

На правах рукописи

ХАЙТИН
Владимир Юрьевич

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНО-
ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ
МЫШЦ У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФУТБОЛИСТОВ**

14.03.11 - восстановительная медицина, спортивная медицина,
лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Первый Санкт–Петербургский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук профессор **Матвеев Сергей Владимирович**

Официальные оппоненты:

Гаврилова Елена Анатольевна - доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, кафедра лечебной физкультуры и спортивной медицины, заведующая.

Бондарев Сергей Анатольевич - доктор медицинских наук, профессор, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России, кафедра спортивной медицины и реабилитации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «18» января 2021 года в 10 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 215.002.01 на базе Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6).

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке и на официальном сайте ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ.

Автореферат разослан «___» _____ 2020 года

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук профессор

Пономаренко Геннадий Николаевич



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Профилактика и снижение травматизма являются ключевыми факторами поддержания нормального функционального состояния профессиональных спортсменов (Dvorak J., Junge A., 2015). Практически у любого спортсмена в течение спортивной карьеры встречаются повреждения мышц и составляют по данным разных исследований от 10 до 40 % всех травм в профессиональном спорте (Alonso J.M. et al., 2010; Ekstrand J. et al., 2012). Мышечные травмы распространены в футболе и составляют от 20% до 46% всех травм в мужском профессиональном футболе и от 18% до 23% на любительском уровне (Ekstrand J., Hagglund M., 2011; Ueblacker P., Muller-Wohlfahrt H.W., 2015). В детско-юношеском спорте травмы мышц бедра чаще всего встречаются именно в футболе (Valle X. Et al., 2018). В футбольной команде, состоящей из 25 профессиональных спортсменов в течение сезона случается около 15 мышечных травм. Эти травмы составляют более 15 % времени утраты трудоспособности (Ekstrand J. et al., 2011). При этом 37% вынуждены пропускать тренировки и соревнования по этой причине (Bengtsson H. et al., 2013; 2018).

Особенно актуальна тема мышечных повреждений для профессиональных футболистов, когда решение относительно возвращения к спорту может иметь значительные финансовые или стратегические последствия как для самого спортсмена, так и для команды. Мышечные травмы являются одними из самых финансово затратных. Экономические потери футбольного клуба, участвующего в Лиге чемпионов УЕФА, в связи с потерей трудоспособности по поводу травмы одного игрока в течение одного месяца составляют в среднем 17 – 20 тысяч евро в день (Ekstrand J., 2016). Футбол является одним из самых популярных в мире видов спорта (Dvorak J. et al., 2004).

92% мышечных повреждений в футболе происходят с участием четырех основных групп мышц нижней конечности: задняя поверхность бедра (двуглавая мышца, 12-37%), приводящая мышца бедра (23%), передняя поверхность бедра (четырёхглавая мышца, 19 %) и задняя поверхность голени (трёхглавая мышца, 12-13%) (Hagglund M. et al., 2013; Mueller-Wohlfahrt H., 2013).

Около 16% мышечных травм в элитном футболе являются повторными. Рецидивирующие повреждения вызывают до 30% более длительный период восстановления, чем первоначальное повреждение (Ekstrand J., 2013.). В 95% случаев мышечные травмы являются бесконтактными и имеют перегрузочный характер (Ekstrand J., Hagglund M., 2013).

Частота получения мышечных травм у профессиональных футболистов увеличивается в среднем на 4 % в год на протяжении 13 лет (Kristenson K. et al., 2013; Ekstrand J., 2016), что указывает на недостаточное развитие скрининговых методов диагностики и профилактики.

Существует огромный интерес к оптимизации диагностического, лечебного и реабилитационного процесса после мышечных травм, чтобы свести к минимуму время потери трудоспособности и снизить при этом частоту рецидивов.

Принято считать, что МРТ и УЗИ являются «золотым стандартом» диагностики повреждений мышц (Armfield D.R. et al., 2006; Heiderscheid B.C. et al., 2010; Финагеев С.А., 2013; Медведкова М.С., 2015). Данные методы позволяют констатировать наличие повреждения, определить его локализацию, а также охарактеризовать морфологию изменений в структуре (разрыв волокон, отёк, гематома) (Koulouris G., Connell D., 2006; Reurink G., Brilman E., 2015).

Всё больше исследователей и практикующих специалистов говорят о необходимости комплексного подхода к диагностике травм, поиска причин мышечных проблем, определения патологических состояний, предрасполагающих и предшествующих мышечным травмам перегрузочного характера (Comin J. et al., 2013; Hallen A., Ekstrand J., 2014; Рыбина И.Л., Кузнецова З.М., 2015). Знания, необходимые для создания программ реабилитации после мышечных травм, должны включать в себя: понимание биомеханики, групп мышц и их особенностей, структуры и функции отдельных структур, типов и механизмов травм, факторов риска получения травмы и возникновения рецидивов (Järvinen T.A. et al., 2007; Silder A. et al., 2010).

Различные физические упражнения и физические методы лечения являются эффективными средствами профилактики и лечения повреждений мышц у профессиональных футболистов (Плешков П.С., Пономаренко Г.Н., 2009; Andia I. et al., 2011; Robinson M., Hamilton B., 2014).

Степень разработанности темы. На сегодняшний день не обоснована комплексная программа диагностики травмированных спортсменов с повреждениями мышц с использованием методов клинического, биохимического, инструментального обследования. Отсутствует единый методологический подход при проведении реабилитации травмированных игроков, т.к. некоторые специалисты отдают предпочтение методам и средствам ЛФК (Robinson M., Hamilton B., 2014), другие – методам классической физиотерапии, в том числе достаточно новым методикам (Andia I., 2011). В настоящее время многие авторы придерживаются комплексному подходу в лечении мышц и находятся в поиске наилучших сочетаний методов лечения (Mendiguchia J. et al., 2012; Silder A. et al., 2013).

Цель исследования: научное обоснование технологий оценки функционального состояния опорно-двигательного аппарата и реабилитационных программ у профессиональных футболистов с повреждениями мышц нижних конечностей.

