

ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ МЫШЦ СПИНЫ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ГРЕБЛЕЙ И ПЛАВАНИЕМ

© Лариса Андреевна Даниленко, Марина Васильевна Калинина, Андрей Вячеславович Калинин, Алексей Трофимович Давыдов, Дмитрий Юрьевич Бутко, Светлана Андреевна Наumenко, Артем Кириллович Артамонов, Елена Михайловна Артемьева

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Лариса Андреевна Даниленко — к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины. E-mail: spbgpmalfk@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0999-5740

Для цитирования: Даниленко Л.А., Калинина М.В., Калинин А.В., Давыдов А.Т., Бутко Д.Ю., Наumenко С.А., Артамонов А.К., Артемьева Е.М. Восстановительное лечение синдрома перенапряжения мышц спины у спортсменов, занимающихся греблей и плаванием // Медицина: теория и практика. 2023. Т. 8. № 2. С. 10–16. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.11.17.002>

Поступила: 20.10.2022

Одобрена: 10.03.2023

Принята к печати: 04.05.2023

РЕЗЮМЕ. В статье рассматриваются вопросы лечения синдрома перенапряжения мышц спины у спортсменов — пловцов и гребцов. Приводятся данные исследования, выполненного авторами, по результатам которого показана эффективность изометрических и изотонических нагрузок биоуправляемой механокинезиотерапии на аппарате Huber при поражении мышц спины разной локализации. При этом применение традиционной медикаментозной терапии, физиотерапии, массажа также эффективно, но в меньшей степени. Отмечается достоверное ускорение и усиление анальгетического и миорелаксирующего эффектов у пациентов основной группы в сравнении с контрольной. Полученные результаты важны для раннего возвращения спортсменов в тренировочный процесс и сокращения сроков спортивной нетрудоспособности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: восстановительное лечение; мышечное перенапряжение; спортсмены; болевой синдром; механотерапия; аппарат Huber.

RECOVERY TREATMENT OVERSTRAIN SYNDROME OF BACK MUSCLES IN ROWING AND SWIMMING ATHLETES

© Larisa A. Danilenko, Marina V. Kalinina, Andrey V. Kalinin, Alexei T. Davydov, Dmitry Yu. Butko, Svetlana A. Naumenko, Artem K. Artamonov, Elena M. Artemieva

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg, Russian Federation, 194100

Contact information: Larisa A. Danilenko — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine. E-mail: spbgpmalfk@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0999-5740

For citation: Danilenko LA, Kalinina MV, Kalinin AV, Davydov AT, Butko DYU, Naumenko SA, Artamonov AK, Artemieva EM. Recovery treatment overstrain syndrome of back muscles in rowing and swimming athletes. Medicine: theory and practice (St. Petersburg). 2023;8(2):10-16. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.11.17.002>

Received: 20.10.2022

Revised: 10.03.2023

Accepted: 04.05.2023

ABSTRACT. The article deals with the treatment of cumulative back trauma disorder in athletes, swimmers and rowers. The data of the study performed by the authors are presented, the results of which show the effectiveness of isometric and isotonic loads of biocontrolled mechanokinesiotherapy using the Huber apparatus in case of damage to the back muscles of various localization. At the same

time, the use of traditional drug therapy, physiotherapy, and massage is also effective, but to a lesser extent. There is a significant acceleration and enhancement of analgesic and muscle relaxant effects in patients of the main group in comparison with the control group. The results obtained are important for the early return of athletes to the training process and reducing the period of sports disability.

KEY WORDS: rehabilitation treatment; muscle tension; athletes; pain syndrome; mechanotherapy; apparatus Huber.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Проблема перенапряжения мышц спины у спортсменов, занимающихся греблей и плаванием, обусловлена провоцирующим фактором специальной физической нагрузки [1, 10]. Под влиянием однотипных спортивных нагрузок происходит адаптивная перестройка опорно-двигательного аппарата, которая приводит к изменениям статической и динамической работы мышц в результате гиперфункции, гипертрофии и гипертонуса одних и гипофункции, гипотрофии и гипотонуса других мышц. Результатом этого являются синдромы перенапряжения, характерные для конкретной спортивной деятельности [11, 15].

