

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ С ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Т.В. Сороковикова, А.М. Морозов, К.А. Алексанян, К.Г. Салманова, Е.А. Фисюк, М.А. Беляк

Тверской государственный медицинский университет, ул. Советская, д. 4, г. Тверь, 170100, Россия

Резюме. Актуальность. Занимаясь профессиональным спортом люди довольно часто сталкиваются с травмами. Так, одной из главных проблем современной травматологии и восстановительной медицины является именно спортивный травматизм, доля которого составляет от 2 до 7 % среди всех травм. **Цель:** провести анализ доступных и современных методов реабилитации спортсменов с переломами костей нижних конечностей. **Материалы и методы.** В ходе настоящего исследования был проведён обзор литературных данных, отражающих современные взгляды на проблему реабилитации спортсменов с переломами костей нижних конечностей. **Результаты.** Успешное восстановление спортсменов и скорейшее возвращение к тренировочному процессу во многом определяется оптимально подобранными реабилитационными мероприятиями. В реабилитации отсутствует единый алгоритм ведения спортсменов, выбор тактики зависит от ряда факторов, таких как локализация и степень тяжести перелома, проведённое хирургическое и консервативное лечение, индивидуальные особенности спортсмена, а также желаемый результат. Оптимальным алгоритмом является комбинация классических реабилитационных мероприятий, к которым относятся лечебная физкультура, диетотерапия, психотерапия и физиотерапевтические процедуры, такие как массаж, тейпирование, низкочастотная магнитотерапия, ультравысокочастотная терапия в слаботепловых дозировках, электрофорез анальгетиков, препаратов кальция и фосфора и теплотечение. **Заключение.** Все реабилитационные мероприятия направлены на постепенное повышение физической нагрузки на повреждённую конечность и укрепление опорно-двигательного аппарата путём улучшения трофики тканей, повышения тонуса мышц, активации метаболических процессов, а также на снижение болевого синдрома и стимуляцию регенерации травмированных тканей. Адаптационной основой реабилитации является модель контроля движений («control-chaos continuum»), которая обеспечивает профилактику осложнений и возникновения повторных травм. Рациональная диетотерапия способствует увеличению мышечной массы и предупреждению набора жировой массы. Подбирая реабилитационные мероприятия,

в первую очередь, учитывают характер выбранного лечения и поставленные цели, в связи с этим подбор реабилитационных мероприятий производят в индивидуальном порядке, для того, чтобы достичь наиболее качественного результата за короткий срок. Адекватно подобранные реабилитационные мероприятия позволяют спортсменам безопасно возвращать первоначальные физические показатели и снижать риск повторных травм.

Ключевые слова: переломы нижних конечностей, реабилитация, физиотерапия, диетотерапия, массаж, тейпирование.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Сороковикова Т.В., Морозов А.М., Алексанян К.А., Салманова К.Г., Фисюк Е.А., Беляк М.А. О возможности реабилитации спортсменов с переломами костей нижних конечностей (обзор литературы). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2023;13(6). <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.6.CLIN.4>

ABOUT THE POSSIBILITY OF REHABILITATION OF ATHLETES WITH FRACTURES OF THE BONES OF THE LOWER EXTREMITIES (LITERATURE REVIEW)

T.V. Sorokovikova, A.M. Morozov, K.A. Aleksanyan, K.G. Salmanova, E.A. Fisyuk, M.A. Belyak

Tver State Medical University, 4 Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia

Abstract. Relevance. People involved in professional sports quite often encounter injuries. Thus, one of the main problems of modern traumatology and rehabilitation medicine is sports traumatism, which accounts for 2 to 7 % of all injuries. **Objective:** to analyze the available and modern methods of rehabilitation of athletes with fractures of the bones of the lower extremities. **Materials and methods.** In the course of the present study, we reviewed the literature data reflecting the current views on the problem of rehabilitation of athletes with fractures of lower limb bones. **Results.** Successful recovery of athletes and early return to the training process is largely determined by optimally selected rehabilitation measures. There is no unified algorithm in rehabilitation of athletes; the choice of tactics depends on a number of factors, such as localization and severity of the fracture, surgical and conservative treatment performed, individual characteristics of the athlete, and the desired result. The optimal algorithm is a combination of classical rehabilitation measures, which include therapeutic physical training, diet therapy, psychotherapy and physical therapy procedures such as massage, taping, low-frequency magnetic therapy, UHF in low-heat doses, electrophoresis of analgesics, calcium and phosphorus drugs and thermotherapy. **Conclusion.** All rehabilitation measures are aimed at gradual increase of physical load on the injured limb and strengthening the musculoskeletal system by improving tissue trophism, muscle tone, activation of metabolic processes as well as pain reduction and stimulation of regeneration of injured tissues. The adaptation basis of rehabilitation is the model of control of movements ("control-chaos continuum"), which provides the prevention of complications and re-injuries. Rational nutritional therapy contributes to increasing muscle mass and preventing the accumulation of fat mass. When choosing rehabilitation measures, the nature of the chosen treatment and objectives are taken into account, so that the choice of rehabilitation measures is made on an individual basis, in order to achieve the best possible results in a short period of time. Adequately chosen rehabilitation measures allow athletes to safely return to their original physical performance and reduce the risk of re-injury.