Задачи исследования:

1. Изучить исходный уровень физической формы и клинико-функциональных показателей у профессиональных футболистов с травмами мышц нижних конечностей.
2. Определить критерии срочной и долговременной адаптации профессиональных футболистов к физическим нагрузкам в соревновательный период.
3. Выявить влияние постнагрузочного мышечного микротравматизма на силовые показатели мышц нижних конечностей у профессиональных футболистов в соревновательном периоде.

4. Научно обосновать структуру и состав программ медицинской реабилитации профессиональных футболистов с повреждениями мышц нижних конечностей.
5. Проанализировать сроки восстановления клинико-функциональных показателей и частоту рецидивов при реализации программ медицинской реабилитации профессиональных футболистов с травмами мышц нижних конечностей различной степени.

Научная новизна. Установлено, что исходный статус профессиональных футболистов характеризуется отличным физическим состоянием и высокими показателями силы приводящих мышц бедра. Показателем срочной и долгосрочной адаптации профессиональных футболистов к физическим нагрузкам в соревновательный период является уровень КФК в крови и мышечная сила при разных углах сгибания в тазобедренном суставе.

Показано, что постнагрузочный мышечный микротравматизм снижает силу изометрического сокращения приводящих мышц нижних конечностей профессиональных футболистов в трех положениях сгибания в тазобедренных суставах, которая восстанавливается через 72 часа после матча.

Научно разработанные программы реабилитации профессиональных футболистов после травм мышц (специальные физические упражнения со ступенчато возрастающей дозированной физической нагрузкой на нестабильной поверхности, общая вибротерапия, инъекции плазмы, обогащенной тромбоцитами) значительно сокращают сроки восстановления клинико-функциональных показателей и количество рецидивов спортивных травм.

Теоретическая и практическая значимость.

Комплекс специальных физических упражнений и физических методов лечения значительно улучшает функциональное состояние опорно-двигательного аппарата при повреждении мышц нижних конечностей у профессиональных футболистов.

Установленные информативные показатели исходного статуса и адаптации профессиональных футболистов к физическим нагрузкам в соревновательный период могут быть успешно использованы при экспресс-анализе функционального состояния спортсменов в подготовительном и соревновательном периодах.

Прогнозирование мышечных травм с использованием современных диагностических технологий эффективно проводить с использованием МРТ и УЗИ. Методика УЗИ может применяться ежедневно для динамического визуального контроля зоны повреждения. Выполнение МРТ мышц нижних конечностей целесообразно выполнять перед каждым новым этапом специальных физических упражнений с возрастающей нагрузкой.

Установлены критерии прогноза вероятности мышечных травм у профессиональных футболистов: отсутствие лимитирующего дискомфорта при нагрузке любой интенсивности, полный мышечный контроль и самостоятельное купирование возможного дискомфорта после окончания нагрузки, отсутствие морфологических изменений в мышцах по результатам МРТ и УЗИ, возвращение показателей КФК и силы мышц к индивидуальным исходным значениям.

Разработанные эффективные программы реабилитации профессиональных футболистов после травм мышц позволяют использовать их в соревновательных циклах у спортсменов других игровых видов спорта (баскетбол, волейбол, хоккей и др.).

Методология и методы исследования

Методологической основой диссертационного исследования явилось последовательное применение методов научного познания с использованием клинических, инструментальных и лабораторных методов. Работа выполнена в дизайне проспективного когортного сравнительного исследования. Обработка результатов собственных исследований проведена современными методами статистического анализа. Работа выполнена с соблюдением требований национального стандарта Российской Федерации «Надлежащая клиническая практика» ГОСТ 52379-2005.

Положения, выносимые на защиту:

1. У профессиональных футболистов в процессе соревновательной деятельности происходит кратковременное повышение КФК в крови, снижение силы мышц нижних конечностей и возникают постнагрузочные мышечные микро-травмы.

2. Научно обоснованная эффективная программа медицинской реабилитации профессиональных футболистов с повреждениями мышц нижней конечности включает комплекс специальных физических упражнений со ступенчато возрастающей дозированной физической нагрузкой на нестабильной поверхности, общую вибротерапию, инъекции плазмы, обогащенной тромбоцитами.

3. Комплекс специальных физических упражнений и физических методов лечения значительно улучшает функциональное состояние опорно-двигательного аппарата при повреждении мышц нижних конечностей у профессиональных футболистов, сокращает сроки восстановления спортсменов до 2-4 недель, в зависимости от степени повреждения, и уменьшает число повторных травм.

Степень достоверности и апробация результатов. Необходимая достоверность полученных результатов обеспечена репрезентативным объемом выборок обследованных спортсменов, использованием современных технологий сбора и анализа первичной документации, применением адекватных методов анализа научных данных, соответствующих цели и задачам исследования. Положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации в достаточной степени аргументированы представленными в работе результатами.

Результаты исследования используются в лечебной работе СПб ГБУЗ «Городской врачебно-физкультурный диспансер», ФК «Зенит», национальной сборной команде Российской Федерации по футболу, научной работе в лаборатории спорта высших достижений ЧОУ ВО «Московский университет имени С.Ю. Витте», в учебном процессе на кафедре физических методов лечения и спортивной медицины ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, кафедре спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «ПМГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), на кафедре физической и реабилитационной медицины ФГБОУ ВО ВМедА им. С.М. Кирова» Минобороны России, кафедре физиче-

ской и реабилитационной медицины ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

Основные положения диссертационного исследования доложены и обсуждены на: XII Международной научной конференции «СпортМед-2017», (Москва, 2017); XI и XII «Международном симпозиуме по спортивной медицине и реабилитологии под эгидой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова», (Москва, 2018; 2019); IV, VI и VII Всероссийских научно-практических конференциях «Безопасный спорт-2017, 2019, 2020», (Санкт-Петербург, 2017; 2019; 2020); Международной конференции Isokinetic «Football Medicine Outcomes», (Великобритания, Лондон, 2019).

По теме диссертации было опубликовано 12 печатных работ, из них 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобразования и науки РФ.

