

УДК 616.7 + 796.01:61 + 797.123.1:615.8

Е.Н. КРУЧИНСКАЯ

инструктор-методист по физической реабилитации
Республиканский научно-практический центр спорта,
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: liza.kruchinskaya@gmail.com



Д.К. ЗУБОВСКИЙ, канд. мед. наук,
заведующий учебно-научной лабораторией
функциональной диагностики и восстановительных технологий
Белорусский государственный университет физической культуры,
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: zubovskid@mail.ru



Н.Г. КРУЧИНСКИЙ, доктор мед. наук,
заведующий кафедрой физической реабилитации
и спортивной медицины
Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь
E-mail: nickolasha57@gmail.com



Статья поступила 9 октября 2023 г.

**ЛЕЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В КОМПЛЕКСЕ МЕРОПРИЯТИЙ
ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР
И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В обзорной статье приведены данные по применению лечебных физических факторов (ЛФФ) в комплексной терапии спортсменов с повреждениями опорно-двигательного аппарата на примере повреждений мягких тканей коленного сустава. Проанализированы вопросы формирования показаний, тактики применения ЛФФ у спортсменов и сфокусировано внимание на направлении последующих исследований, связанном с применением комбинации магнито- и свето(фото)терапии.

Ключевые слова: *лечебные физические факторы, спортсмены, физическая реабилитация, повреждения, опорно-двигательный аппарат.*

KRUCHYNSKAYA E.N., Instructor-Methodologist for Physical Rehabilitation Republican Scientific and Practical Sports Center, Minsk, Republic of Belarus

ZUBOVSKY D.K., PhD in Med. Sc.

Head of Educational and Scientific Laboratory Functional Diagnostics and Restoration Technologies
Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus

KRUCHYNSKY N.G., Doctor of Med. Sc.,

Head of the Department of Physical Rehabilitation and Sports Medicine,
Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

THE THERAPEUTIC PHYSICAL FACTORS IN THE COMPLEX OF PHYSICAL ACTIVITY MEASURES IN ATHLETES WITH INJURIES OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM: AN ANALYTICAL REVIEW AND SOME RESULTS OF OUR OWN RESEARCH

The review article provides data on the use of therapeutic physical factors (TFF) in the complex therapy of athletes with injuries to the musculoskeletal system, using the example of injuries to the soft tissues of the knee joint. The issues of formation of indications, tactics of using exercise therapy in athletes are analyzed and attention is focused on the direction of subsequent research related to the use of a combination of magnetic and light(photo) therapy.

Keywords: *therapeutic physical factors, athletes, physical rehabilitation, injuries, musculoskeletal system.*

... *“Глубоко внутри человека дремлют силы – мощь, которая способна потрясти его воображение, об обладании которой он никогда не мог и мечтать, такие силы, которые могут полностью преобразовать всю его жизнь, если их организовать и впрячь в работу” ...*

из ниги “Продвижение вперед”, 1894 Орисона Светт Мардена, писатель, обладатель ученых степеней в области науки, искусства, медицины и права

Сохранение состояния здоровья спортсмена является одним из основных, если не главным, противоречием современного спорта. Необходимость максимальной функциональности органов и систем, участвующих в мышечной работе, и дальнейшее восстановление энергетических ресурсов организма – ключевой элемент современной подготовки спортсмена [2, 4, 19]. В особенности это актуально для молодых спортсменов, когда сочетание тренировочной и соревновательной деятельностью делает их уязвимыми как к повышенному уровню стресса, так и возрастающему объему тренировочных и соревновательных нагрузок по мере взросления атлетов [13, 35, 37]. В этих условиях психофизиологически и физически организм молодого спортсмена может «не поспевать» за быстрыми изменениями структуры и характера современных нагрузок, что представляет собой весьма серьезную угрозу спортсмену в виде травм и заболеваний [2, 4, 16, 19]. В этом случае, приспособительные реакции перестают быть адаптивно-целесообразными и не обеспечивают расширения функциональных возможностей в виде увеличения работоспособности, что зачастую приводит к формированию т.н. вторичных иммунодефицитов, хронизации патологии мягких тканей (тендилопатии и др.) и стресс-переломам [22, 24, 26, 35, 37]. Вышеописанная ситуация не способствует прогрессу спортивных результатов [4, 13]. Важнейшим элементом адекватности построения и планирования учебно-

тренировочного процесса и соревновательной деятельности является использование разнообразных средств функциональной реабилитации спортсменов, т.е. восстановления, сохранения и повышения работоспособности в ходе учебно-тренировочного процесса (УТП) [13]. По-нашему мнению, наиболее оптимальным решением этой проблемы представляется максимально полное и раннее включение методов физиотерапии – лечебных физических факторов (ЛФФ) [3, 8-10, 12, 18, 20, 29, 30, 32, 36, 38]. Особенности действия ЛФФ связаны с их доказанным влиянием на большое количество физиологических систем организма вследствие раздражения ими различных типов нервных рецепторов и поглощения тканями энергии ЛФФ [3, 7, 11, 14, 15, 21, 28]. Описанное выраженное интегративное влияние ЛФФ на патофизиологические механизмы дезадаптационных и патологических процессов существенно расширяет арсенал средств восстановления спортсменов в ходе учебно-тренировочного и, особенно, соревновательного процессов [4, 13]. Тем не менее, многие специалисты спорта по отношению к современным средствам восстановления находятся во власти устойчивых фармакологических стереотипов [1, 34]. Зачастую бесконтрольные и бессистемные попытки решить проблемы повышения уровня работоспособности, ускоренного восстановления и профилактики переутомления, заболеваний и травм с помощью «фармакологии» могут привести не только к ухудшению