Key words: fractures of the lower extremities, rehabilitation, physiotherapy, diet therapy, massage, taping.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Sorokovikova T.V., Morozov A.M., Aleksanyan K.A., Salmanova K.G., Fisyuk E.A., Belyak M.A. About the possibility of rehabilitation of athletes with fractures of the bones of the lower extremities (literature review). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2023;13(6). <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.6.CLIN.4>

Актуальность

Регулярные занятия спортом являются неотъемлемым компонентом здорового образа жизни. Однако спортивные травмы неизбежны, особенно когда спорт переходит на профессиональный уровень. Спортивный травматизм является одной из актуальных проблем современной травматологии, восстановительной и спортивной медицины. Вследствие аугментации объема соревновательной деятельности и избыточной тренировочной нагрузки с каждым годом наблюдается возрастание уровня травматизма [1, 2], однако развитие диагностических возможностей в области медицинской практики и широкого использования современного оборудования позволило по-новому взглянуть на возможности реабилитации [3]. Частота встречаемости спортивных травм колеблется от 2 до 7 % среди всех травм и обусловлена видом спорта и квалификацией спортсменов, из них 14,4 % приходится на переломы [4]. В литературе периодически отмечается, что лица, которые после травмы выполняли привычные для них циклические нагрузки, с вероятностью 70 % обращались за помощью с повторными травмами, чаще всего это происходило из-за исходной несостоятельности повреждаемых тканей. Подобные структурно-функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата часто были связаны с синдромом дисплазии соединительной ткани [5].

Высокий уровень травматизма нижних конечностей наблюдается в футболе, при этом наиболее частыми повреждениями длинных трубчатых костей у спортсменов-футболистов являются переломы костей голени, в том

числе открытые [6, 7]. Большое значение имеет восстановление объема движений в травмированном голеностопном суставе, так как он является ключевым. Снижение двигательного объема в данном суставе может стать ограничивающим фактором для полноценного тренировочного и соревновательного процессов [8].

Разработка концепции дифференцированной тактики хирургического лечения открытых переломов – неотъемлемый компонент, необходимый для восстановления функций опорно-двигательного аппарата. Открытый перелом является показанием к экстренному хирургическому вмешательству, основными этапами которого являются первичная хирургическая обработка (ПХО), направленная на удаление нежизнеспособных тканей и инфицированного раневого отделяемого, а также остеосинтез и закрытие дефекта мягких тканей [9, 10]. Однако, согласно статистическим данным, результат операции составляет только 20–40 % успеха, остальное – залог грамотной реабилитации. В связи с этим для скорейшего возвращения спортсменов к тренировкам необходимо не только оптимальное и своевременное хирургическое лечение, но и адекватные реабилитационные мероприятия, обеспечивающие восполнение утраченных функциональных возможностей спортсмена [11].

Цель: провести анализ доступных и современных методов реабилитации спортсменов с переломами костей нижних конечностей.

Материалы и методы

В ходе настоящего исследования был проведён обзор литературных данных, отражающих современные взгляды на проблему реабилитации спортсменов с переломами костей нижних конечностей.

Результаты

При классической методике лечения открытых переломов костей нижних конечностей процесс реабилитации растягивается на недели или даже месяцы, при этом функциональные возможности спортсменов значительно снижаются и не всегда возвращаются на прежний уровень [12, 13]. Это обусловлено длительностью лечения и возможными осложнениями, которые могут возникнуть вследствие применения гипсовой повязки и других фиксирующих приспособлений. Застыжная консолидация перелома, образование контрактур суставов могут привести к нарушениям со стороны биомеханики опорно-двигательного аппарата [14].

В современной литературе не существует единого последовательного алгоритма реабилитации спортсменов при открытых переломах нижних конечностей. Все реабилитационные мероприятия сводятся к постепенному и систематическому увеличению тренировочной нагрузки, что позволяет спортсменам безопасно возвращать первоначальные физические показатели, снижая риск повторных травм [15]. Разработано множество протоколов, концепция которых направлена на увеличение диапазона движений, укрепление мышечного аппарата и восстановление проприоцептивного чувства спортсменов [16, 17].

Выделяют классические реабилитационные мероприятия, к которым относят лечебную физкультуру (ЛФК), физиотерапию, диетотерапию и психотерапию [11, 18]. Одним из ведущих методов является ЛФК, направленная на восстановление нарушенных функций опорно-двигательного аппарата путём дозирования нагрузки. Под контролем специалиста происходит увеличение двигательного режима – от щадящего до тренирующего и затем систематически поддерживающего [19].

Первостепенной задачей является исследование нейромоторного аппарата с помощью специфических методов диагностики (например, ЭНМГ) и восстановление объёма движений и микроциркуляции, а при достижении данных целей в реабилитацию вводят упражнения, направленные на восстановление мышечной силы и выносливости к статическим и динамическим нагрузкам. При переломах костей нижних конечностей для развития силы в ключевых положениях бега, таких как начальное ускорение и фазы опоры, используются изометрические силовые упражнения: толкание или тяга неподвижного объекта, удержание груза и предотвращение его движения. Дополнительно применяются динамические упражнения на сгибатели и разгибатели бедра и колена. Постепенно, с целью развития способности мышц спортсмена производить и принимать силу с высокой скоростью, интегрируются упражнения с прыжком-приземлением. Также осуществляется постепенный переход от медленного цикла растяжения-сокращения к более динамичным и быстрым действиям. В процессе реабилитации нельзя

забывать про общее физическое состояние и сердечно-сосудистую систему, необходимо вовремя и постепенно вводить общую физическую подготовку и кардиотренировки [20–22].