Перегрузочные синдромы зависят от совокупности внутренних, генетически запрограммированных и внешних факторов [3, 18, 20]. К эндогенным факторам относят особенности морфологического строения мышц, нагрузочной адаптации, функционального состояния опорно-двигательного аппарата и связанные с ними нарушения биомеханики, возникающие при выполнении последовательности определенных движений. Развитию перенапряжений способствуют нерациональные нагрузки, нарушение режима дня и питания, наличие очагов хронической инфекции [5, 8, 9, 17]. Искажение на разных уровнях является причиной формирования цепочки перегрузочных зон, значительно возрастает вероятность возникновения функциональных и структурных нарушений острого и хронического генеза [4, 12, 16].

Клинические проявления перенапряжения разнообразны и помимо болезненности мышц проявляются мышечным спазмом, миогелозом, миофиброзом, нейромиозитом, футлярными синдромами, различными тендинитами и тендопатиями [7, 14]. В результате перенапряжения снижаются спортивная работоспособность, эффективность тренировочного процесса и, соответственно, спортивный результат [19].

Обеспечение комплексности и дозированной восстановительных мероприятий лежит в основе персонифицированной программы лечения перенапряжения с учетом всех отлич-

тельных особенностей влияния тренировочных и соревновательных нагрузок на организм атлета. В настоящее время предложены различные схемы, включающие сочетанное применение методов кинезотерапии, мануальной терапии, массажа, электро- и водолечения, иглорефлексотерапии [2, 21]. Алгоритм коррекции направлен на устранение боли, нормализацию трофики, восстановление мышечной силы и выносливости к статической и динамической нагрузкам. Клиническим опытом при хронических синдромах перенапряжения доказана эффективность использования чередования концентрической и эксцентрической нагрузок [13]. Такое целенаправленное воздействие на разные группы мышц спины возможно с использованием биоправляемой механокинезиотерапии. Причем эта технология позволяет включать в работу не только определенные мышечные группы, а сбалансированную по силе и координации движений всю скелетную мускулатуру [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу клинических наблюдений положен анализ обследования и лечения в Санкт-Петербургском ГБУЗ «Городской врачебно-физкультурный диспансер» 39 спортсменов — пловцов и гребцов в возрасте от 14 до 27 лет, имеющих спортивную квалификацию от I взрослого разряда и выше, с различным уровнем локализации поражения мышц спины: высоким синдромом перенапряжения (ВСП) с поражением трапецевидной мышцы, со средним синдромом перенапряжения (ССП) с поражением широчайшей мышцы спины, с локализацией синдрома перенапряжения в нижнем отделе спины (НСП) с поражением квадратной мышцы поясницы. У всех спортсменов боли в мышцах носили односторонний характер и сопровождались функциональным блоком в соответствующем отделе позвоночника. Динамическая оценка боли проводилась по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ).

Из инструментальных методов диагностики использовали поверхностную статическую электромиографию и оптическую топографию. В основной группе пациентов (21 человек) с первого дня обращения в диспансер в качестве терапии

применялась биомеханокинезотерапия — роботизированная платформа Huber по отработанной схеме. Больные контрольной группы (18 человек) получали традиционную терапию, включая медицинский массаж, физиотерапию, прием нестероидных противовоспалительных средств (НПВС). Базовая программа использования роботизированной платформы Huber была рассчитана на 12 занятий и осуществлялась через день. Помимо базовой методики в терапию включали разработанные дополнительные комплексы упражнений дифференцированно соответственно уровню поражения. В зависимости от выраженности болевого синдрома амплитуда, скорость движения платформы и вертикальная подвижность колонны регулировались динамически от минимума до максимума и задавались программой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследуемых группах большинство спортсменов в количестве 28 человек (72%) обратились в диспансер с 1-х по 3-и сутки после возникновения мышечных болей и 11 человек (28%) — на 4–5-е сутки по причине прогрессирования болей при последующей нагрузке. В 80% случаев боли возникли на соревнованиях, а у 8 человек (20%) — на тренировке. До начала лечения средние значения шкалы ВАШ у пациентов в основных и контрольных подгруппах не отличались ($p > 0,05$). Сравнительные изменения ВАШ у больных синдромом перенапряжения мышц спины представлены в таблице 1. Однако интенсивность болевого синдрома максимально была выражена при НСП, средние значения которой ($8,3 \pm 0,6$ баллов) соответ-

ствовали характеру невыносимой боли, тогда как пациенты с ВСП и ССП характеризовали болевой синдром как сильный ($4,5 \pm 0,4$ и $5,5 \pm 0,5$ соответственно; $p < 0,05$).

