научно-методической литературы, педагогический эксперимент, методы математической статистики, педагогическое наблюдение, контрольные тесты.

Исследование проведено в три этапа (с августа 2021 года по январь 2022 года).

Первый этап (август-сентябрь 2021 года) заключался в анализе специальной литературы, определении цели, задач, объекта и предмета исследования, формулировке гипотезы, отбора диагностического материала. Были определены упражнения по программе занятий художественной гимнастики и составлены комплексы упражнения для развития гибкости у девочек 7-8 лет, отобраны контрольные упражнения (тесты) для определения уровня развития гибкости у занимающихся: «Выкрут» (см), «Подвижность в коленных суставах» (см), «Шпагат поперечный» (см), «Наклон вперед» (см), «Мостик» (см), «Прогиб назад» (см) [2, С. 278]. В Центре спортивной подготовки «NEW STARS» по художественной гимнастике г. Петрозаводска определены случайной выборкой две группы занимающихся по 10 человек для контрольной (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ) [7].

На втором этапе (сентябрь-декабрь 2021 г.) в Центре спортивной подготовки «NEW STARS» [7] по художественной гимнастике г. Петрозаводска проведено первое тестирование на КГ и ЭГ. Занятия проводились три раза в неделю по 90 мин по программе эксперимента. Девочки экспериментальной группы выполняли комплексы упражнений по методу совмещенного развития гибкости и силы, а занятия в контрольной группе проводились по традиционной методике. В ходе исследования, на основании методических пособий по художественной гимнастике Карпенко Л.А. и Лисицкой Т.В. [4-5], были составлены комплексы упражнений для

проведения занятий с экспериментальной группой. Также на этом этапе проводилось повторное (заключительное) тестирование.

Третий этап (январь 2022 года) проводилась обработка данных, анализ и сравнение полученных результатов, формулировались выводы по результатам исследования, определялась эффективность применения метода совмещенного развития гибкости и силы на занятиях художественной гимнастикой детей 7-8 лет, оформлялись результаты исследования.

Данные результатов обработаны с использованием электронных таблиц Excel и произведен расчет достоверности различий между двумя группами результатов по критерию Стьюдента.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Тренировки у девочек экспериментальной (ЭГ) и контрольной (КГ) групп проводились с использованием упражнений на развитие подвижности в суставах и развитие гибкости в позвоночнике, но в ЭГ на этих же занятиях применялись специальные комплексы физических упражнений.

В таблице 1 представлены комплексы упражнений по методу совмещенного развития гибкости и силы, которые применялись в тренировочном процессе экспериментальной группы.

По итогам эксперимента показатели были улучшены по всем контрольным упражнениям (тестам). В таблице 2 представлены показатели развития гибкости в контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группах за период эксперимента.

Таблица 1

Комплексы упражнений с утяжелителями (для экспериментальной группы)

Комплекс упражнений №1 Динамические упражнения на развитие гибкости с утяжелителями на ногах (до 100 г)	Комплекс упражнений №2 Упражнения у гимнастической стенки со специальной резиной на ногах	Комплекс упражнений №3 Упражнения на развитие гибкости в коленных суставах, тазобедренных суставах с утяжелителями на ногах (до 100 г)
1. Ходьба на полупальцах, с выкрутом 2. Ходьба на подъемах, с выкрутом	1. Стать лицом к стенке и чередовать «релеве» с «релеве с плие», повтор 4 раза	1. Ходьба на полупальцах 2. Ходьба с махами ногами вперед