Кроме того, в настоящее время при проведении реабилитации спортсменов придерживаются модели «control-chaos continuum», которая используется в качестве адаптируемой основы, учитывающей как количественные, так и качественные аспекты нагрузки, то есть сильно изменчивые, спонтанные и непредвиденные движения («хаос»), отражающие непредсказуемый характер спорта. Данная схема представлена пятью этапами, с использованием подхода, основанного на ограничениях произвольных движений, которые переходят от высокого контроля к высокому хаосу: высокий контроль, умеренный контроль, этап перехода между контролем и хаосом, умеренный хаос, высокий хаос [11, 23].

Стоит отметить такие вспомогательные средства, как бандажи. Например, их можно применять во время восстановления после травм в голеностопном суставе, которые влекут за собой повреждения в связочно-суставном аппарате. Применение бандажа, в первую очередь, обеспечивает механическую стабильность травмированному суставу в реабилитационном периоде, в плюсы также можно отнести простоту использования, для его наложения не требуется помощь профессионала, и обеспечение проприоцептивной стимуляции [24].

Общие принципы реабилитации спортсменов при переломах подразумевают комбинацию лечебной физкультуры с физиотерапевтическими процедурами.

Так как клетка – основополагающая структура, воспринимающая первой внешнее воздействие физиотерапевтических процедур, то её ответ на внешнее раздражение следует рассматривать с молекулярно-генетической стороны. Изучение реакций клеточных и субклеточных структур на оказанное физиотерапевтическое воздействие позволяет оценить индивидуальную чувствительность пациентов к реабилитационным процедурам и подобрать наиболее эффективное мероприятие для конкретного пациента [25]. Наибольшее распространение получили низкочастотная магнитотерапия, УВЧ в слабодозовых дозах, а также электрофорез и теплотечение. Низкочастотную магнитотерапию назначают начиная со 2–3 дня послеоперационного периода. Особый интерес в последнее время приобретает новый тип физиотерапии, стимулирующий заживление переломов костей, подразумевающий комбинацию импульсного электромагнитного поля и суперпарамагнитных наночастиц оксида железа, синергетический эффект которых потенцирует остеогенную дифференцировку и направленную миграцию мезенхимальных стволовых клеток костного мозга [11, 26].

Во время реабилитации часто применяют электрофорез, поскольку он оказывает ряд положительных эффектов, таких как противовоспалительное, рассасывающее и местное анестезирующее действие, улучшает кровоснабжение тканей и проводимость периферических нервных волокон. Электрофорез в целом оказывает влияние не только на динамику клинических проявлений, но также за-

метно повышает адаптационные резервы организма. Широко применяется электрофорез анальгетиков, способствующих снятию болевого симптома и вегетососудистых нарушений, помимо этого применяются препараты кальция и фосфора в области перелома и на здоровой конечности симметрично травме или на рефлекторно-сегментарные зоны [11, 27].

Одним из наиболее доступных и широко распространенных физиотерапевтических реабилитационных мероприятий спортсменов является массаж. Его назначают с 3–4 дня для здоровой конечности после иммобилизации травмированной. При переломах нижних конечностей вибрационный массаж начинают на поясничном отделе позвоночника. Поврежденную конечность, часть которой не вовлечена в фиксацию, начинают массировать только по прошествии двух недель. Длительность массажа иммобилизованной конечности сначала составляет 3–5 минут, затем сеанс постепенно увеличивается до 15–18 минут. Массаж травмированной конечности проводят вне зависимости от фиксации (гипс, вытяжение). Когда проходят острые реактивные явления назначают вибрационный массаж. На этапе формирования мягкой мозоли (2–3 недели после перелома) назначают механическую вибрацию области травмы 2–3 раза в день, при наличии гипса в нём прорезают окошечко. Если на поврежденной конечности повысился тонус мышц, то уменьшают время процедуры и её интенсивность, при этом увеличивают частоту поглаживающих и вибрационных приёмов. Своевременные и адекватные массажные техники в комбинации с другими средствами реабилитации существенно сокращают сроки восстановления спортсменов. Положительное влияние массажа связано со сложными нейрогуморальными, рефлекторными, метаболическими процессами, регулируемые центральной нервной системой. При работе со спортсменами наиболее часто применяют ручной классический массаж, реже – аппаратный и комбинированный [11, 28]. Всё большую актуальность приобретает мануальная техника работы с мышцами и фасциями путём надавливания и растяжения тканей. Миофасциальный релиз оказывает положительное влияние на фасции и мышцы, расслабляя их, помимо этого он позволяет увеличить амплитуду движений в суставах [29].

Механическое раздражение рецепторов кожи, мышц, сухожилий, связок, стенок сосудов вызывает рефлекторную реакцию и способствует активизации и высвобождению из клеток биологически активных веществ. В результате происходит расширение капилляров, улучшение трофики тканей, активация метаболических процессов и повышение биоэнергетического обмена. Важность механиологии отражает закон, разработанный в 1892 году немецким физиком Юлиусом Вольфом. Закон Вольфа гласит, что кости адаптируются к увеличению нагрузок, укрепляя свою внутреннюю и внешнюю структуру, но если механические нагрузки будут уменьшаться, то кость ремоделирует к своей исходной структуре, позволяющей ей нести привычные нагрузки. Учитывая, что у людей, перенёвших травму нижней конечности, нагрузка на кости ног резко снижена, то это может привести к остеопорозу. Вольф утверждал, что ремоделирование кости зависит от

продолжительности и интенсивности механических нагрузок. Механические стимулы преобразуются в клеточные биохимические каскады посредством вовлечения процессов механотрансдукции, из-за чего происходит ремоделирование кости. Кроме того, из массируемого участка усиливается отток венозной крови и лимфы, что приводит к ускорению удаления продуктов обмена веществ. Также, под влиянием нейромедиатора ацетилхолина, возрастает скорость передачи нервных импульсов. Данные эффекты способствуют более быстрому устранению отёка и гематомы в области травмы, снижению болевого синдрома, ускорению процесса регенерации, в том числе росту костной мозоли, а также повышению эластичности и сократительной способности мышц [28, 30].