функционального состояния спортсменов, но и нанести непоправимый вред их здоровью и спортивной карьере [1, 8]. Несмотря на рекомендации об использовании ЛФФ для восстановления спортсменов, повседневная практика спорта указывает на то, что выбор физических методов традиционно ограничен использованием массажа и сауны. Возникающий же практический запрос более широкого применения ЛФФ для функциональной реабилитации спортсменов в ходе УТП, наталкивается на нехватку научно обоснованных рекомендаций по дифференцированному применению имеющейся физиотерапевтической аппаратуры и на отсутствие в спорте новых разработок эффективных методик физиотерапии. Данный комплекс проблем актуален для всех видов спорта, и особенно для тех, подготовка в которых характеризуется высокими требованиями к качествам силовой, скоростной и специальной выносливости [2, 9, 10, 13, 19, 22, 35].

Среди основных причин этого противоречия следует отметить [8, 11, 15, 23, 29]:

- сложность обоснованного применения ЛФФ в периодах тренировочного процесса (ТП) в различных видах спорта;

- отсутствие в спорте новых разработок эффективных методик физиотерапии;

- медико-биологическую неграмотность и фармакологический консерватизм тренеров, спортивных менеджеров и самих атлетов.

Вернемся, однако, к основным противоречиям современного спорта: необходимость максимализации функций систем, участвующих в выполнении мышечной работы; последующее восстановление энергетических ресурсов организма и сохранение здоровья спортсмена.

Как мы указывали выше, в значительной степени решение этих противоречий может находиться в плоскости применения методов физиотерапии как области медицины, изучающей действие на организм человека природных или искусственно получаемых (преформированных) физических факторов и использующей их с целью сохранения, восстановления и укрепления здоровья людей [7, 8, 28, 29, 36, 38].

К несомненным достоинствам методов физиотерапии следует отнести следующие: универсальность и модулирующую модифицируемость (модулируемость) действия, возможность длительного воздействия и отсутствие побочных эффектов и аллергических реакций, хорошая совместимость между собой с другими лечебными средствами, безболезненность при применении, доступность и относительная дешевизна [7, 15, 17, 18, 20, 28, 30, 36, 38].

Применение методов физиотерапии [8-12, 14, 21, 23, 31, 32], особенно в циклических видах спорта в целом и для постнагрузочного восстановления в частности, обосновано рядом физиологических и клинических эффектов (Таблица 1).

Наиболее исследованы следующие направления применения ЛФФ в спортивной практике [3, 8-12, 15, 21, 28]:

- восстановление (функциональная реабилитация) или повышение работоспособности в ходе УТП и соревнований;

- воздействие на психоэмоциональное состояние спортсмена;

- профилактика и коррекция состояния вторичного иммунодефицита;

- снижение проявлений десинхроноза и ускорения адаптации к новому часовому поясу при длительных переездах и авиаперелетах;

- лечение и реабилитация травм и заболеваний.

Такое многообразие направлений применения ЛФФ в спортивной медицине объясняется многовекторностью их действия, что с успехом позволяет включать их в практику не только спортивной медицины, но и процесса непосредственной подготовки спортсменов [11, 14, 18, 20, 21, 29]:

Методы, оказывающие комплексное общестимулирующее и модулирующее действие:

- низкоинтенсивная магнитотерапия;
- термомагнитотерапия;
- лазерное облучение крови;
- адаптационная электронейростимуляция;
- крайне высокочастотная терапия;
- экстремальная аэрокриотерапия.

Таблица 1. – Эффекты применения ЛФФ в спортивной практике

Вид нарушения	Эффекты ЛФФ	
	физиологические	клинические
после тренировочной и соревновательной нагрузки: – угнетение тканевого дыхания – усиление вязкости и реологии крови – снижение скорости лимфо- и кровотока в зонах микроциркуляции – накопление продуктов промежуточного метаболизма – интоксикация	раскрытие резервных микрососудов в зонах микроциркуляции	снятие сосудистого спазма и снижение периферического сосудистого сопротивления
	усиление кровообращения в мышцах, коже и органах спланхического бассейна	улучшение реологических и вязкостных характеристик крови
	повышение транспорта кислорода через клеточные мембраны	стимуляция кроветворения
	интенсивная диффузия кислорода в ткани из кровотока	модуляция состояния системы иммунитета
	снятие процессор торможения в ЦНС	улучшение сна и общая релаксация организма

Методы, адресно влияющие на психоэмоциональное состояние за счет:

эффекта психостимуляции

– водолечебные методы: сауна, контрастная ванна, души (Шарко, шотландский, циркулярный, Виши, подводный душ-массаж);

– электрофорез незапрещенных психостимуляторов;

– кислородные ванны, хромотерапия;

– аэроионизация;

эффекта психорелаксации

– селективная хромотерапия;

– вибромассажная релаксация;

– альфа-массаж;

– аудиовизуальная релаксация;

– хвойные ванны;

– электросонотерапия (электротранквилизация);

– общая магнитотерапия в сочетании с музыкотерапией.