Личный вклад автора в проведенное исследование. Автором сформирован дизайн, проведен сбор информации по теме, определены цели, задачи, проведено обследование пациентов с использованием клинических, инструментальных и лабораторных методов исследования, сбор и систематизация результатов, составлена электронная база данных, проведена статистическая обработка, выполнены анализ и оформление результатов, подготовлены публикации и выступления по результатам исследования. Самостоятельно оформлен текст диссертации и ее автореферат. Личный вклад автора в настоящую диссертационную работу - не менее 90%.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 142 страницах печатного текста и состоит из введения и обзора литературы, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций, списка литературы, содержащего 201 источник, из них 17 отечественных и 184 зарубежных авторов, приложения. Диссертация иллюстрирована 15 таблицами и 55 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования. Для решения всех поставленных задач в диагностических исследованиях приняли участие 75, в реабилитационных мероприятиях – 67 профессиональных спортсменов- мужчин высокой спортивной квалификации. Все участники исследований – профессиональные футболисты, выступающие в ведущих клубах Российской Премьер-Лиги, участники европейских турниров под эгидой УЕФА, представители своих национальных сборных команд. Средний возраст испытуемых составил $26,9 \pm 3,5$ лет, масса тела – $77 \pm 6,4$ кг, длина тела – $181,8 \pm 5,5$ см.

Обследование проведено на базе ФГБОУ ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, ГБУЗ «Городской врачебно-физкультурный диспансер» (Санкт-Петербург), ФК «Зенит» (Санкт-Петербург) в период с 2016 по 2019 гг.

Для изучения изменения силовых и функциональных показателей мышц в различных условиях тренировки были обследованы 45 профессиональных футболистов (возраст: $27,1 \pm 3,2$ лет, длина тела: $182,5 \pm 4,6$ см, масса тела: $79,4 \pm 3,3$ кг).

С целью оценки динамики фермента КФК у профессиональных футболистов в соревновательный период, разработки критериев и нормативов срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам в течение 2 сезонов были обследованы 26 футболистов (возраст: $26,7 \pm 3,1$ лет, длина тела: $181,5 \pm 5,8$ см, масса тела: $76,3 \pm 8,3$, содержание жировой ткани в организме: $9,9 \pm 1,7$ %).

Для анализа влияния постнагрузочного мышечного микротравматизма на силовые показатели у профессиональных футболистов в процессе срочной и долговременной адаптации организма к физическим нагрузкам в соревновательном период были обследованы 30 профессиональных футболистов (возраст: $26,7 \pm 2,9$ лет, длина тела: $181 \pm 5,5$ см, масса тела: $75,7 \pm 8,1$ кг, содержание жировой ткани в организме: $10,1 \pm 1,3$ %).

Эффективность различных программ медицинской реабилитации профессиональных футболистов определяли на основе анализа бесконтактных мышечных травм нижних конечностей у 67 профессиональных футболистов нескольких ведущих команд России (средний возраст $27 \pm 4,8$ лет, длина тела $182,1 \pm 5,9$ см, масса тела $76,8 \pm 5,8$ кг, ИМТ $23,1 \pm 1,4$ кг/м²).

Методы исследования. Оценку композитного состава тела с определением содержания жира в организме проводили на основе биоимпедансометрии с использованием аппарата «InBody720» (InBody CO, Seoul, Korea). Тестирование выполняли утром натощак перед тренировкой. Определяли массу тела и процентное содержание жировой ткани в организме, как показатель тренированности спортсмена.

Забор крови для определения концентрации КФК осуществлялся из пальца утром натощак в пяти временных точках: 1: перед началом тренировочного сбора (после 2-3 недель отдыха); 2: 24 часа перед матчем; 3: через 12-20 ч; 4: 36-48 ч; 5: 60-72 ч после 3-х матчей в течение соревновательного периода (июль-декабрь, март-июнь в сезонах 2017/18 и 2018/19). Всего в настоящем исследовании выполнено 390 тестов.

Для измерения концентрации КФК методом рефлексивной фотометрии использовали 32 мкл капиллярной крови из пальца кисти, тест полоски для экспресс-анализа Roshe, портативный биохимический анализатор Reflotron Plus (Roshe Diagnostics, F. Hoffmann-La Roche, Базель, Швейцария). Точность метода составляет ± 5 %.

Непосредственно после определения уровня КФК в крови при помощи метода прямой фиксированной динамометрии выполняли измерение максимальной силы изометрического сокращения приводящих мышц бедра. Измерение проводилось в положении лежа на спине, в течение 5 секунд максимального изометрического сокращения в трех положениях: 0° - 45° - 90° сгибания в тазобедренных суставах. Время отдыха между подходами составляло 3 минуты пассивного восстановления. Перед началом тестирования проводилась разминка и мануальная активация приводящих мышц с сопротивлением. Время измерения было определено эмпирическим путем, спустя 5 секунд максимальной работы сила стремительно падала.

Для проведения измерения использовался аппарат для динамометрии Smart Groin Trainer (NeuroExcellence, Брага, Португалия). Во всех измерениях динамометр был зафиксирован в нижней трети бедра на уровне медиальных мышечков бедренных костей. Таким образом, в сокращении задействованы длинная и большая приводящая мышцы, гребенчатая, тонкая мышцы бедра. При этом было исключено или минимизировано влияние других мышц. Всего выполнено более 1000 измерений.

Исследование функционального состояния мышц передней и задней поверхностей бедра проводили в течение 4 недель. Участники рандомным методом были разделены на три группы. Участники первой группы (n=15) выполняли приседания на твердой ровной поверхности, второй группы (n=15) - на нестабильной поверхности, балансирующей терапевтической платформе Postur-omed 202 (Haider Bioswing GmbH, Pullenreuth, Германия), третья группа (n=15) выполняла приседания на виброплатформе G-Plate 5.0 (POWRX GmbH, Koengen, Германия).

Перед началом исследования всем участникам было проведено тестирование на изокинетическом комплексе Humac Norm (Csmi medical, Stoughton, USA). В ходе работы оценивались показатели силы и выносливости мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава правой и левой ноги. Изменения показателей оценивались с помощью изокинетического комплекса Humac Norm до начала тренировок и спустя 4 недели после тренировок.

Диагноз и степень повреждения мышц во всех случаях подтверждались при помощи метода магнитно-резонансной томографии с индукционной мощностью 1,5 Тл с использованием спин-эхо T2 с жироподавлением. Основная информация была выбрана из сагиттальных, аксиальных и коронарных срезов в режимах T1, T2 и STIR. Толщина срезов во всех исследованиях 3 мм. Степень повреждения устанавливалась в соответствии с классификацией Британской атлетической ассоциации.