Динамика анальгезирующего эффекта терапии по средним значениям аналоговых шкал боли наблюдалась с 8-х по 20-е сутки после начала лечения у всех обследуемых пациентов. Вместе с тем с 12-го дня терапии между основной и контрольной группами пациентов наблюдалась наибольшая разница в показателях ВАШ: у пациентов с ВСП в основной подгруппе она составила $3,1 \pm 0,2$ балла, а в контрольной — $4,1 \pm 0,3$ балла; у пациентов с ССП в основной подгруппе — $4,2 \pm 0,3$ балла, а в контрольной — $5,2 \pm 0,4$ балла; у пациентов с НСП в основной подгруппе — $5,3 \pm 0,3$ балла, а в контрольной — $6,6 \pm 0,4$ балла при $p < 0,05$. Спустя 24 дня после начала лечения показатели ВАШ у больных теряли отличия между основными и контрольными подгруппами.

Таким образом, за время лечения больные основной группы показали значительно более низкий средний балл по ВАШ по сравнению с контрольной группой с максимальной разницей на 12-е сутки терапии. Причем качественная оценка показателей ВАШ к 20-му дню терапии показала хорошие результаты (1–2,9 баллов) у всех пациентов основной группы независимо от локализации повреждения мышц спины и всего лишь у 33,3% пациентов контрольной группы.

По данным поверхностной электромиографии и оптической топографии наличие мышечных асимметрий было выявлено у всех больных как до начала лечения, так и спустя 8 дней после начала терапии (табл. 2).

Таблица 1

Сравнительные изменения ВАШ у больных синдромом перенапряжения мышц спины

Локализация поражения мышц спины	Подгруппа	Шкала ВАШ, баллы						
		сроки после начала терапии (дни)						
		в день обращения	4-й	8-й	12-й	16-й	20-й	24-й
ВСП	Основная (n=8)	$4,5 \pm 0,5$	$4,9 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,08$
	Контрольная (n=6)	$4,4 \pm 0,4$	$4,5 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,4$	$4,1 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,06$
	Среднее значение	$4,5 \pm 0,4$	$4,7 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,09$
ССП	Основная (n=5)	$5,5 \pm 0,5$	$5,5 \pm 0,4$	$5,0 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$
	Контрольная (n=5)	$5,4 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,4$	$5,6 \pm 0,5$	$5,2 \pm 0,4$	$4,4 \pm 0,3$	$3,3 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$
	Среднее значение	$5,5 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,4$	$5,3 \pm 0,4$	$4,7 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$
НСП	Основная (n=8)	$8,2 \pm 0,6$	$8,8 \pm 0,5$	$6,8 \pm 0,4$	$5,3 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$
	Контрольная (n=7)	$8,4 \pm 0,5$	$8,3 \pm 0,5$	$7,5 \pm 0,6$	$6,6 \pm 0,4$	$5,3 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,1$
	Среднее значение	$8,3 \pm 0,6$	$8,6 \pm 0,5$	$7,2 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,1$

Примечание: ВАШ — визуальная аналоговая шкала; ВСП — высокий синдром перенапряжения; НСП — нижний синдром перенапряжения; ССП — средний синдром перенапряжения.

Инструментальные методы диагностики позволили констатировать склонность к устранению мышечных асимметрий только к 14-му дню терапии, причем количественное подтверждение преимуществ более явным было в основных подгруппах по сравнению с контрольными: при ВСП — на 37 и 17% соответственно; при ССП — на 60 и 40% соответственно, при НСП — на 50 и 29% соответственно. К 20-м суткам мышечная асимметрия была выявлена

только у одного пациента основной группы и у трех пациентов контрольной группы.