Методы, обладающие антигипоксическим и гемостимулирующим действием

– оксигенотерапия;

– длительная малопоточная оксигенотерапия;

– нормобарическая гипокситерапия;

– дозированная гипобарическая гипоксия;

– гипербарическая оксигенация;

– кислородный коктейль;

– кислородные ванны;

– углекислые и «сухие» углекислые ванны.

Методы избирательного локального воздействия на мышечный аппарат

– локальные электропроцедуры аппаратный массаж импульсным статическим электрическим полем;

– высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия;

– вакуум-терапия;

– биомеханическая стимуляция.

В дополнение к вышесказанному необходимо упомянуть и о способностях немедикаментозных технологий оказывать наибольшее число лечебно-профилактических эффектов у спортсменов [3, 7, 8-10, 17, 18, 21, 28, 32, 33, 36, 38], чему в наибольшей степени соответствуют искусственные электромагнитные поля (ЭМП), обладающие максимальным для ЛФФ числом варьируемых физических характеристик (рисунок 1).

Хорошо известно, что все физиологические процессы в организме находятся под влиянием естественных биосферных ЭМП (рисунок 2) [28, 29, 36, 38].

Основным физиологически важным и постоянно действующим механизмом действия ЭМП принято считать биосферный резонанс Шумана. Это естественные электромагнитные колебания (волны), возбуждающиеся между поверхностью Земли и нижней ионосферой. Источником волн являются грозовые разряды, которых на земном шаре наблюдается порядка 100 в каждую секунду.

При этом грозовая активность и, следовательно, резонанс Шумана миллиарды лет поддерживают естественное фоновое ЭМП чрезвычайно низких частот по всей планете.

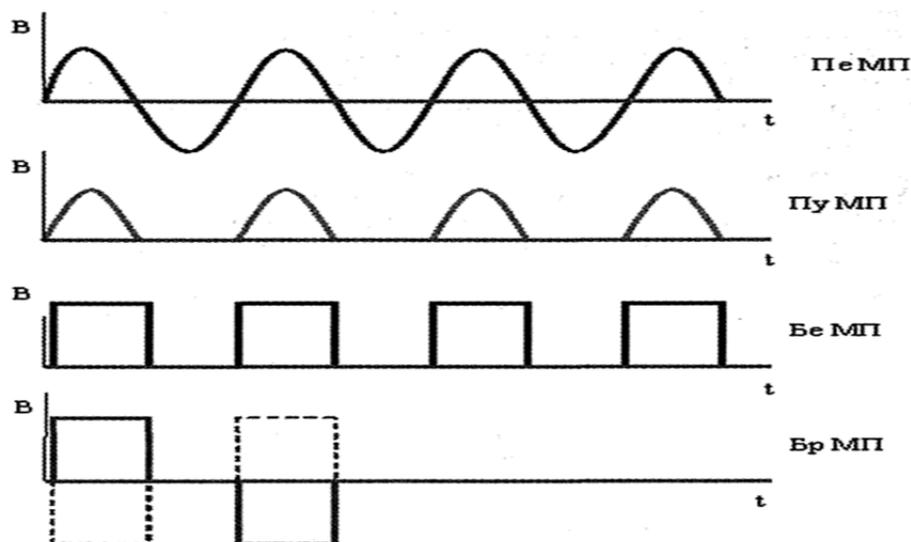


Рисунок 1. – Графическое изображение магнитных полей (по [29])



Рисунок 2. – Примеры естественных биосферных ЭМП

Хорошо известно, что многие организмы проявляют одинаковую низкочастотную (не более 50 Гц) электрическую активность, независимо от размера и сложности мозга.

Другими словами, у человека, у собаки, у кота и ворона электрическая активность фактически одинаковая [17, 20, 36, 38]. Этим и обусловлена чувствительность и реакции органов и систем организма на воздействие внешних ЭМП, что позволяет достаточно широко применять их в лечебной практике

спортивной медицины (таблица 2) [8-12, 14, 20, 21, 32, 33].

Важным элементом лечебного эффекта магнитотерапии (МТ), как и многих других методов физиотерапии, является *эффект последствия*, что позволяет рекомендовать ЛФФ не только как эффективные методы в комплексном лечении и реабилитации у спортсменов, но и как полноценные вне тренировочные методы, обеспечивающие именно их функциональную реабилитацию [28, 29].

Таблица 2. – Направления применения ЛФФ в спортивной практике (лечение и реабилитация)

Вид патологического процесса	Вид помощи	
	Медицинская реабилитация	Функциональная реабилитация
Повреждения опорно-двигательного аппарата	травмы, остеохондроз, артриты, артрозы, сколитическая болезнь, повреждения мягких тканей (мышцы, сухожилия, связки)	снятие усталости в конце тренировочного дня и паузах отдыха
Неврологические расстройства и заболевания внутренних органов	невроз, бессонница, невралгия, полинейропатия артериальная гипертензия, пневмония; воспалительные процессы в мочеполовой сфере	предварительная стимуляция работоспособности накануне тренировки, ударного микроцикла, отдельного соревнования
Вид патологического процесса	Медицинская реабилитация	Функциональная реабилитация
Вторичный иммунодефицит	ОРВИ, хронический бронхит, фурункулез	ускорение адаптации и акклиматизации

Объяснение этого феномена, по нашему мнению, следует искать в одном из основных принципов физиотерапии – принципе нервизма, согласно которому ЛФФ вызывают в организме системную реакцию, в основе которой лежит рефлекторный механизм с его нейро-гуморальной компонентой.