Продолжение таблицы 1

<p>3. Ходьба на внешней стороне стопы 4. Ходьба на внутренней стороне стопы 5. Ходьба с махами и захватами ноги вперед 6. Ходьба с махами и захватами ноги в сторону 7. Ходьба с махами и захватами ноги в «кольцо» 8. Ходьба в «Мостике» 9. Бег «Каракатица» 10. Чередование переворотов назад через грудь с переворотами вперед через локти на коленки 11. Чередование «Колесо» через руки, через локти на колени, через грудь на колени 12. Ходьба на полупальцах, с выкрутом 13. Ходьба на подъемах, с выкрутом 14. Шпагаты: на правую, левую ноги, поперечный с гимнастических скамеек. Выполнение данного упражнения по 3 минуты на каждый шпагат</p>	<p>2. Стать лицом к стенке: 1 – «релеве», 2 – согнуть колени, 3 – опуститься на колени, пятки высоко подняты, 4-5 – держать положение, давить на полупальцы, 6-7 – подняться с пола, 8 – опуститься на пятки, повтор 4 раза 3. Выполнить как упр. 2, но на подъемах 4. Стать лицом к стенке, ноги врозь, правая рука на рейке, левая вверх. 1-3 – наклон назад до касания пола, 4 – подняться наверх и поменять руку, 5-8 – повторить правой рукой 5. Стать спиной к стенке, ноги вместе, хват за рейку возле бедер, прижаться грудью к коленям, повтор. 8 раз 6. Стать спиной к стенке, ноги вместе, согнуты в коленках, руки держаться за рейку хватом сверху, на 1-2 – вытягиваются руки, встать в «мост», руками как бы шагая вниз, вытянуть колени, 3-4 – держать «Мостик», 5-8 – вернуться наверх, повтор 6 раз 7. Лицом к стенке, сед на полу ноги врозь, ноги положить на 1 рейку и взяться руками за 1 рейку, 1-4 – наклониться вперед и коснуться грудью пола, 5-8 – вернуться. Повтор 6 раз 8. Стать левым боком к опоре, правую ногу согнуть в колене и поставить перед собой на полупалец, а центр тяжести сместить на</p>	<p>3. Ходьба с махами ногами назад 4. Ходьба выпадами 5. Ходьба с чередованием наклонов вперед и назад 6. Передвижение в «Мостике» 7. Ходьба в складке 8. Перевороты в стороны через локти 9. Повороты в сторону в шпагате 10. Перевороты вперед с основной стойки, после отталкивания сделать поперечный шпагат, ноги врозь (раздвинутые прямые ноги на одной линии) и вернуться в основную стойку 11. Шпагаты: на правую, левую ноги, поперечный с гимнастических скамеек. Выполнение данного упражнения по 3 минуты на каждый шпагат</p>
---	---	---

Продолжение таблицы 1

	<p>правую ногу, правую руку поднять вверх 1-4 – наклониться назад, хват рукой за ногу, 5-6 – держать положение, 7-8 – вернуться назад. повтор. 4 раза. Повторить с левой ноги 9. Махи ногами вперед, в сторону, назад и назад в кольцо – по 10 раз с резиной 10. Стать лицом к стенке, левую ногу поставить внутренней стороной вплотную к рейке, руки держатся на стенке. 1-4 – вытянуть правую ногу на рейке, зафиксировать положение шпагата, прогнуться в спине и коснуться головой ноги, 5-8 – вернуться назад. Повторить с левой ноги 11. Шпагаты: на правую, левую ноги, поперечный с гимнастических скамеек.</p> <p>По 3 мин. каждый шпагат</p>	
--	---	--

Таблица 2

Показатели гибкости в КГ и ЭГ на начало и конец эксперимента (M±σ)

Вид контрольного упражнения (тест)	Контрольная группа (n=10)		Экспериментальная группа (n=10)	
	начало эксперимента	конец эксперимента	начало эксперимента	конец эксперимента
Выкрут (см)	41, 8±3,52	36, 1±3,84	39, 8±2,51	33, 9±2,64
Подвижность в коленных суставах (см)	4, 6±2,63	5,5±2,54	4, 3±2,66	6, 4±1,95
Наклон вперед (см)	8, 1±3,41	10, 8±2,89	8,0±5,39	12, 5±4,08
«Мостик» (см)	9, 5±3,50	7, 6±2,31	9, 5±3,95	4,2±1,13
Поперечный шпагат (см)	10, 2±6,21	7, 8±6,79	10, 2±6,62	4, 6±4,52
Прогибание назад (см)	7, 8±5,11	5,3±2,35	8, 7±4,94	4,4±0,96



Анализ результатов свидетельствует о том, что до эксперимента, занимающиеся обеих групп имели почти одинаковый уровень развития гибкости. Так, в упражнениях «Мостик» и «Поперечный шпагат» показатели одинаковые, в упражнениях «Подвижность в коленных суставах» и «Наклон вперед» незначительное отставание, на 0,3 см и 0,1 см соответственно. У девочек экспериментальной группы начальные показатели были лучше в упражнениях «Выкрут» – на 2 см, «Прогибание назад» – на 1,1 см.

По окончании эксперимента наблюдается положительная динамика по всем показателям в обеих группах. У детей в возрасте 7-8 лет осуществляется активное развитие гибкости. Улучшились результаты в таких упражнениях, как «Подвижность в коленных суставах», «Наклон вперед», «Поперечный шпагат». Следует отметить, что на конец эксперимента, в контрольной группе две девочки сели на поперечный шпагат, в экспериментальной группе результаты были улучшены. Данный элемент в гимнастике считается одним из сложных. Значительно выросли показатели в упражнениях, которые отражают гибкость позвоночника: «Наклон вперед», «Мостик», «Прогибание назад». Не все занимающиеся в отдельных упражнениях на гибкость улучшили результаты. Пять занимающихся экспериментальной и шесть контрольной группы показали такие же результаты в отдельных упражнениях, как и в первоначальном тестировании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, Л. П. Теория и методика физической культуры / Л. П. Матвеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Физкультура и Спорт: СпортАкадемПресс, 2008. – 542 с. URL: <https://clck.ru/sKksa> (дата обращения: 19.07.2022).
2. Винер-Усманова, И. А. Художественная гимнастика: история, состояние и перспективы развития: Учебное пособие / И. А. Винер-Усманова, Е. С. Крючек, Е.Н. Медведева – Москва: Человек, 2014. – 200 с. URL: <https://clck.ru/sKjkN> (дата обращения: 19.07.2022).
3. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – Советский спорт, 2021.