В некоторых случаях мышечные повреждения оценивались в динамике с помощью метода ультразвуковой диагностики. Все диагностические мероприятия проводились через 24-48 часов после получения травмы.

Проведен анализ мышечного травматизма в нескольких ведущих профессиональных клубах России на протяжении двух соревновательных сезонов. Под сроком лечения понималось время с момента получения травмы до возврата к регулярной тренировочной деятельности. В исследование были включены спортсмены с мышечными повреждениями 2А-2Б степени, всего 67 футболистов.

Программа медицинской реабилитации включала специальные физические упражнения со ступенчато возрастающей дозированной физической нагрузкой на нестабильной поверхности, общую вибротерапию, инъекции плазмы, обогащенной тромбоцитами (богатой тромбоцитами плазмы – БТП), НПВС и POLICE-терапию. Спортсмены были разделены на 2 группы: получавшие локальные инъекции БТП в ходе лечения – 1 группа (34 человека) и не получавшие БТП – 2 группа (33 человека). В 1 группе 12 человек получали БТП однократно в объеме 8-10 мл (1-й протокол использования БТП), 6 человек – по одной инъекции БТП каждые 5-7 дней (всего 2-3 раза) в объеме 3-5 мл (2-й про-

токол), 16 человек – по одной инъекции БТП каждые 5-7 дней (всего 2-3 раза) в объеме 8-10 мл (3-й протокол). Регистрировалась информация об общем сроке лечения и о получении рецидивов (повторной травмы в том же месте в течение двух месяцев после выходы в общую группу). Для получения плазмы использовался метод Endoret® (PRGF®) Centrifuge System IV (BTI Biotechnology Institute, Spain, San-Antonio).

Сбор данных производился в таблицы Excel (Microsoft) с помощью персонального и планшетного компьютеров. Статистический анализ проводился с использованием пакета IBM SPSS Statistics (версия 23.0). Выбор методов для анализа определялся на основе характера распределений. Для зависимых выборок применялся критерий Вилкоксона. Для подтверждения нормального распределения значений был использован критерий Колмогорова-Смирнова. Достоверность различий статистических оценок значений определяли при помощи теста ANOVA.

Для сравнения нескольких независимых выборок использовался критерий Краскала-Уоллиса. Для поиска значимых корреляций между измеряемыми показателями применялся коэффициент корреляции Спирмена. Результаты считали значимыми при $p < 0,05$. Для сравнения двух независимых категорий использовался тест Манна-Уитни и критерий соответствия Пирсона (критерий хи-квадрат). Результаты считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Оценка физического состояния и уровня КФК. Исходный уровень показателей физической формы профессиональных футболистов свидетельствовал об отличном физическом состоянии спортсменов - содержание жировой ткани в организме, как критерия отличного физического состояния составило $9,9 \pm 1,7$ %, максимальная сила изометрического сокращения приводящих мышц бедра в трех положениях сгибания в тазобедренных суставах $0^\circ - 53,2 \pm 7,5$ кг, $45^\circ - 38,9 \pm 7,5$ кг, $90^\circ - 45,1 \pm 7,3$ кг.

Концентрация КФК была выше во всех временных точках по сравнению с предсезонными значениями, BAS (после отпуска перед началом предсезонного тренировочного сбора) ($p < 0,05$). Уровень КФК спустя 36-48 часов после матча (POST-2) был ниже, чем после 12-20 часов после матча (POST-1), и выше, чем спустя 60-65 часов (POST-3) ($p < 0,05$). Не было обнаружено достоверных различий между концентрациями КФК в день накануне матча (PRE-1) и спустя 60-72 часа (POST-3), что может свидетельствовать о нормальном восстановлении к 3-4 суткам после проведенного матча. (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 - Концентрация креатинфосфокиназы (Ед/л) в крови футболистов перед началом тренировочного сбора, в микроцикле соревновательного периода

Время	BAS	PRE-1	POST-1	POST-2	POST-3
$X \pm SE$	$176,6 \pm 33,3$	$289,9 \pm 29,9$	$779,4 \pm 109,2$	$429,3 \pm 72,8$	$303,3 \pm 31,9$
Мин.	121	221	670	305	244
Макс.	354	399	1290	701	499

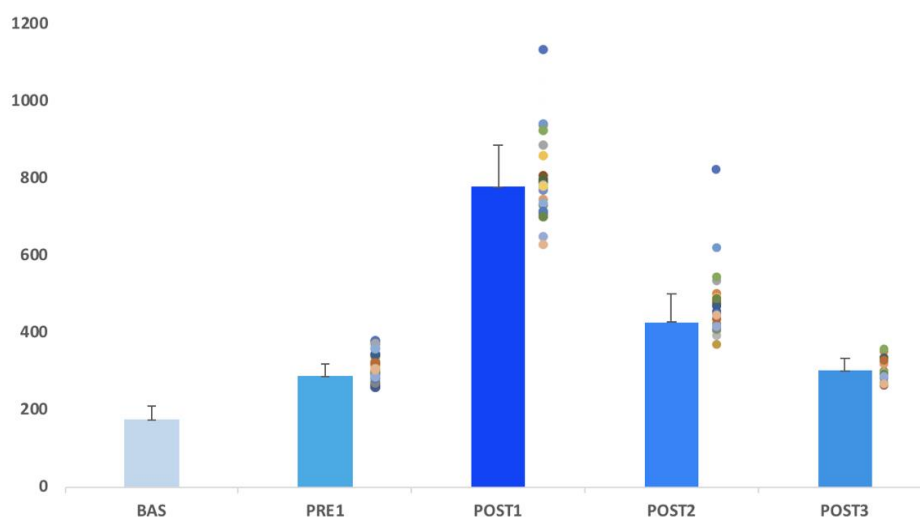


Рисунок 1 - Среднее значение концентрации креатинфосфокиназы (Ед./л) в крови футболистов перед началом тренировочного сбора и в микроцикле соревновательного периода

В настоящем исследовании максимальные значения КФК наблюдались спустя 12-20 часов после окончания матча с возвращением к относительно нормальным значениям в течение 60-72 часов. Известно, что в соревновательном периоде можно выделить микроциклы, при этом продолжительность микроцикла фактически зависит от количества турниров, матчей, в которых команда участвует. В настоящем исследовании 12-20 часовой интервал после матча чаще всего был восстановительным для спортсменов, участвовавших в матче. При этом PRE-1, день перед матчем, в некоторых случаях совпадал с POST-3 (60-72 ч после матча). Этот факт предполагает, что тренировочный процесс влиял на кинетику КФК.