Оценка критерия прогрессирования нагрузки и начала регулярной тренировочной деятельности по фактическому посещению тренировок показала, что уже с 8-го дня терапии приступили к тренировкам по два пациента (25%) из основной и по одному пациенту контрольной группы с ВСП и НСП (17 и 15% соответственно) (рис. 1). На 12-е сутки разница между подгруппами по

Таблица 2

Сравнительная динамика выявления мышечных асимметрий по данным электромиографии и оптической топографии у больных с синдромом перенапряжения мышц спины

Локализация поражения мышц спины	Подгруппа	Электромиография			Оптическая топография		
		сроки терапии (дни)			сроки терапии (дни)		
		8-й	14-й	20-й	8-й	14-й	20-й
ВСП	Основная (n=8)	8 (100%)	5 (63%)	—	8 (100%)	5 (63%)	1 (13%)
	Контрольная (n=6)	6 (100%)	5 (83%)	1 (17%)	6 (100%)	5 (83%)	1 (17%)
	Итого	14 (100%)	11 (79%)	1 (7%)	14 (100%)	11 (79%)	2 (14%)
ССП	Основная (n=5)	5 (100%)	2 (40%)	—	5 (100%)	2 (40%)	—
	Контрольная (n=5)	5 (100%)	3 (60%)	1 (20%)	5 (100%)	3 (60%)	1 (20%)
	Итого	10 (100%)	5 (50%)	1 (10%)	10 (100%)	5 (50%)	1 (10%)
НСП	Основная (n=8)	8 (100%)	4 (50%)	1 (13%)	8 (100%)	4 (50%)	1 (13%)
	Контрольная (n=7)	7 (100%)	5 (71%)	1 (14%)	7 (100%)	5 (71%)	1 (14%)
	Итого	15 (100%)	9 (60%)	2 (13%)	15 (100%)	9 (60%)	2 (13%)

Примечание: ВСП — высокий синдром перенапряжения; НСП — нижний синдром перенапряжения; ССП — средний синдром перенапряжения.

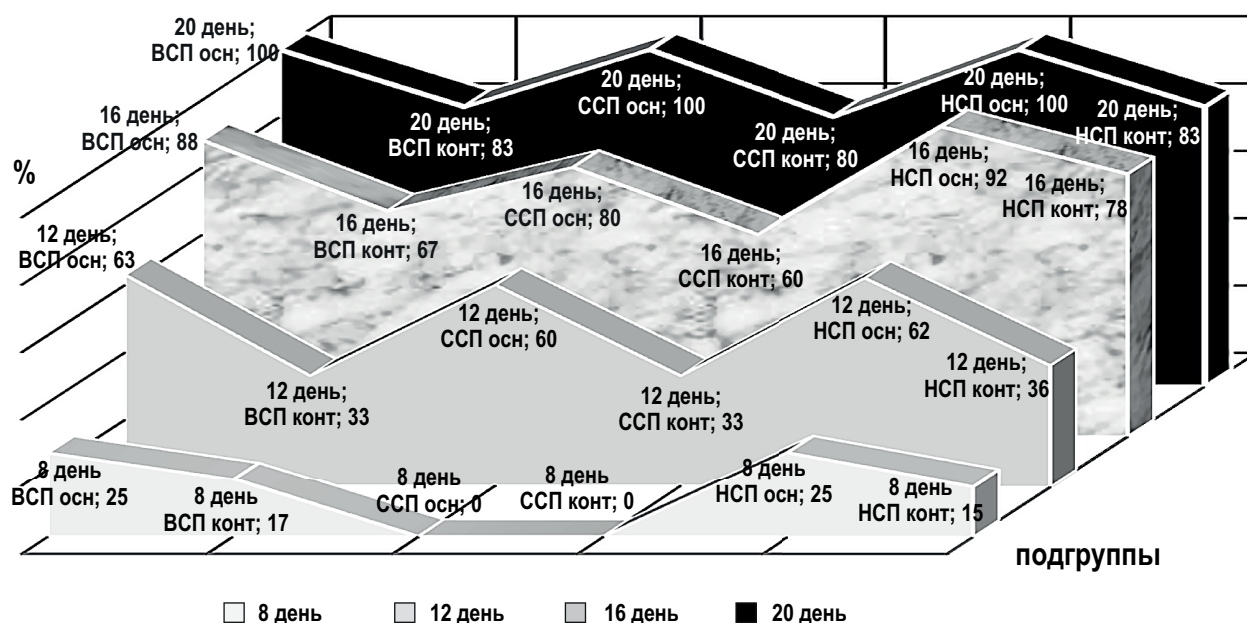


Рис. 1. Динамика восстановления тренировочного процесса пациентов с синдромом перенапряжения мышц спины. ВСП — высокий синдром перенапряжения; НСП — нижний синдром перенапряжения; ССП — средний синдром перенапряжения.