Эффективность ЛФФ в этом случае обусловлена раскрытием, с помощью процедур МТ, например, дополнительных резервов в ответ на «стрессовое» для организма воздействие ЭМП [7, 17, 20, 29]. В принципе, описанные физиологические эффекты применения ЛФФ вполне соответствуют *Закону начального значения (the law of initial values)*, определяющему *отрицательную корреляцию* между начальным значением и разностной оценкой. Согласно ему, направление реакции на стимул зависит от начального значения и, следовательно, чем ниже начальное значение, тем более выражена реакция на стимул. Следовательно, привносимая ЛФФ в биологические структуры определенная стрессовая энергия служит своеобразным «триггером», существенно изменяющим метаболизм и функциональные свойства клеток и тканей [37]. Особенно, на наш взгляд, это проявляется у менее квалифицированных (травмированных/заболевших) спортсменов, когда применение ЛФФ является своеобразной «защитой» утраченного функционального состояния. Такие реакции развиваются преимущественно при локальном действии на зоны кожной проекции, расположенные в подлежащих тканях внутренних органов,

двигательные точки, вегетативные ганглии и другие структуры, имеющие детерминированные связи с различными системами организма [9, 14].

Изложенное выше согласуется с системной организацией гомеостаза, когда взаимодействие его органов и систем происходит по принципу мультипараметрического, многоуровневого и взаимосвязанного регулирования [25, 26]. Руководствуясь этим принципом, анализируя результаты ранее выполненных исследований и основываясь на собственном опыте, мы приходим к выводу, что восстановительный эффект от локального воздействия МТ определяется сочетанием развивающихся под ее действием взаимосвязанных процессов. Возникающие при этом общие, генерализованные реакции обусловлены кооперативными процессами, развивающимися в активных биологических средах, к которым относятся прежде всего возбудимые ткани области магнитного воздействия [17, 29, 30, 31, 36, 38]. Следовательно, МТ за счет доказанного интегративного корректирующего влияния активизирует метаболические процессы, стимулирует функции органов и систем обеспечения работоспособности спортсмена, иначе говоря, МТ создает необходимый *физиологический фундамент* для целенаправленной оптимизации УТП и расширяет функциональные возможности атлетов.

В этом направлении нам представляется весьма перспективным одновременное сочетание низкочастотной импульсной магнитотерапии и фототерапии, с применением оп-

тического поляризованного воздействия видимого (красного, синего, желтого, зеленого) и инфракрасного диапазонов. Подобный технологический подход реализован в аппарате «ФотоСПОК», что делает его универсальным высокоэффективным прибором [5, 6, 23, 27, 29]. Физиологическое и лечебное действие фотомагнитотерапии осуществляется при поглощении энергии света биологическими объектами, когда в последних происходят фотобиологические процессы, то есть квантовая энергия света превращается в тепловую и химическую энергию в клетках и тканях. В то же время высокая магнитная проницаемость биологических тканей, обладающих диамагнитными свойствами, обеспечивает реализацию лечебных эффектов импульсного низкочастотного магнитного поля в тканях и органах практически на любой глубине [23, 29, 36, 38].

Аппарат «ФотоСПОК» уже положительно зарекомендовал себя в лечении и профилактике различных заболеваний в клинической, спортивной и восстановительной медицине [5, 6, 27, 29].

Среди основных лечебных эффектов фотомагнитотерапии следует выделить следующие: противовоспалительный, противоотечный, анальгетический, трофико-регенеративный, иммуномодулирующий, гемо- и реокорректирующий, нейромюстимулирующий и детоксикационный [6, 23, 27]. При этом следует обратить внимание на возможности метода фотомагнитотерапии в формировании в организме пациента эффекта иммуномодуляции, что очень важно в спортивной практике как для профилактики вторичного иммунодефицита, так и при лечении травм и повреждений опорно-двигательного аппарата и мягких тканей. Так, в нашей практике имеется небольшой опыт достаточно успешного применения аппарата «ФотоСПОК» в период предсоревновательной подготовки 11 гребцов-академистов юниорского возраста к соревнованиям на гребных тренажерах «Concept 2». Для профилактики ОРВИ

за 2 месяца до соревнований в осеннем (ноябрь) периоде УТП применялась методика *надсосудистой (общесистемной) магнитофототерапии* в соответствии с клиническими рекомендациями на область локтевого сгиба [6] в течение 10-12 дней (таблица 3).

В качестве фармакологической поддержки для профилактики ОРВИ применялся ремантадин (РУП «Белмедпрепараты» в стандартной терапевтической дозировке 50,0 мг в день в течение 15 дней.

В результате такой профилактической схемы комбинированного применения локальной фотогемомангнитотерапии с противовирусным лекарственным средством в течение двухнедельного (2 микроцикла тренировочной подготовки) курса ни один из гребцов в последующем не заболел и 7 из 11 спортсменов показали лучший результат (personal best) в гребле на тренажере «Concept 2» на соревнованиях.

С учетом вышеизложенного, перспективным направлением фотомагнитотерапии представляется ее применение в комплексе реабилитационных мероприятий при травмах опорно-двигательного аппарата и мягких (связки, сухожилия и мышцы) тканей, особенно на этапах физической реабилитации и спортивной тренировки.