Значительная вариация активности КФК обусловлена различной скоростью выброса фермента в кровь. Этот процесс зависит от состояния клеточных мембран и изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок, при условии отсутствия прямого повреждения мышечных волокон в случае травмы. Поэтому для поиска значений нормального восстановления одним из критериев включения спортсменов в исследование было отсутствие зафиксированных мышечных повреждений, сильных ушибов и жалоб на мышечную усталость и боль. Предполагается резкое увеличение концентрации КФК в крови при мышечных повреждениях. Однако данный вопрос требует дополнительных исследований.

Влияние постнагрузочного мышечного микротравматизма на силовые показатели. В качестве критерия мышечного микротравматизма использовался уровень креатинфосфокиназы крови: в день накануне матча, через 12-20 ч, 36-48 ч, 60-72 ч. после матча. Непосредственно после определения уровня КФК при помощи динамометрии определяли максимальную силу изометрического сокращения приводящих мышц бедра.

Для сравнения нескольких независимых выборок использовался критерий Краскала-Уоллиса. Для корреляционного анализа применялся коэффициент

корреляции Спирмена. Результаты считали значимыми при $p < 0,05$.

Было проведено сравнение результатов всех измерений в трех микроциклах, после трех матчей соревновательного периода. Результаты значимо не отличались друг от друга ($p = 0,39$), поэтому при анализе групповых тенденций рассматривался первый цикл.

Корреляционный анализ показал отсутствие связи между возрастом, ИМТ, % жира и максимальной силой изометрического сокращения приводящих мышц бедра в трех положениях сгибания в тазобедренных суставах (0° , 45° , 90°) в разных измерениях. Выявлен ряд значимых корреляций между длиной тела и силой приводящих мышц ($p < 0,05$), значимые корреляции между массой тела и силой приводящих мышц практически во всех позициях во всех измерениях ($p < 0,05$). Таким образом на силу приводящих мышц значимо влияла масса тела спортсмена.

Корреляционный анализ не выявил связи между значением КФК и ИМТ, % жира, массой тела. Базовый уровень КФК, КФК через 24 и 48ч после матча положительно коррелировал с возрастом спортсменов ($p < 0,05$).

Проведен корреляционный анализ между концентрацией КФК и максимальной изометрической силой приводящих мышц футболистов в трех положениях сгибания в тазобедренных суставах, измеренной в тот же момент. Концентрация креатинфосфокиназы сильно варьировала у спортсменов и, как было показано выше, зависела от возраста спортсменов, а также, возможно, от индивидуальных особенностей метаболизма. В связи с этим было проведено нормирование текущих концентраций КФК на концентрацию КФК при предыдущем измерении. Это позволило уйти от сильно варьировавших индивидуальных показателей концентрации КФК к коэффициентам роста, отражавшим динамику изменения креатинфосфокиназы.

Выявлена значимые отрицательные корреляции между концентрациями креатинфосфокиназы и мышечной силой в положениях сгибания в тазобедренном суставе 0° ($p < 0,001$; $r = -0,418$) и 90° ($p = 0,001$; $r = -0,363$) (рисунок 2), близкая к значимой — в положении 45° ($p = 0,06$; $r = -0,202$). Таким образом, можно сделать вывод, что более высокий уровень КФК после нагрузки связан с меньшей силой мышцы.

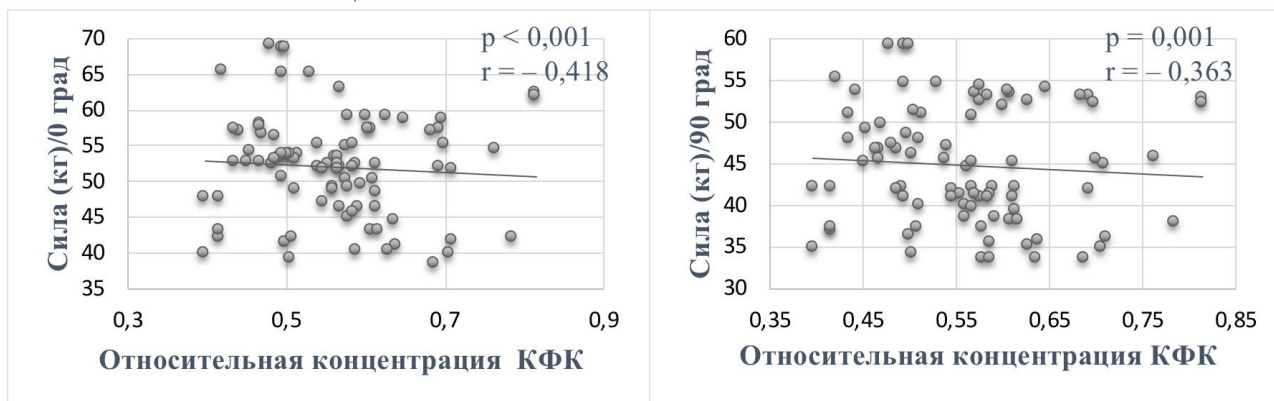


Рисунок 2 - Связь концентрации КФК с максимальной изометрической силой приводящих мышц футболистов в положении сгибания в тазобедренном суставе (0° - слева, 90° - справа)

Анализ данных показал, что изменения концентрации КФК в крови коррелирует с динамикой восстановления силы: чем значительно снижается концентрация КФК после матча, тем в большей степени восстанавливается сила ($p < 0,001$; $r = -0,752$).

Выявлена U-образная динамика соотношения силы изометрического сокращения и концентрации КФК. Значительное снижение соотношения наблюдалось при измерении спустя 24 часа после матча ($p < 0,001$), а к третьим суткам после матча соотношение возвращалось к изначальным значениям.