количеству спортсменов, посещающих тренировочные сессии, стала заметнее: их доля в основной подгруппе с ВСП составила 63% (5 спортсменов), а в контрольной лишь 33% (2 атлета); с ССП приступили к тренировкам 60% основной (3 спортсмена) и 33% контрольной группы (2 атлета); с НСП — 62% основной группы (5 спортсменов) и 36% контрольной (3 атлета). На 16-е сутки сохранялась разница между основной и контрольной группами по доле спортсменов, посещающих тренировочные сессии: с ВСП — 88 и 67%, с ССП — 80 и 60%, с НСП — 92 и 78%, соответственно. На 20-е сутки все спортсмены основной группы возобновили тренировочный процесс, и только по одному спортсмену из контрольных подгрупп пропускали тренировочные занятия. Динамика восстановления тренировочного процесса пациентов с синдромом перенапряжения мышц спины представлена на рисунке 1. Доля спортсменов, посещающих тренировки, в основных подгруппах значительно превосходила аналогичное значение в контрольных подгруппах. Наибольшая разница по этому показателю определялась на 12–16-й день терапии.

Таким образом, после курса восстановительного лечения была выявлена достоверная положительная динамика у всех пациентов сравниваемых групп, которая коррелировала с достоверным регрессом болевого синдрома. Однако в основной группе применение роботизированной платформы Huber показало более выраженный клинический эффект по сравнению с контрольной группой. Клинико-инструментальные методы обследования подтвердили ускорение достижения анальгетического эффекта, уменьшение мышечных асимметрий у больных основной группы в сравнении с контрольной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что действенная результативность лечения пациентов основной группы является следствием того, что биомеханокинезотерапия аппаратом Huber эффективно оказывает спазмолитическое действие на поперечнополосатое мышечное волокно как при рефлекторном мышечном напряжении вертебральных мышц, так и при рефлекторной контрактуре поверхностных мышц-разгибателей спины. На фоне адекватного мышечного расслабления тракционное воздействие аппаратом Huber направленно воздействует на все звенья патогенеза и способствует изменениям локомоторного акта пациента. Улучшение статики всех отделов позвоночника в процессе терапии

объективно подтверждает и отсутствие роста амплитуды потенциалов электромиографии мышц-разгибателей спины при статической нагрузке.

Эффективность алгоритмизированного применения различных вариантов методики использования биомеханокинезотерапии аппаратом Huber у спортсменов с разноуровневыми синдромами перенапряжения мышц спины, и, как следствие, раннее возвращение спортсменов в тренировочный процесс с сокращением сроков спортивной нетрудоспособности позволяет рекомендовать применение комплекса специальных упражнений роботизированной платформы Huber в практике спортивной медицины.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

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

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимова Л.И., Архангельская И.А., Аулик И.В. и др. Детская спортивная медицина. М.: Медицина; 1991.

2. Ачкасов Е.Е. Ударно-волновая терапия при заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата, обусловленных занятием спортом. Вестник восстановительной медицины. 2015; 1(65): 42–50.

3. Лопатин З.В., Василенко В.С., Карповская Е.Б. Роль повреждающих эндотелий факторов в патогенезе кардиомиопатии перенапряжения у спортсменов игровых видов спорта. Педиатр. 2018; 9(6): 57–62. DOI: 10.17816/PED9657-62.

4. Лысенко А.В., Лысенко Д.С., Федорец В.Н., Василенко В.С. Здоровье и долголетие спортсменов: состояние и перспективы в условиях кризиса олимпийских идеалов и ценностей. Медицина: теория и практика. 2022; 6(4): 3–11.

5. Матишев А.А., Чернуха С.М. Факторы риска хронического перенапряжения опорно-двигательного аппарата у юных бегунов. Актуальные вопросы физической культуры и спорта. 2016; 18(1): 152–61.

6. Михайлов В.П., Ковтун М.В., Кузьмичев А.А., Головкин Е.А. Биологическая обратная связь в лечении миофасциальных болевых синдромов спины. Хирургия позвоночника. 2008; 4: 37–41.

7. Попелянский Я.Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология): руководство для врачей. М.: МЕДпресс-информ; 2003.