В общих показателях полученные результаты в контрольной и экспериментальной группах достоверно улучшились. Прирост показателей в экспериментальной группе связан, на наш взгляд, с целенаправленным воздействием физических упражнений с отягощениями на развитие гибкости. Предложенные комплексы физических упражнений, выполненные по методу совмещенного развития гибкости и силы, оказали положительное влияние на развитие гибкости детей 7-8 лет, занимающихся художественной гимнастикой, в тренировочном процессе.

**Заключение.** Таким образом, по результатам проведенного исследования следует отметить, что гибкость является одним из ведущих физических качеств для занимающихся художественной гимнастикой, это основа для овладения техникой выполнения отдельных, сложных гимнастических элементов юными гимнастками. Возраст детей 7-8 лет является благоприятным периодом для развития гибкости, потому в тренировочном процессе целесообразно кроме общепринятых упражнений на развитие гибкости включать упражнения с отягощениями. Экспериментально доказано, что включение в тренировочный процесс юных гимнасток упражнений по методу совмещенного развития силы и гибкости способствуют увеличению амплитуды движений, подвижности в суставах, комплексному развитию гибкости.

- 332 с. URL: <https://clck.ru/sKjmM>. (дата обращения: 19.07.2022).
4. Карпенко, Л. А. Художественная гимнастика / Л. А. Карпенко. – М.: 2003. – 381 с.
5. Лисицкая, Т. С. Хореография в гимнастике / Т. С. Лисицкая – М.: Физическая культура и спорт, 2000. – 133 с.
6. Контроль за развитием гибкости в физическом воспитании. URL: <https://clck.ru/sKsjo> (дата обращения: 20.04.2022).
7. ЦСП New Stars Художественная гимнастика. URL: [https://vk.com/newstars\\_gymnastics](https://vk.com/newstars_gymnastics) (дата обращения: 19.09.2021).

8. Железняк, Ю. Д. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте / Ю. Д. Железняк, П. К. Петров. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 264 с. URL: <https://clck.ru/32BUNJ> (дата обращения: 20.04.2022).

9. Иванов, В. Д. Эффективность статодинамического гимнастического комплекса в развитии гибкости у младших школьников / В. Д. Иванов, М. Ю. Бардина // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация, – 2021. – № 6(3). – С. 25-34. URL: <https://fkis74.ru/index.php/fkstdr/article/view/626>. (дата обращения: 26.09.2022).

#### REFERENCES

1. Matveev L.P. Theory and methods of physical culture. 3rd ed., revised. and add. Moscow: Fizicheskaya Kul'tura i Sport: SportAcademPress, 2008. 542 p. Available at: <https://clck.ru/sKksa> (accessed 19.07.2022) (in Russ.)

2. Viner-Usmanova I.A., Kryuchek E.S., Medvedeva E.N. Rhythmic gymnastics: history, state and development prospects: a learning guide. Moscow: Chelovek, 2014. 200 p. Available at: <https://clck.ru/sKjkN> (accessed: 19.07.2022) (in Russ.)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Ольга Александровна Ломова** – кандидат педагогических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск, e-mail: [olglomova@gmail.com](mailto:olglomova@gmail.com).

**Анастасия Андреевна Варина** – студентка, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

**Ol'ga Aleksandrovna Lomova** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: [olglomova@gmail.com](mailto:olglomova@gmail.com).

**Anastasia Andreevna Varina** – Student, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk.

**Для цитирования:** Ломова, О. А. Методические особенности развития гибкости у детей 7-8 лет, занимающихся художественной гимнастикой / О. А. Ломова, А. А. Варина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2022. – Т. 1. – № 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_8

**For citation:** Lomova O.A., Varina A.A. Methodological features of the flexibility development in 7-8 years old rhythmic gymnasts. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, vol. 1, no. 3. DOI: 10.51871/2782-6570\_2022\_01\_03\_8



**СКФНКЦ ФМБА России**

Северо-Кавказский федеральный  
научно-клинический центр

## **Контакты:**

**Тел.: 8 (906)-471-14-05**

**Тел./факс: 8 (87974) 63-150**

**e-mail: [int@skfmba.ru](mailto:int@skfmba.ru)**

**Адрес: Россия, Ставропольский край,  
г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24  
Почтовый индекс: 357600**