Для тестирования была выбрана приводящая группа мышц так как она активно задействована при выполнении специфических для футбола повторяющихся вращательных движений при ударе ногой, простреле, навесе и повороте (Eckard T.G., 2017). Уровень травматизма в данной анатомической области составляет 1,015–1,133 за 1000 часов игры, что эквивалентно 11–16% всех футбольных травм (Holmich P., Thorborg K., 2014).

Преимуществом выбранного метода измерения силы приводящих мышц является то, что изометрическое сокращение вызывает меньшую нагрузку на костно-мышечную систему, чем эксцентрическая нагрузка, сводя к минимуму риск травмы и болезненные ощущения (Friden J., 1986; Thorborg K., 2014).

Динамика силовых и функциональных показателей мышц бедра.

Различия между результатами тестов до и после выполнения приседаний на разных поверхностях (группа 1 – на ровной поверхности, группа 2 – на нестабильной поверхности, группа 3 – на виброплатформе) были исследованы с помощью критерия Уилкоксона.

Сила мышц (“peak torque” – пиковый крутящий момент, N/m, показывает максимальную силовую способность мышцы) обеих поверхностей правой и левой ноги статистически значимо увеличилась во всех трех группах ($p < 0,001$). Время достижения максимума силы (“time to peak torque” – время от начала движения динамометра до достижения максимального мышечного усилия) во 2-й и 3-й группах значимо уменьшились для работы мышц обеих поверхностей обеих ног ($p < 0,001$), что свидетельствует об увеличении взрывной силы в этих группах мышц. в 1-й группе – только для мышц задних поверхностей правой и левой ног (увеличились для передних поверхностей), что указывает на эффективность тренировок на взрывную силу на ровной поверхности только для мышц задней поверхности бедра.

Время смены направления (“reciprocal time”, сек, - время, затраченное на изменение направления движения конечности) значимо уменьшилось для работы мышц всех поверхностей обеих ног в 3-й группе, только для задних поверхностей во 2-й группе и не изменилось для 1-й группы ($p > 0,01$). Таким образом, тренировки на вибрационной платформе достоверно улучшают нейромышечный контроль во всех группах мышц бедра.

Для сравнения эффективности упражнений в разных группах были подсчитаны разницы между показателями до и после упражнений, сравнение между группами выполнено с помощью критерия Краскела-Уоллеса, показывающего наличие различий среди нескольких групп, применяемого при ненормальном распределении и при небольшой выборке. При наличии значимых различий

также произведено попарное сравнение с помощью U критерия Манна-Уитни (таблица 2).

Таблица 2 - Сравнение изменений показателей в разных группах (группа 1 – на ровной поверхности, группа 2 – на нестабильной поверхности, группа 3 – на виброплатформе)

Показатель	Общее Р	Сравнение групп 1 и 2	Сравнение групп 1 и 3	Сравнение групп 2 и 3
Сила_правая нога, передняя поверхн.	0,001*	0,098	0,001*	0,001*
Сила_правая нога, задняя поверхн.	0,001*	0,389	0,001*	0,001*
Сила_левая нога, передняя поверхн.	0,001*	0,089	0,001*	0,001*
Сила_левая нога, задняя поверхн.	0,111	–	–	–
Время макс_правая, передняя	0,001*	0,021*	0,001*	0,001*
Время макс_правая, задняя	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Время макс_левая, передняя	0,001*	0,624	0,001*	0,001*
Время макс_левая, задняя	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*
Время смены_правая, передняя	0,001*	0,202	0,001*	0,001*
Время смены_правая, задняя	0,002*	0,002*	0,008*	0,325
Время смены_левая, передняя	0,001*	0,285	0,001*	0,003*
Время смены_левая, задняя	0,014*	0,026*	0,015*	0,838

Изменение силы было более значимым в группе 3 по сравнению с группами 1 и 2 во всех измерениях, кроме задней поверхности левого бедра, что указывает на потенциальную роль доминирующей ноги в эффективности различных видов тренировки.

Время развития максимального усилия и время изменения направления оказались значимо ниже в третьей группе по сравнению с первой во всех измерениях, по сравнению со второй – в большинстве измерений.

Результаты выполненного исследования подтверждают эффективность выполнения приседов в различных условиях тренировки. При этом впервые показано, что наиболее эффективно выполнение данного упражнения с использованием виброплатформы, как для увеличения силы мышц, так и для улучшения показателей нейромышечного контроля.

Оценка результатов медицинской реабилитации. Сроки реабилитации футболистов с травмами мышц всех локализаций составил $18,8 \pm 14,1$ дней. При применении протокола лечения с использованием БТП – $21,5 \pm 15,7$ дней, без использования – $15,3 \pm 11,1$ дней. Количество рецидивов составило 10,1%. Больше всего было повреждений приводящей мышцы бедра – 65,8%. В 19% случаев повреждались мышцы задней поверхности бедра, 11,4% - мышцы голени и 3,8% - четырехглавая мышца бедра.

Средние сроки лечения травм приводящих мышц бедра составили $18,3 \pm 14,1$ дней, мышц задней поверхности бедра – $16,2 \pm 8,3$ дней, мышц голени – $15,7 \pm 12,5$ дней, четырехглавой мышцы бедра – $27,1 \pm 20,4$ дней.

Для определения взаимосвязи диагностических методов и сроков лечения группы, в которых выполнялись различные варианты диагностических иссле-

дований перед возвращением спортсменов в общую группу, были попарно сравнены между собой с помощью критерия Манна-Уитни. Установлено, что спортсменам после длительного лечения значительно чаще выполняли МРТ или МРТ+УЗИ, после более короткого срока лечения – только УЗИ или не выполняли обследование вовсе (таблица 3).

Таблица 3 - Частота выполнения различных диагностических исследований после длительного и короткого периодов лечения

	нет обследования	МРТ	УЗИ	МРТ+УЗИ
нет обследования		0,015*	0,022*	0,03*
МРТ			<0,001*	0,557
УЗИ				0,002*

Степень повреждения по классификации Британской атлетической ассоциации статистически значимо положительно коррелирует с продолжительностью лечения (коэффициент корреляции Спирмена): $R=0,629$, $p < 0,001$.