8. Потапова Е.А., Земляной Д.А., Антонов А.А. и др. Влияние самоизоляции на режим дня и тренировок спортсменов подростков. Медицина и организация здравоохранения. 2020; 5(4): 34–43.

9. Alves R.N., Costa L.O.P., Samulski D.M. Monitoring and prevention of overtraining in athletes. Rev Bras Med Esporte. 2006; 12 (5): 262–6.

10. Barry L., Lyons M., McCreesh K. et al. The relationship between training load and pain, injury and illness in competitive swimming: A systematic review. Phys Ther Sport. 2021; 48: 154–68. DOI: 10.1016/j.ptsp.2021.01.002.

11. Carfagno D.G., Hendrix J.C. 3rd. Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice. Curr Sports Med Rep. 2014; 13(1): 45–51. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000027.

12. De Martino I., Rodeo S.A. The Swimmer's Shoulder: Multi-directional Instability. Curr Rev Musculoskelet Med. 2018; 11(2): 167–71. DOI: 10.1007/s12178-018-9485-0.

13. Frizziero A., Vittadini F., Fusco A. et al. Efficacy of eccentric exercise in lower limb tendinopathies in athletes. Sports Med Phys Fitness. 2016; 56(11): 1352–8.

14. Hansen R.L., Jessen P.T. Chronic exertional compartment syndrome in the lower leg. Ugeskr. Laeger. 2015; 5: 177–82.

15. Heinlein S.A., Cosgarea A.J. Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. Sports Health. 2010; 2(6): 519–25. DOI: 10.1177/1941738110377611.

16. Hepp P., Henkelmann R. Die "Handballer-Schulter" in Fokus von Diagnostik und Therapie ["Handball shoulder"

in the focus of diagnosis and treatment]. Sportverletz Sportschaden. 2020; 34(3): 153–62. German. DOI: 10.1055/a-1107-8514.

17. Lin D.J., Wong T.T., Kazam J.K. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. Radiology. 2018; 286(2): 370–87. DOI: 10.1148/radiol.2017170481.
18. Miller T.W., Kraus R.F., Adams J. et al. Sports medicine in the new millennium: a vision for 2020. Sports Med. 1999; 28(3): 145–9. DOI: 10.2165/00007256-199928030-00001.
19. Rebai M., Tan R., Vanlandewijck Y. et al. The underlying mechanisms of sports injuries in Paralympic Goalball — a mixed-method study. Am J Phys Med Rehabil. 2022; 29. DOI: 10.1097/PHM.0000000000002095.
20. September A.V., Posthumus M., Collins M. Application of genomics in the prevention, treatment and management of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures. Recent Pat DNA Gene Seq. 2012; 6(3): 216–23.
21. Yoma M., Herrington L., Mackenzie T.A. The Effect of Exercise Therapy Interventions on Shoulder Pain and Musculoskeletal Risk Factors for Shoulder Pain in Competitive Swimmers: A Scoping Review. J Sport Rehabil. 2022; 31(5): 617–28. DOI: 10.1123/jsr.2021-0403.

REFERENCES

1. Abrosimova L.I., Arhangel'skaya I.A., Aulik I.V. i dr. Detskaya sportivnaya medicina [Children's sports medicine]. Moskva: Medicina Publ.; 1991. (in Russian).
2. Achkasov E.E. Udarno-volnovaya terapiya pri zabollevaniyakh i travmakh oporno-dvigatel'nogo apparata, obuslovlennykh zanyatiem sportom [Shock wave therapy for diseases and injuries of the musculoskeletal system caused by sports]. Vestnik vosstanovitel'noj meditsiny. 2015; 1(65): 42–50. (in Russian).
3. Lopatin Z.V., Vasilenko V.S., Karpovskaya E.B. Rol' povrezhdayushchih endotelij faktorov v patogeneze kardiomopatii perenapryazheniya u sportsmenov igrovyyh vidov sporta [The role of endothelial damaging factors in the pathogenesis of cardiomyopathy of overstrain in athletes of game sports]. Pедиатр. 2018; 9(6): 57–62. DOI: 10.17816/PED9657-62. (in Russian).
4. Lysenko A.V., Lysenko D.S., Fedorets V.N., Vasilenko V.S. Zdorov'e i dolgoletie sportsmenov: sostoyanie i perspektivy v usloviyakh krizisa olimpijskikh idealov i tsennostej. [Health and longevity of athletes: the state and prospects in the context of the crisis of Olympic ideals and values]. Meditsina: teoriya i praktika. 2022; 6(4): 3–11. (in Russian).
5. Matishev A.A., Chernukha S.M. Faktory riska khronicheskogo perenapryazheniya oporno-dvigatel'nogo apparata u yunyh begunov [Risk factors for chronic overstrain of the musculoskeletal system in young runners]. Aktual'nye voprosy fizicheskoy kul'tury i sporta. 2016; 18(1): 152–61. (in Russian).