Еще один из видов массажа, используемых в посттравматической реабилитации, – эндомассаж, его применяют совместно с магнитными полями. В исследовании Корягина Ю.В., Теракопов Г.Н. и соавт. проводился курс процедур по программе точечной анальгезии в профессиональном режиме: 10 мин в режиме точечного всасывания и 10 мин в режиме магнитотерапии с применением лечебной мази. Применение данного комплекса произвело положительное влияние на показатели функционального состояния мышечно-суставного аппарата, а также значительно снизило болевой синдром [31]. Сочетание эндомассажа и магнитного поля оказывает положительный эффект на физиологию нейромышечного аппарата нижних конечностей. Происходит увеличение амплитуды и площади мышечных потенциалов, при этом снижается латентность моторного ответа, и повышение скорости прохождения нервного импульса по моторным волокнам глубокого малоберцового нерва. Таким образом, на реовазографии нижних конечностей, после прохождения курса эндомассажа совместно с использованием магнитных полей, можно наблюдать положительные изменения в гемодинамике, в сегментах голень-стопа: улучшение показателей венозного оттока, нормализацию показателей интенсивности артериального кровотока и тонуса артерий и сосудов микроциркуляторного русла [32].

Холодовое воздействие оказывает ряд положительных эффектов, например, снижение местного воспаления, уменьшение тканевой гипоксии, урежение проявления мышечных спазмов, а также улучшение регионального кровоснабжения и микроциркуляции. В исследовании Вадутова Р.Р. пациентам в послеоперационном периоде назначался крио-массаж, продолжительностью в 10 сеансов. Крио-массаж в комплексе с ЛФК и лечебным массажем показали высокую эффективность в восстановлении травмированных тканей [33].

В настоящее время в реабилитации спортсменов получило широкое распространение методика кинезиотейпирования. Кинезиотейп представляет собой липкую эластичную ленту, которая наносится непосредственно на кожу. Тейп воздействуя на различные рецепторы соматосенсорной системы, стимулирует кожно-мышечные рефлексы, оказывая, в зависимости от методики, лимфодренажный и фиксационный эффекты. Лимфодренажный способ улучшает крово- и лимфообращение и способ-

ствуется снижению отёка и болевого синдрома за счёт расширения интерстициального пространства и снижения давления на болевые рецепторы. Фиксационная методика направлена на сохранение правильного положения мышц и суставов, и за счёт высокой эластичности материала позволяет выполнять движения в полном объёме. Тейп фиксируют на срок до 5 суток, при этом обеспечивается непрерывное воздействие на область прикрепления в течение всего периода. Возможно совместное применение кинезиотейпирования с другими восстановительными методиками, что увеличивает эффективность реабилитационных мероприятий [11, 34]. Перспективным направлением в кинезиологии является механотерапия. Это направление основано на дозированных движениях, которые выполняются с помощью специальных аппаратов, они могут как облегчать данные движения, так и давать усиленную нагрузку. Такой подход обеспечивает максимальный по амплитуде объём движений, что очень важно в период реабилитации [35].

В комплекс реабилитационных мероприятий можно включить аквареабилитацию. Она обладает рядом преимуществ на ранних этапах реабилитации по сравнению с сухой, например, во время нахождения в воде организм испытывает гидростатическое давление вокруг своего тела, что улучшает циркуляцию крови, стимулирует возврат венозной крови в сердце, что снижает риск венозных застоев и тромбозов, способствует снижению отёка и снятию мышечного напряжения. За счёт создаваемого сопротивления водой мышечная система функционирует более равномерно, также водная среда позволяет принять вертикальное положение без особой нагрузки на травмированную конечность, благодаря чему можно проработать те движения, которые пока невозможно выполнить в зале [36].

Немаловажным фактором для успешной реабилитации и скорейшего возвращения в спорт является диетотерапия. В послеоперационном периоде рекомендована консультация диетолога с целью составления индивидуального плана питания и перерасчёта суточной калорийности с учётом более низкой физической активности спортсмена на ранних этапах реабилитации, поскольку после иммобилизации конечности мышцы начинают активно терять свою массу и, как следствие, свою физическую выносливость. Данные изменения обусловлены снижением синтеза мышечного белка, поэтому таким пациентам рекомендовано увеличить ежедневное потребление белка. Увеличение потребления белка до 2,3 г/кг в день помогает сократить потери мышечной массы при состояниях отрицательного энергетического баланса. На более поздних этапах реабилитации, по мере прогрессирования восстановления утраченных функций опорно-двигательного аппарата и повышения нагрузки, производят постепенное повышение калорийности питания. При этом необходимо сохранять оптимальное соотношение макроэлементов и микроэлементов для конкретного вида спорта. Соблюдение данных рекомендаций позволяет предупредить значительное снижение мышечной массы и увеличение процента жировой ткани, а также в последующем, в комбинации с тренировками, способствует наращиванию объёма мышц и функциональных показателей спортсмена [37, 38].