Не было обнаружено связи между возрастом и локализацией травмы (ANOVA тест, $p=0,529$). При этом возраст статистически значимо коррелирует с продолжительностью лечения ($R=-0,367$, $p=0,001$).

Спортсмены с травмами четырехглавой мышцы бедра имели тенденцию к более длительному сроку лечения ($p=0,061$).

Для сравнения влияния различных факторов на вероятность развития рецидивов был использован критерий Хи-квадрат Пирсона.

Включение в программу специфической по виду спорта реабилитации позволяет достоверно снизить количество рецидивов (таблица 4).

Таблица 4 - Влияние различных факторов на количество рецидивов мышечных повреждений

Методы реабилитации	p
Инъекции плазмы	0,675
Применение НПВС	0,201
Степень повреждения	0,445
Выполнение МРТ/УЗИ	0,025*
Специфическая реабилитация	0,001*

Полученные данные свидетельствуют о снижении риска рецидивов у спортсменов, которым перед возвращением в общую тренировочную группу выполняли контрольное диагностическое УЗИ, при выполнении контрольных УЗИ и МРТ отмечается тенденция к меньшему количеству рецидивов по сравнению со спортсменами, которых дополнительно не обследовали в динамике.

Сроки лечения в группах с разными протоколами использования БТП были попарно сравнены между собой с помощью критерия Манна-Уитни. Сроки лечения были значимо выше при протоколе 3 в сравнении с отсутствием БТП. Разница в протоколах использования БТП не оказала значимого влияния на сроки восстановления (таблица 5).

Таблица 5 - Влияние использования различных протоколов использования БТП на сроки лечения

	0 – без БТП	1-й протокол	2-й протокол	3-й протокол
0 – без БТП		p = 0,111	p = 0,075	p = 0,006*
1-й протокол	p = 0,111		p = 0,297	p = 0,196
2-й протокол	p = 0,075	p = 0,297		p = 0,982
3-й протокол	p = 0,006*	p = 0,196	p = 0,982	

Связь между сроком лечения при разных локализациях травмы (4 группы: приводящие мышцы, двуглавая мышца бедра, мышцы голени, четырехглавая мышца бедра) и протоколами использования БТП была изучена с помощью теста Краскала-Уоллиса. Ни в одной из отдельных локализаций травмы протокол БТП значимо не влиял на срок лечения ($p \gg 0,05$, рисунок 3).

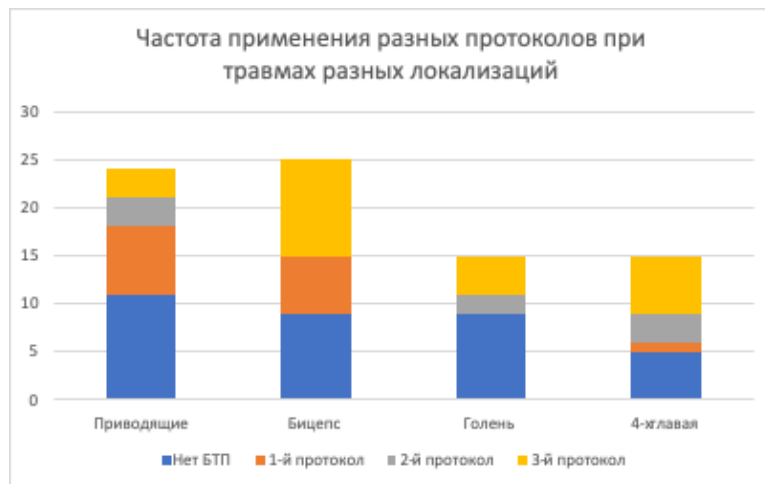


Рисунок 3 - Сроки лечения травм мышц разной локализации в зависимости от используемого протокола БТП

Итак, совокупность научно-практических результатов исследования профессиональных футболистов с повреждениями мышц нижней конечности позволили разработать программу комплексной диагностики функционального состояния опорно-двигательного аппарата и предложить программу лечения мышечных повреждений с использованием современных методов и средств физиотерапии и специфических по виду спорта упражнений (см. приложение).

Применение разработанных протоколов диагностики и лечения могут быть рекомендованы к внедрению в практику медико-биологического обеспечения спорта высших достижений.

ВЫВОДЫ

1. Исходный уровень физической формы и клинико-функциональных показателей у профессиональных футболистов с травмами мышц нижних конечностей характеризуется низким содержанием жировой ткани в организме ($9,9 \pm 1,7$ %) и значительной максимальной силой изометрического сокращения приводящих мышц бедра в трех положениях сгибания в тазобедренных суставах ($0^\circ - 53,2 \pm 7,5$ кг, $45^\circ - 38,9 \pm 7,5$ кг, $90^\circ - 45,1 \pm 7,3$ кг).
2. Критерием срочной и долговременной адаптации профессиональных футболистов к физическим нагрузкам в соревновательный период является уровень креатинкиназы в крови, который максимален через 12-24 ч после матча ($779,4 \pm 109,2$ Ед/л) и снижается к исходному через 72 ч ($303,3 \pm 31,9$ Ед/л, $p < 0,05$).
3. У профессиональных футболистов постнагрузочный мышечный микротравматизм снижает силу изометрического сокращения приводящих мышц нижних конечностей в трех положениях сгибания в тазобедренных суставах, которая восстанавливается через 72 часа после матча.
4. Эффективная программа медицинской реабилитации профессиональных футболистов с повреждениями мышц нижней конечности включает комплекс специальных физических упражнений со ступенчато возрастающей дозированной физической нагрузкой на нестабильной поверхности, общую вибротерапию, инъекции плазмы, обогащенной тромбоцитами, с максимальным удельным весом в ее результативности специальных физических упражнений.
5. Медицинская реабилитация профессиональных футболистов с повреждениями мышц нижних конечностей сокращает сроки восстановления спортсменов после травм приводящих мышц бедра до $18,3 \pm 14,1$ дней, мышц задней поверхности бедра – до $16,2 \pm 8,3$ дней, мышц голени – до $15,7 \pm 12,5$ дней, четырехглавой мышцы бедра – до $27,1 \pm 20,4$ дней и значительно уменьшает число повторных травм на 6%.
6. Сроки восстановления и количество рецидивов травм мышц нижних конечностей у профессиональных футболистов под действием различных программ медицинской реабилитации зависят от степени повреждения мышц.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оценки срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам целесообразно использовать анализ динамики фермента КФК у профессиональных футболистов в соревновательном периоде
2. Протокол оценки уровня КФК накануне матча, через 12-20, 36-48 и 60-72 ч после матча позволяет определять уровень физической формы профессионального футболиста и степень его адаптации.
3. Экспертными методами комплексной диагностики состояния опорно-двигательного аппарата являются современные технологии (определение

уровня КФК, изокинетическое тестирование, динамометрия, МРТ, УЗИ мышечно-скелетной системы), которые являются простыми и удобными методами контроля переносимости физических нагрузок футболистами, а также скрининга на предмет скрытых мышечных повреждений.