6. Mikhajlov V.P., Kovtun M.V., Kuz'michev A.A., Golovko E.A. Biologicheskaya obratnaya svyaz' v lechenii miofascial'nykh bolevykh sindromov spiny [Biofeedback in the treatment of myofascial back pain syndromes]. *Hirurgiya pozvonochnika*. 2008; 4: 37–41. (in Russian).
7. Popelyanskij Ya.Yu. Ortopedicheskaya nevrologiya (vertebronevrologiya): rukovodstvo dlya vrachej [Orthopedic neurology (vertebroneurology): a guide for doctors]. Moskva: MEDpress-inform Publ.; 2003. (in Russian).
8. Potapova E.A., Zemlyanoy D.A., Antonov A.A. i dr. Vliyaniye samoizolyatsii na rezhim dnya i trenirovok sportsmenov podrostkov [The influence of self-isolation on the daily routine and training of adolescent athletes]. *Medicina i organizatsiya zdoravoohraneniya*. 2020; 5(4): 34–43. (in Russian).
9. Alves R.N., Costa L.O.P., Samulski D.M. Monitoring and prevention of overtraining in athletes. *Rev Bras Med Esporte*. 2006; 12 (5): 262–6.
10. Barry L., Lyons M., McCreesh K. et al. The relationship between training load and pain, injury and illness in competitive swimming: A systematic review. *Phys Ther Sport*. 2021; 48: 154–68. DOI: 10.1016/j.ptsp.2021.01.002.
11. Carfagno D.G., Hendrix J.C. 3rd. Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice. *Curr Sports Med Rep*. 2014; 13(1): 45–51. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000027.
12. De Martino I., Rodeo S.A. The Swimmer's Shoulder: Multi-directional Instability. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018; 11(2): 167–71. DOI: 10.1007/s12178-018-9485-0.
13. Frizziero A., Vittadini F., Fusco A. et al. Efficacy of eccentric exercise in lower limb tendinopathies in athletes. *Sports Med Phys Fitness*. 2016; 56(11): 1352–8.
14. Hansen R.L., Jessen P.T. Chronic exertional compartment syndrome in the lower leg. *Ugeskr. Laeger*. 2015; 5: 177–82.
15. Heinlein S.A., Cosgarea A.J. Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health*. 2010; 2(6): 519–25. DOI: 10.1177/1941738110377611.
16. Hepp P., Henkelmann R. Die. "Handballer-Schulter" in Fokus von Diagnostik und Therapie ["Handball shoulder" in the focus of diagnosis and treatment]. *Sportverletz Sportschaden*. 2020; 34(3): 153–62. German. DOI: 10.1055/a-1107-8514.
17. Lin D.J., Wong T.T., Kazam J.K. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*. 2018; 286(2): 370–87. DOI: 10.1148/radiol.2017170481.
18. Miller T.W., Kraus R.F., Adams J. et al. Sports medicine in the new millennium: a vision for 2020. *Sports Med*. 1999; 28(3): 145–9. DOI: 10.2165/00007256-199928030-00001.
19. Rebai M., Tan R., Vanlandewijck Y. et al. The underlying mechanisms of sports injuries in Paralympic Goalball — a mixed-method study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2022; 29. DOI:10.1097/PHM.0000000000002095.
20. September A.V., Posthumus M., Collins M. Application of genomics in the prevention, treatment and management of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures. *Recent Pat DNA Gene Seq*. 2012; 6(3): 216–23.
21. Yoma M., Herrington L., Mackenzie T.A. The Effect of Exercise Therapy Interventions on Shoulder Pain and Musculoskeletal Risk Factors for Shoulder Pain in Competitive Swimmers: A Scoping Review. *J Sport Rehabil*. 2022; 31(5): 617–28. DOI: 10.1123/jsr.2021-0403.