Для достижения сокращения сроков лечения и реабилитации могут применять технологии PRP-терапии (plateletrich plasma – обогащенная тромбоцитами плазма) и плазмолифтинг, которые основаны на способности тромбоцитарных факторов роста стимулировать и ускорять регенерацию повреждённых тканей. Благодаря более быстрой регенерации, заживления раны первичным натяжением происходит с ускоренной эпителизацией и образованием мягкого соединительнотканного рубца. Таким образом, формирование костной мозоли и ремоделирование переломов трубчатых костей после введения в область оперативного вмешательства аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, происходит в 2–3 раза быстрее. Данные технологии в настоящее время получают все более широкое применение в практике спортивной медицины. Помимо вышеперечисленных положительных факторов, оказывающих ускоренную регенерацию, использование аутологичной плазмы помогает снизить интенсивность воспалительного процесса и болевого синдрома. Преимуществом данных технологий является их реализация: для получения аутологической плазмы нужны некоторые доступные медикаменты и классическая лабораторная центрифуга [39].

Не менее важное значение в реабилитации после спортивных травм имеет психологическая помощь, направленная на устранение страха повторной травмы, который негативно сказывается на результатах восстановления спортсменов, увеличивает сроки реабилитации и даже может стать причиной завершения спортивной карьеры. Важным фактором, влияющим на восстановление спортсмена при травмах, является сохранение психоэмоционального комфорта. Поскольку возрастающие объёмы и нагрузки во время тренировок могут привести к психоэмоциональным перегрузкам, что влечёт за собой нарушение процессов восстановления и адаптации у спортсменов, так, методика когнитивной терапии (Mindfulness-Based Cognitive Therapy – MBCT) позволяет поддерживать необходимый уровень физической и психоэмоциональной выносливости у спортсменов. Данная методика помогает спортсменам обучиться контролю над влиянием окружающих факторов на их жизнь путём изменения эмоциональных, поведенческих, когнитивных и сенсорных аспектов переживаний. Техники когнитивной терапии предлагают спортсмену произвести переоценку текущего состояния, а именно справиться с переживаниями, осознать, что его физические возможности выше, чем может показаться на первый взгляд. Терапия повышает уровень внутренней мотивации и уверенности в себе [40]. Спортсменам во время реабилитации очень важно контролировать ситуацию и ход реабилитационных мероприятий, это приводит к их самомотивации и повышению внутренней уверенности в себе и своих силах. Так, активное участие в разработке реабилитационных мероприятий и тесный контакт с врачом позволяют усилить внутренний контроль и автономии пациента [41].

Пациенты, которым назначалась комплексная и поэтапная реабилитация, полностью восстанавливались после перенесённой травмы. Такой успех достигался благо-

даря комплексности оздоровления, её последовательности, постоянного воздействия и персонализированным подходом. Опираясь на общие рекомендации по возвращению к физической активности, необходимо контролировать общее состояние спортсмена, а также идентифицировать болевой синдром и диапазон движений с целью предупреждения осложнений и повторных травм. Обязательным компонентом успешного восстановления является модификация потенциальных факторов риска, таких как биомеханические факторы, факторы питания и тренировочного процесса [42, 43].

Заключение

Реабилитация спортсменов с открытыми переломами нижних конечностей является одной из наиболее сложных

проблем современной травматологии и восстановительной медицины. Успешное восстановление спортсменов во многом определяется грамотно подобранным комплексом реабилитационных мероприятий, который включает лечебную физкультуру, физиотерапевтические процедуры, такие как массаж, тейпирование, низкочастотную магнитотерапию, УВЧ, электрофорез и теплотечение, а также диетотерапию и психотерапию.

Подбор оптимального комплекса реабилитационных мероприятий зависит от локализации и тяжести перелома, тактики лечения и желаемого результата. Реабилитация спортсмена реализуется в индивидуальном порядке путём его совместной работы с тренером, а также спортивным врачом, врачом-реабилитологом, физиотерапевтом, диетологом и рядом других специалистов.

Литература [References]