4. Использование специальных физических упражнений, тренировок с применением нестабильных поверхностей, вибрационной платформы улучшает ключевые силовые показатели и показатели нейромышечного контроля у профессиональных футболистов, обеспечивая качественное и своевременное восстановление.
5. Методика УЗ-диагностики может применяться ежедневно для динамического визуального контроля зоны повреждения. Выполнение МРТ необходимо перед каждым новым этапом в программе ЛФК. Использование УЗИ и МРТ для динамического наблюдения позволяет диагностировать наличие морфологических изменений в поврежденных мышцах и снизить количество рецидивов мышечных повреждений.
6. Классификации Британской атлетической ассоциации позволяет поставить верифицированный диагноз и дать прогноз сроков лечения в медицинском обеспечении профессионального футбола.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Изучение специфичности стандартных физических нагрузок в специфических игровых видах спорта.
2. Дальнейшее изучение влияния программ медицинской реабилитации профессиональных спортсменов с повреждениями мышц с использованием специальных физических упражнений, тренировок на нестабильных поверхностях, виброплатформе.
3. Поиск и сравнительный анализ эффективности различных протоколов использования физических упражнений и физических методов лечения.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Хайтин, В.Ю. Уровень креатинфосфокиназы крови как критерий восстановления у профессиональных футболистов в соревновательном периоде / В.Ю. Хайтин, С.В. Матвеев, М.Ю. Гришин // Спортивная медицина: наука и практика – 2018. - №4. – С. 22-27

2. Безуглов, Э.Н. Оценка эффективности использования инъекций богатой тромбоцитами плазмы при лечении мышечных повреждений нижней конечности степени 2А-2В у профессиональных футболистов / Э.Н. Безуглов, В.Ю. Хайтин, А.М. Лазарев, М.С. Бутовский, Н.Н. Карлицкий, Г.В. Чернов, А.В. Любушкина, И.Д. Степанов // Спортивная медицина: наука и практика. – 2019. -№3. - С.77-82.

3. Плешков, П.С. Использование изокинетического тренажера в практике спортивного врача / П.С. Плешков, В.Ю. Хайтин, Э.Н. Безуглов, С.В. Матвеев // Спортивная медицина: наука и практика – 2020. -№2. -С.65-72.

4. Bezuglov, E.N. The prevalence of non-contact muscle injuries of the lower limb in professional soccer players who perform Salah regularly: a retrospective cohort study / E. Bezuglov, O. Talibov, M. Butovski, A. Lyubushkina, V. Khaitin, A. Lazarev et al. //J. Orthop. Surg. Res. - 2020. - Vol. 15 (1). - №440. – P.1-8.

5. Хайтин, В.Ю. Определение уровня креатинфосфокиназы у профессиональных футболистов / В.Ю. Хайтин, С.В. Матвеев // Безопасный спорт - 2017: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И Мечникова. - 2017. – С.129-131.

6. Хайтин, В.Ю. Эпидемиология мышечных травм у профессиональных футболистов / В.Ю. Хайтин, С.В. Матвеев // Безопасный спорт - 2017: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И Мечникова. - 2017. – С.131-133.

7. Хайтин, В.Ю. Уровень креатинфосфокиназы как критерий адаптации к физическим нагрузкам у профессиональных футболистов / В.Ю. Хайтин, С.В. Матвеев // Спорт Мед – 2017: материалы XII Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений. - М., 2017. - С.149-150.

8. Токарева, А.В. Treating subtotal adductor longus muscle damage in professional sportspeople / А.В. Токарева, Э.Н. Безуглов, В.Ю. Хайтин, М. Липина, Е.Н. Гончаров, Е.Е. Ачкасов // Isokinetic - 2019: материалы международной конференции XXVIII Isokinetic Medical Group Conference «Football Medicine Meets the Universe of Sport». Лондон, 2019. -С.339.

9. Безуглов, Э.Н. Using platelet-rich plasma in treating muscular injuries in professional football player / Э.Н. Безуглов, В.Ю. Хайтин, А.В. Токарева // Isokinetic - 2019: материалы международной конференции XXVIII Isokinetic Medical Group Conference «Football Medicine Meets the Universe of Sport». Лондон, 2019. -С.307-308.

10. Хайтин, В.Ю. Обоснование программы диагностики мышечных травм у профессиональных футболистов / В.Ю. Хайтин, С.В. Матвеев// Безопасный спорт - 2019: материалы VI Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И Мечникова, 2019. – С.104-106.

11. Плешков, П.С. Вибрация всего тела как средство повышения эффективности силовой и нейромышечной тренировки у профессиональных футболистов в соревновательном периоде / П.С.Плешков, В.Ю. Хайтин, Э.Н.Безуглов, С.В. Матвеев// Безопасный спорт - 2020: материалы VII Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И Мечникова, 2020. – С.153-155.

12. Хайтин, В.Ю. Влияние мышечного микротравматизма на силу мышц у профессиональных футболистов в соревновательном периоде / В.Ю. Хайтин, Э.Н.Безуглов, С.В. Матвеев// Безопасный спорт - 2020: материалы VII Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2020. – С.180-182.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

МРТ	магнитно-резонансная томография
ЛФК	лечебная физическая культура
КФК	креатинфосфокиназа
УЗИ	ультразвуковое исследование
НПВС	нестероидные противовоспалительные средства
БТП	богатая тромбоцитами плазма
ИМТ	индекс массы тела