Заключение. Таким образом, анализ литературных данных ранее проведенных исследований показал, что курсовое применение различных ЛФФ в целях улучшения энергетического потенциала спортсменов, комплексного лечения травм и заболеваний и повышения их специальной физической работоспособности является физиологически оправданным.

Низкоинтенсивная магнитотерапия, как и иные методы и средства физиотерапии, могут создать необходимый физиологический фундамент для целенаправленной оптимизации тренировочного процесса и расширить функциональные возможности вышедших из оптимального спортивного состояния спортсменов.

Таблица 3. – Методика применения общесистемной магнитофототерапии

Параметры фотомагнитотерапии	Курс процедур фотомагнитотерапии (дни)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность магнитного поля										
максимальная (25 ± 5), Вт			х	х	х	х	х			
минимальная (15 ± 5), Вт	х	х						х	х	х
Красный свет	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Инфракрасное излучение	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

Результаты применения ЛФФ подтверждают один из основополагающих тезисов современной спортивной медицины о том, что тренирующие и адаптирующие мероприятия спортивно-педагогического, физиологического и медико-биологического характера объединяются в единый комплекс, а воздействие ЛФФ уже, по сути, не носит характер вне тренировочного средства восстановления, т.к. становится неотъемлемым компонентом процесса тренировки спортсмена.

Список литературы

1. Арансон, М. В. Спортивное питание: состояние вопроса и актуальные проблемы / М.В. Арансон, С.Н. Португалов // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 1. – С. 33-37.
2. Апанасенко, Г. Л. Здоровье спортсмена: критерии оценки и прогнозирования / Г. Л. Апанасенко, Ю. С. Чистяков // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. – С. 19–22.
3. Бадтиева, В.А. Сочетанное применение кинезитерапии и магнитотерапии после травм коленного сустава / В.А. Бадтиева [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2022. – № 99(5-2). – С. 45.
4. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 265 с.
5. Войченко, Н. В. Эффективность применения оптического излучения различного спектрального диапазона при экспериментальном артрите / Н. В. Войченко, В. С. Улащик // Новости мед.-биол. наук. – 2016. – Т. 13. – № 1. – С. 48–55.
6. Волотовская, А. В. Магнитофототерапия: применение аппарата «Фотоспок» в клинической медицине / А. В. Волотовская, В. С. Улвщик, А. С. Плетнев. – Минск : Смэлток, 2011. – 73 с.
7. Демецкий, А. М. Введение в медицинскую магнитологию / А. М. Демецкий, В. Н. Чернов, Л. И. Попова. – Ростов н/Д.: Изд. Ростовского университета, 1991. – 96 с.
8. Зубовский, Д. К. Введение в спортивную физиотерапию / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик. – Минск, 2009. – 235 с.
9. Зубовский, Д. К. Физические средства в подготовке спортсменов: практ. пособие / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик, Н. Г. Кручинский. – Минск : НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, 2012. – 72 с.
10. Зубовский, Д. К. Средства физической медицины в период подготовки спортсменов к XXIII зимним Олимпийским играм (анализ, некоторые собственные результаты / Д. К. Зубовский // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 2 (6). – С. 88-99.
11. Зубовский, Д. К. Низкоинтенсивная магнитотерапия в подготовке гребцов-академистов: физиологические и функциональные взаимодействия / Д. К. Зубовский // Ученые записки : сб. рец. науч. тр. / редкол.: С.Б Репкин (гл.ред.) [и др.]; Белорус, гос. ун-т физ. культуры. Минск: БГУФК, 2022. – Вып. 25. – С. 180-188.
12. Иванова, О. А. Комбинированные методы физиотерапии больных с повреждениями капсульно-связочного аппарата коленного сустава в раннем послеоперационном периоде : автореф. дисс. канд. мед. наук / О. А Иванова. – СПб, 2002. – 20 с.
13. Иссурин, В.Б. Подготовка спортсменов XXI века: научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин – М. : Спорт, 2016. – 464 с.
14. Кручинский, Н.Г., Зубовский, Д.К. Технологии коррекции функционального состояния спортсменов на основе оптимизации использования магнитных полей (на примере гребли) / Н.Г. Кручинский, Д. К. Зубовский // Актуальн. вопр. разв. теории и методики физич. культ. и спорта : матер. междунаучно-практич. конф. – Москва, 16-17 ноя. 2023 г. – М. : ВНИИФК. – С. 137-143.
15. Лернер, В. Л. Структура и содержание физической реабилитации танцоров при повреждении мениска / В. Л. Лернер, Г. И. Дерябина, С. А. Калмыков // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. — 2019. — Т. 4. – № 2. — С. 114–121.
16. Лубяко, А. А. Гомеостаз, механизмы формирования, адаптации, единообразного устройства / А. А. Лубяко. – М. : Медицина, 2004. – 523 с.
17. Максимов, А. В. Лечебное применение магнитных полей / А. В. Максимов, В. В. Кирьянова, М. А. Максимова // Физиотерапия, бальнеология, реабилитация. – 2013. – № 3. – С. 34-39.
18. Методическое пособие по применению аппарата лазерной терапии РИКТА® – ЭСМИЛ® (1А). Лечение и профилактика