- Новикова Т.В. Физическая реабилитация при повреждениях плечевого сустава в гольболе. *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2018;11(165):232-237. [Novikova T.V. Physical rehabilitation for shoulder joint injuries in goalball. *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*. 2018;11(165):232-237. (In Russ)].
- Морозов А.М., Сергеев А.Н., Кадыков В.А. и др. Вопросы формирования боли и обезболивание у спортсменов с травмой капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2020;1:37-45. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.37> [Morozov A.M., Sergeev A.N., Kadykov V.A. et al. Issues of pain formation and analgesia in athletes with an injury to the capsular ligamentous apparatus of the ankle joint. *Official medicine: science and practice*. 2020;1:37-45. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.37> (In Russ)].
- Морозов А.М., Сорокикова Т.В., Пичугова А.Н., Беляк М.А. О возможности применения инструментальной и проекционной оценки болевого синдрома. *Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье*. 2022;2(56):44-52. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.2.CLIN.2> [Morozov A.M., Sorokovikova T.V., Pichugova A.N., Belyak M.A. On the possibility of using instrumental and projection assessment of pain syndrome. *Bulletin of the medical Institute "REAVIZ": rehabilitation, doctor and health*. 2022;2(56):44-52. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.2.CLIN.2> (In Russ)].
- Kay M.C., Register-Mihalik J.K., Gray A.D. The Epidemiology of Severe Injuries Sustained by National Collegiate Athletic Association Student-Athletes, 2009–2010 Through 2014–2015. *Journal of Athletic Training*. 2017; 52(2): 117-128. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.1.01>
- Санькова М.В., Николенко В.Н., Оганесян М.В., Вовкогон А.Д., Ризаева Н.А. Гендерные аспекты проявлений соединительнотканной дисплазии как основа профилактики спортивных травм. *Человек. Спорт. Медицина*. 2021;21(1):169-176. <https://doi.org/10.14529/hsm210121> [Sankova M.V., Nikolenko V.N., Oganesyanyan M.V., Vovkogon A.D., Rizaeva N.A. Gender aspects of connective tissue dysplasia manifestations as a basis for the prevention of sports injuries. *Human. Sport. Medicine*. 2021;21(1):169-176. <https://doi.org/10.14529/hsm210121>. (In Russ)].
- Гордиенко Д.И. Тактика хирургического лечения открытых переломов голени. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2013;1:15-26. [Gordienko D.I. Tactics of surgical treatment of open fractures of the lower leg. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2013;1:15-26. (In Russ)].
- Larsson D., Ekstrand J. Fracture epidemiology in male football players from 2001 to 2013: «How long will this fracture keep me out?». *British Journal of Sports Medicine*. 2016;50.
- Репетюк А.Д., Ачкасов Е.Е., Середа А.П., Жестянкин Н.Р. Оценка показателей гониометрии голеностопного сустава в комплексной реабилитации спортсменов с тендинопатией малоберцовых сухожилий. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2022;12(2):40-45. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.4> [Repetyuk A.D., Achkasov E.E., Sereda A.P., Tinnyan N.R. Evaluation of the goniometry of the ankle joint in the complex rehabilitation of athletes with fibular tendinopathy. *Sports medicine: science and practice*. 2022;12(2):40-45. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.4> (In Russ)].
- Riechelmann F., Kaiser P., Primäres Weichteilmanagement bei offenen Frakturen. *Oper Orthop Traumatol*. 2018;30(5):294-308. <https://doi.org/10.1007/s00064-018-0562-8>
- Zalavras C.G. Prevention of Infection in Open Fractures. *Infectious disease clinics of North America*. 2017;41(1):32-42. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2017.01.005>
- Чушинская М.М. Общие принципы реабилитации переломов конечностей. *Scientist*. 2020; 4(14): 20. [Chushinskaya M.M. General principles of rehabilitation of limb fractures. *Scientist*. 2020;4(14):20. (In Russ)].
- Петров, А. А. Применение мехатронных устройств при реабилитации спортсменов с травмами нижних конечностей. *Евразийский Союз Ученых*. 2014;6-4:52-54. [Petrov, A. A. The use of mechatronic devices in the rehabilitation of athletes with lower limb injuries. *Eurasian Union of Scientists*. 2014;6-4:52-54. (In Russ)].
- Buckthorpe M., Frizziero A., Roi G.S. Update on functional recovery process for the injured athlete: return to sport continuum redefined. *British journal of sports medicine*. 2019;53(5):265–267. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099341>
- Бодрова Р.А., Петрова Р.В., Делян А.М., Преображенская Е.В., Николаев Н.С., Гумарова Л.Ш., Иванов М.И., Камалеева А.Р. Современный подход к реабилитации пациентов с переломами костей нижних конечностей. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2023;5(1):40-51. <https://doi.org/10.36425/rehab233510> [Bodrova R.A., Petrova R.V., Delyan A.M., Preobrazhenskaya E.V., Nikolaev N.S., Gumarova L.S., Ivanov M.I., Kamaleeva A.R. Modern approach to rehabilitation of patients with fractures of the bones of the lower extremities. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2023;5(1):40-51. <https://doi.org/10.36425/rehab233510> (In Russ)].
- Gabbett T.J. How Much? How Fast? How Soon? Three Simple Concepts for Progressing Training Loads to Minimize Injury Risk and Enhance Performance. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2020;50(10):570-573. <https://doi.org/10.2519/jospt.2020.9256>
- Fournier M., Principles of rehabilitation and return to sports following injury. *Clinics in podiatric medicine and surgery*. 2015; 32(2):261-268. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2014.11.009>
- Iliopoulos E., Galanis N. Physiotherapy after tibial plateau fracture fixation: A systematic review of the literature. *SAGE open medicine*. 2020. <https://doi.org/10.1177/2050312120965316>

- 18 Федотченко А.А. Комплексное использование физических лечебных факторов, лекарственных средств, лечебной физкультуры и массажа. *Байкальский медицинский журнал*. 2014;126(3):127-128. [Fedotchenko A.A. Complex use of physical therapeutic factors, medicines, physical therapy and massage. *Baikalskaya Meditsinskaya Zhurnal*. 2014;126(3):127-128. (In Russ)].
- 19 Карташева Н.В., Погорелов Ю.А. Теоретические основы и методологические принципы физической реабилитации. *Проблемы здоровья и экологии*. 2008; 2(16):146-151. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095838> [Kartasheva N.V., Pogorelov Yu.A. Theoretical foundations and methodological principles of physical rehabilitation. *Problems of health and ecology*. 2008;2(16):146-151. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095838> (In Russ)].
- 20 Taberner M., van Dyk N., Allen T., Richter C., Howarth C., Scott S., Cohen D.D. Physical preparation and return to sport of the football player with a tibia-fibula fracture: applying the 'control-chaos continuum'. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2019;5. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000639>
- 21 Репетюк А.Д., Ачкасов Е.Е., Середа А.П. Оценка комплексной программы физической реабилитации при повреждениях сухожилий малоберцовых мышц у спортсменов. *Теория и практика физической культуры*. 2022;1:79-81. <https://doi.org/10.24412/0040-3601-2022-1-79-81> [Repetyuk A.D., Achkasov E.E., Sereda A.P. Evaluation of a comprehensive program of physical rehabilitation for injuries of fibular muscle tendons in athletes. *Theory and practice of physical culture*. 2022;1:79-81. <https://doi.org/10.24412/0040-3601-2022-1-79-81>. (In Russ)].
- 22 Морозов А.М., Сороковикова Т.В., Минакова Ю.Е., Беляк М.А. Электронейромиография: современный взгляд на возможности применения (обзор литературы). *Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье*. 2022;3(57):107-116. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.6> [Morozov A.M., Sorokovikova T.V., Minakova Yu.E., Belyak M.A. Electroneuromyography: a modern view on the possibilities of application (literature review). *Bulletin of the medical Institute "REAVIZ": rehabilitation, doctor and health*. 2022;3(57):107-116. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.6> (In Russ)].
- 23 Taberner M. Allen T., Cohen D.D. Infographic. Progressing rehabilitation after injury: consider the 'control-chaos continuum'. *British journal of sports medicine*. 2020;54(2):116-117. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100936>
- 24 Бортникова Л.В., Юсупова Д.Р. Функциональная реабилитация после повреждения голеностопного сустава с применением биндажа. *Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта*. 2022;10(212):45-49. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2022.10.p45-49> [Bortnikova L.V., Yusupova D.R. Functional rehabilitation after ankle injury using a bandage. *Scientific notes of the P. F. Lesgaft University*. 2022;10(212):45-49. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2022.10.p45-49>. (In Russ)].
- 25 Антонюк М.В., Юбитская Н.С., Гвозденко Т.А., Лебедев С.В. Перспективы персонализированной восстановительной медицины. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2021;79:117-126. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2021-79-117-126>. [Antonyuk M.V., Yubitskaya N.S., Gvozdenko T.A., Lebedev S.V. Prospects of personalized restorative medicine. *Bulletin of physiology and pathology of respiration*. 2021;79:117-126. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2021-79-117-126>. (In Russ)].
- 26 Shaoyu Wu, Qiang Yu, Yang Sun, Jing Tian. Synergistic effect of a LPEMF and SPIONs on BMMSC proliferation, directional migration, and osteoblastogenesis. *American journal of translational research*. 2018;10(5):1431-1443.
- 27 Чукаева О.Г., Шарипова М.М. Лекарственный электро и фото форец: инновации и перспективы обзор литературы. *Вестник новых медицинских технологий*. 2020;27(3):74-79. <https://doi.org/10.24411/1609-2163-2020-16694> [Chukaeva O.G., Sharipova M.M. Medicinal electro and photo forec: innovations and prospects literature review. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2020;27(3):74-79. <https://doi.org/10.24411/1609-2163-2020-16694>. (In Russ)].
- 28 Учасов Д.С. Физиологические эффекты массажа и его роль в спортивной практике. *Наука*. 2020. 2018;3:115-119. [Uchasov D.S. Physiological effects of massage and its role in sports practice. *Science*. 2020. 2018;3:115-119. (In Russ)].
- 29 Закарюкин Ю.Е., Петрушкина Н.П., Коломиец О.И. Эффективность миофасциального релиза в восстановлении спортсменов. *Педагогическо-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2022;17(2):92-100. <https://doi.org/10.14526/2070-4798-2022-17-2-92-100> [Zakaryukin Yu.E., Petrushkina N.P., Kolomiets O.I. The effectiveness of myofascial release in the recovery of athletes. *Pedagogical-psychological and medico-biological problems of physical culture and sports*. 2022;17(2):92-100. <https://doi.org/10.14526/2070-4798-2022-17-2-92-100>. (In Russ)].
- 30 Regno A., Chiera M., Barsotti N., Cerulli C., Grazioli E., Tamburri A, Bruscolotti M. Sport Performance and Manual Therapies: A Review on the Effects on Mitochondrial, Sarcoplasmic and Ca2+ Flux Response. *Healthcare (Basel)*. 2021;9(2):181. <https://doi.org/10.3390/healthcare9020181>
- 31 Корягина Ю.В., Тер-Акопов Г.Н., Нопин С.В., Рогалева Л.Г., Костюк Е.В. Применение транскраниальной электростимуляции, эндомассажа и магнитного поля для срочного восстановления и Посттравматической реабилитации спортсменов. *Теория и практика физической культуры*. 2019;1:20-22 [Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V., Roguleva L.G., Kostyuk E.V. Application of transcranial electrical stimulation, endomassage and magnetic field for urgent recovery and Post-traumatic rehabilitation of athletes. *Theory and practice of physical culture*. 2019;1:20-22. (In Russ)].
- 32 Абуталимова С.М. Разработка и обоснование технологий применения эндомассажа и магнитного поля в процессах восстановления и реабилитации спортсменов в спорте высших достижений. *Современные вопросы биомедицины*. 2018;2(4(5)):97-103. [Abutalimova S.M. Development and justification of technologies for the use of endomassage and magnetic field in the processes of recovery and rehabilitation of athletes in high-performance sports. *Modern issues of biomedicine*. 2018;2(4(5)):97-103. (In Russ)].
- 33 Вадутов Р.Р. Крио-массаж в реабилитации спортсменов после оперативного лечения травм поясничного отдела позвоночника. *Вестник восстановительной медицины*. 2019;2(90):66-68 [Vadutov R.R. Cryo-massage in the rehabilitation of athletes after surgical treatment of injuries of the lumbar spine. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2019;2(90):66-68. (In Russ)].
- 34 Cupler Z.A, Alrwaily M., Polakowski E., et al. Taping for conditions of the musculoskeletal system: an evidence map review. *Taping chiropractic & manual therapies*. 2020;28. . <https://doi.org/10.1186/s12998-020-00337-2>
- 35 Агасаров Л.Г., Хадарцев А.А., Купеев Р.В. Инновационные способы кинезиотерапии (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2020;3:124-136. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2020-16655> [Agasarov L.G., Khadartsev A.A., Kupeev R.V. Innovative methods of kinesiotherapy (literature review). *Bulletin of New Medical Technologies*. 2020;3:124-136. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2020-16655> (In Russ)].
- 36 Григорьев А.П., Дробышева И.В., Мороз Д.Ф., Крикун Е.Н. Факторы успеха реабилитации спортсменки-бадминтонистки после сочетанного разрыва обеих крестообразных и большеберцовой коллатеральной связок коленного сустава. *Человек. Спорт. Медицина*. 2022;22(2):164-171. <https://doi.org/10.14529/hsm220220> [Grigoriev A.P., Drobysheva I.V., Moroz D.F., Krikun E.N. Success factors of rehabilitation of a badminton athlete after a combined rupture of both cruciate and tibial collateral ligaments of the knee joint. *Human. Sport. Medicine*. 2022; 22(2):164-171. <https://doi.org/10.14529/hsm220220>. (In Russ)].
- 37 Feigenbaum L.A., Kaplan L.D., Musto T., Gaunaud I. A., et al. A multidisciplinary approach to the rehabilitation of a collegiate football player following ankle fracture: a case report. *International journal of sports physical therapy*. 2016;11(3):436-449.
- 38 Turnagöl HН, Koşar ŞN, Güzel Y, Aktitiz S, Atakan MM. Nutritional Considerations for Injury Prevention and Recovery in Combat Sports. *Nutrients*. 2021;14(1). <https://doi.org/10.3390/nu14010053>
- 39 Вириник В.Л., Алексанянц Г.Д. Морфо-функциональные механизмы ускорения восстановительных процессов в тканях после травматических повреждений в спорте. *Физическая культура, спорт – наука и практика*. 2022;3:97-104. https://doi.org/10.53742/1999-6799/3_2022_97_104