- широкого круга заболеваний ; под редакцией к.м.н. Федорова Ю. Г. – 4-е изд., испр. и доп. – М., МИЛТА – ПКП ГИТ, 2018. – 226 с.
19. Мозжухин, А. С. Физиологические резервы спортсмена / А. С. Мозжухин – Л.: ГДОИФК, 1979. – 183 с.
 20. Обросов, А. Н. Физические факторы в комплексном лечении и профилактике внутренних и нервных болезней / А.Н. Обросов. – 1971. – 432 с.
 21. Пономаренко, Г. Н. Спортивная физиотерапия: монография / Г. Н. Пономаренко, В. С. Улащик, Д. К. Зубовский. – СПб, 2009. – 318 с.
 22. Савельева, В. В. Влияние интенсивных мышечных нагрузок циклического характера на состояние иммунорезистентности и сердечно-сосудистую систему спортсменов-гребцов : диссертация ... кандидата биологических наук : 03.00.13 / Савельева Вера Владимировна; [Место защиты: Челяб. гос. пед. ун-т]. – Челябинск, 2009. – 133 с.
 23. Сидоренко, Г. Н. Оценка механизмов действия и эффективности сочетанного действия фото- и магнитотерапии (обзор литературы) / Г. Н. Сидоренко [и др.] // Вест. новых мед-х технол. Электронное периодическое издание. – 2020. – № 6. – С. 100-109.
 24. Суздальницкий, Р. С. Иммунологические аспекты спортивной деятельности человека / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теория и практика физической культуры – 1998. – №10. – С. 43–46.
 25. Судаков, К. В. Системное построение функций человека / К. В. Судаков. – М., 1999. – 15 с.
 26. Судаков, К. В. Системные механизмы эмоционального стресса / К. В. Судаков.. – М.: Медицина, 1981. – 230 с.
 27. Счастливая, Н. И. Экспериментальное обоснование применения фотоманнитотерапии при дерматите / Н. И. Счастливая, В. С. Улащик // Вопр. курортол., физиотер. и лечебной физич. культуры. – 2018. – № 2. – С. 25-36.
 28. Улащик, В. С. Общая физиотерапия: учеб. / В. С. Улащик, И. В. Лукомский. – Минск, 2003. – 512 с.
 29. Улащик, В. С. Маннитотерапия : теоретические основы и практическое применение / В. С. Улащик [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 379 с.
 30. Холодов, Ю. А. Реакции биологических систем на магнитные поля / Ю. А. Холодов. – М.: Наука, 1978. – 240 с.
 31. Холодов, Ю. А. Электромагнитные поля в нейрофизиологии / Ю. А. Холодов, А. М. Шишло. – М.: Наука, 1979. – 190 с.
 32. Федуллова, Д. В. Реабилитация после сочетанной травмы: разрыва передней крестообразной связки и мениска / Д. В. Федуллова, Г.А. Ямалетдинова, Д. А. Давыдов // Безопасность здоровья человека. – 2017. – № 2. – С. 38-49.
 33. Федуллова, Д. В., Бердюгин К. А. Физическая реабилитация спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга / Д. В. Федуллова, К. А. Бердюгин ; под редакцией Н. М. Белокрылова). – Екатеринбург, 2022. – 124 с.
 34. Pipe, A. Nutritional Supplements and Doping / A. Pipe, Ch. Ayotte // Clin J Sport Med. – 2002. – Vol. 12(4). – P. 245-249.
 35. Stallman, H. M. The University Stress Scale: measuring domains and extent of stress in university students: University Stress Scale / H. M. Stallman, C. P. Hurst // Aust. Psychol. – 2016. – Vol. 51. – P. 128-134.
 36. Szöke, I-A. The study of electromagnetic fields on the human body / I-A. Szöke, A. Marne, I. Bota // Intern. Journ. of Biology and Biomedicine. – 2018. – Vol. 3. – P. 46–50.
 37. Wilder, J. Basimetric approach (law of initial value) to biological rhythms // Annals of the New York Academy of Sciences. – 1962. – Vol. 98. – P. 1211-1228. – doi:10.1111/j.1749-6632.1962.tb30629.
 38. Zannella, S. Biological effects of magnetic fields / S. Zannella // CAS-CERN Accelerator School : Measurement and Alignment of Accelerator and Detector Magnets. – 1998. – P. 375–386.

References

1. Aranson M.V., Portugalov S.N. Sportivnoe pitanie: sostoyanie voprosa i aktual'ny'e problemy` [Sports nutrition: the state of the issue and current problems]. *Vestnik sportivnoj nauki* [Bulletin of sports science]. 2011, no. 1, pp. 33-37. (In Russian)
2. Apanasenko G.L., Chistyakov Yu. S. Zdorov'e sportsmena: kriterii ocenki i prognozirovaniya [Athlete's health: criteria for assessment and forecasting]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury`* [Theory and practice of

- physical culture]. 2006, no. 1, pp. 19–22. (In Russian)
3. Badtieva V.A., Trukhacheva N.V., Sichinava N.V., Savin E.A. Sochetannoe primeneniye kinezitejpirovaniya i magnetoterapii posle travm kolennogo sustava [Combined use of kinesitis taping and magnetic therapy after injuries of the knee joint]. *Voprosy` kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury`* [Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture]. 2022, no. 99(5-2), 45 p. (In Russian)
 4. Baevsky P.M., Berseneva A.P. *Oczenka adaptacionny`kh vozmozhnostej organizma i risk razvitiya zabolevanij* [Assessment of the body's adaptive capabilities and the risk of developing diseases]. Moscow, Medicine, 1997, 265 p. (In Russian)
 5. Voichenko N.V., Ulashchik V.S. E`ffektivnost` primeneniya opticheskogo izlucheniya razlichnogo spektral'nogo diapazona pri e`ksperimental`nom artrite [Efficiency of using optical radiation of various spectral ranges in experimental arthritis]. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of medical-biol. Sci.]. 2016, vol. 13, no. 1, pp. 48–55. (In Russian)
 6. Volotovskaya A.V., Ulashchik V.S., Pletnev A.S. *Magnitofototerapiya: primeneniye apparata «Fotospok» v klinicheskoy mediczine* [Magnetophototherapy: use of the Photospok apparatus in clinical medicine]. Minsk, Smeltok, 2011, 73 p. (In Russian)
 7. Demetsky A.M., Chernov V.N., Popova L.I. *Vvedenie v mediczinskuyu magnetologiyu* [Introduction to medical magnetology]. Rostov n/D., Rostov University Publ., 1991, 96 p. (In Russian)
 8. Zubovsky D.K., Ulashchik V.S. *Vvedenie v sportivnuyu fizioterapiyu* [Introduction to sports physiotherapy], Minsk, 2009, 235 p. (In Russian)
 9. Zubovsky D.K., Ulashchik V.S., Kruchinsky N.G. *Fizicheskie sredstva v podgotovke sportsmenov* [Physical means in the training of athletes]. Minsk, Research Institute of Physical Culture and Sports of the Republic of Belarus, 2012, 72 p. (In Russian)
 10. Zubovsky D.K. Sredstva fizicheskoy medicziny` v period podgotovki sportsmenov k XXIII zimnim Olimpijskim igram (analiz, nekotory`e sobstvenny`e rezul'taty` [Means of physical medicine during the preparation of athletes for the XXIII Winter Olympic Games (analysis, some own results)]. *Prikladnaya sportivnaya nauka* [Applied sports science]. 2017, no. 2 (6), pp. 88–99. (In Russian)
 11. Zubovsky D.K. Nizkointensivnaya magnetoterapiya v podgotovke grebczov- akademistov: fiziologicheskie i funkczional`ny`e vzaimodejstviya [Low-intensity magnetic therapy in the training of academic rowers: physiological and functional interactions] *Ucheny`e zapiski* [Academic notes]. Ed. S.B. Repkin et al. Belarusian, state University of Physics culture. Minsk, BSUFK, 2022, pp. 180–188. (In Russian)
 12. Ivanova O.A. *Kombinirovanny`e metody` fizioterapii bol`ny`kh s povrezhdeniyami kapsul'no-svyazochnogo apparata kolennogo sustava v rannem posleoperacionnom periode* [Combined methods of physiotherapy for patients with damage to the capsular-ligamentous apparatus of the knee joint in the early postoperative period]. Abstract of Ph. D. thesis. St. Petersburg, 2002, 20 p. (In Russian)
 13. Issurin V.B. *Podgotovka sportsmenov XXI veka: nauchny`e osnovy` i postroenie trenirovki* [Training of athletes of the XXI century: scientific foundations and construction of training]. Moscow, Sport, 2016, 464 p. (In Russian)
 14. Kruchinsky N.G., Zubovsky D.K. Tekhnologii korekczii funkczional'nogo sostoyaniya sportsmenov na osnove optimizaczii ispol'zovaniya magnitny`kh polej (na primere grebli) [Technologies for correcting the functional state of athletes based on optimizing the use of magnetic fields (using the example of rowing)]. *Aktual`n. vopr. razv. teorii i metodiki fizich. kul't. i sporta* [Relevant. question development theories and methods of physics. cult. and sports]. 2023. Moscow, VNIIFK, pp. 137–143. (In Russian)
 15. Lerner V.L., Deryabina G.I., Kalmykov S.A. Struktura i sodержanie fizicheskoy reabilitaczii tanczorov pri povrezhdenii meniska [Structure and content of physical rehabilitation of dancers with meniscus damage]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel`naya rekreaczija* [Physical culture. Sport. Tourism. Motor recreation], 2019, vol. 4, no. 2, pp. 114–121. (In Russian)
 16. Lubyako A.A. *Gomeostaz, mekhanizmy` formirovaniya, adaptaczii, edinoobraznogo ustrojstva* [Homeostasis, mechanisms of formation, adaptation, uniform structure]. Moscow, Medicine, 2004, 523 p. (In Russian)
 17. Maksimov A.V., Kiryanova V.V., Maksimova M.A. Lechebnoe primeneniye magnit-

- ny`kh polej [Therapeutic use of magnetic fields]. *Fizioterapiya, bal`neologiya, reabilitacziya* [Physiotherapy, balneology, rehabilitation]. 2013, no. 3, pp. 34-39. (In Russian)
18. *Metodicheskoe posobie po primeneniyu aparata lazernoj terapii RIKTA® –E`SMIL® (1A). Lechenie i profilaktika shirokogo kruga zabolevanij* [Guidelines for using the laser device therapy RIKTA® –ESMIL® (1A). Treatment and prevention of widespread range of diseases] .Ed. Yu.G. Fedorova. Moscow, MILTA, 2018. 226 p. (In Russian)
 19. Mozzhukhin A. S. *Fiziologicheskie rezervy` sportsmena* [Physiological reserves of an athlete]. L., GDOIFK, 1979, 183 p. (In Russian)
 20. Obrosov A.N. *Fizicheskie faktory` v kompleksnom lechenii i profilaktike vnutrennikh i nervny`kh boleznej* [Physical factors in the complex treatment and prevention of internal and nervous diseases]. 1971, 432 p. (In Russian)
 21. Ponomarenko G.N., Ulashchik V.S., Zubovsky D.K. *Sportivnaya fizioterapiya* [Sports physiotherapy], 2009, 318 p. (In Russian)
 22. Saveleva V.V. *Vliyanie intensivny`kh my`shechny`kh nagruzok ciklicheskogo kharaktera na sostoyanie immunorezistentnosti i serdechno-sosudistuyu sistemu sport-smenovgrebczov* [The influence of intense cyclic muscle loads on the state of immunoresistance and the cardiovascular system of rowing athletes]. Cand. sci diss. Chelyabinsk, 2009, 133 p. (In Russian)
 23. Sidorenko G.N., Kuzmenko O.V., Laptev B.I., Gorlenko N.P., Antoshkin L.V. *Oczenka mekhanizmov dejstviya i e`ffektivnosti sochetannogo dejstviya foto- i magnitoterapii (obzor literatury`)* [Assessment of the mechanisms of action and effectiveness of the combined action of photo- and magnetic therapy (literature review)]. *Vest. novy`kh med-kh tekhnol. E`lektronnoe periodicheskoe izdanie* [West. new med technol. Electronic periodical]. 2020, no. 6, pp. 100-109. (In Russian)
 24. Suzdalnitsky R.S., Levando V.A. *Immunologicheskie aspekty` sportivnoj deyatel`nosti cheloveka* [Immunological aspects of human sports activity]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul`tury`* [Theory and practice of physical culture]. 1998, no. 10, pp. 43–46. (In Russian)
 25. Sudakov K.V. *Sistemnoe postroenie funkczij cheloveka* [Systematic construction of human functions]. Moscow, 1999, 15 p. (In Russian)
 26. Sudakov K.V. *Sistemny`e mekhanizmy` e`mocional`nogo stressa* [Systemic mechanisms of emotional stress]. Moscow, Medicine, 1981, 230 p. (In Russian)
 27. Schastnaya N.I., Ulashchik V.S. *E`ksperimental`noe obosnovanie primeneniya fotomagnitoterapii pri dermatite* [Experimental substantiation of the use of photomagnetic therapy for dermatitis]. *Vopr. kurortol., fizioter. i lechebnoj fizich. kul`tury`* [Question. resort, physiotherapist and physical therapy culture]. 2018, no. 2, pp. 25-36. (In Russian)
 28. Ulashchik V.S., Lukomsky I.V. *Obshhaya fizioterapiya* [General physiotherapy]. Minsk, 2003, 512 p. (In Russian)
 29. Ulashchik V.S., Pletnev S.V., Voichenko N.V., Pletnev A.S. *Magnitoterapiya: teoreticheskie osnovy` i prakticheskoe primenienie* [Magnetotherapy: theoretical foundations and practical application]. Minsk: Belaruskaya Navuka, 2015, 379 p. (In Russian)
 30. Kholodov Yu.A. *Reakczii biologicheskikh sistem na magnitny`e polya* [Reactions of biological systems to magnetic fields]. Moscow, Nauka, 1978, 240 p. (Rus)
 31. Kholodov Yu.A., Shishlo A.M. *E`lektromagnitny`e polya v nejrofiziologii* [Electromagnetic fields in neurophysiology]. Moscow, Nauka, 1979, 190 p. (In Russian)
 32. Fedulova D.V., Yamaletdinova G.A., Davvydov D.A. *Reabilitacziya posle sochetannoj travmy` razry`va perednej krestoobraznoj svyazki i meniska* [Rehabilitation after combined injury: rupture of the anterior cruciate ligament and meniscus]. *Bezopasnost` zdorov`ya cheloveka* [Human health safety]. 2017, no. 2, pp. 38-49. (In Russian)
 33. Fedulova D. V., Berdyugin K. A. *Fizicheskaya reabilitacziya sportsmenov posle travmy` perednej krestoobraznoj svyazki i meniska kolennogo sustava s primeneniem balans-treninga* [Physical rehabilitation of athletes after injury to the anterior cruciate ligament and meniscus of the knee joint using balance training]. Ed. N. M. Belokrylov. Ekaterinburg, 2022, 124 p. (In Russian)
 34. Pipe A., Ayotte Ch. *Nutritional Supplements and Doping*. Clin J Sport Med. 2002. Vol. 12(4), pp. 245-249.
 35. Stallman H.M., Hurst C.P. *The University Stress Scale: measuring domains and extent of stress in university students: University Stress Scale*. Aust. Psychol. 2016. Vol. 51, pp. 128-134.

36. Szöke I-A., Marne A., Bota I. The study of electromagnetic fields on the human body. Intern. Journ. of Biology and Biomedicine. 2018. Vol. 3, pp. 46–50.
37. Wilder J. Basimetric approach (law of initial value) to biological rhythms. Annals of the New York Academy of Sciences. 1962. Vol. 98, pp. 1211-1228. – [doi:10.1111/j.1749-6632.1962.tb30629](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1962.tb30629).
38. Zannella S. Biological effects of magnetic fields. CAS-CERN Accelerator School: Measurement and Alignment of Accelerator and Detector Magnets. 1998, pp. 375–386.

Received 9 October 2023