- [Virnik V.L., Aleksanyants G.D. Morpho-functional mechanisms of acceleration of regenerative processes in tissues after traumatic injuries in sports. *Physical culture, sports – science and practice*. 2022;3:97-104. . https://doi.org/10.53742/1999-6799/3_2022_97_104 (In Russ)].
- 40 Шевцова Г.Е., Маленкова Е.Ю. Актуальные возможности психологической реабилитации спортсменов. *Российский журнал боли*. 2019;17(S1):159-160. [Shevtsova G.E., Malenkova E.Y. Actual possibilities of psychological rehabilitation of athletes. *Russian Journal of Pain*. 2019;17(S1):159-160. (In Russ)].
- 41 Маликова Л.А., Байковский Ю.В. Психологические факторы, обуславливающие успешность реабилитации спортсменов с травмами конечностей. *Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие*. 2023;11(1(40)):72–82. <https://doi.org/10.23888/humJ202311172-82> [Malikova L.A., Baykovsky Yu.V. Psychological factors determining the success of rehabilitation of athletes with limb injuries. *Personality in a changing world: health, adaptation, development*. 2023;11(1(40)):72-82. <https://doi.org/10.23888/humJ202311172-82>. (In Russ)].
- 42 Kahanov L., Eberman L.E., Games K.E., Wasik M. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. *Open access journal of sports medicine*. 2015;6:87–95. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s39512>
- 43 Махов А.С., Медведев И.Н. Физиологически оправданная реабилитация спортсменов, перенесших пластику связок коленного сустава. *Теория и практика физической культуры*. 2020;6:106. [Makhov A.S., Medvedev I.N. Physiologically justified rehabilitation of athletes who underwent knee ligament surgery. *Theory and practice of physical culture*. 2020;6:106. (In Russ)].

Авторская справка

Сороковикова Татьяна Викторовна

Канд. мед. наук, доцент кафедры неврологии, реабилитации и нейрохирургии, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-6443-0793

Вклад автора: планирование концепции исследования.

Морозов Артём Михайлович

Канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственной медицинский университет.

ORCID 0000-0003-4213-5379

Вклад автора: подведение итогов, написание заключения.

Алексанян Кристина Артаковна

Студентка 5 курса педиатрического факультета, Тверской государственной медицинский университет.

ORCID 0000-0001-6386-5093

Вклад автора: анализ данных литературы.

Салманова Камила Гайнудиновна

Студентка 5 курса педиатрического факультета, Тверской государственной медицинский университет.

ORCID 0000-0001-7514-711X

Вклад автора: анализ данных литературы

Фисюк Екатерина Андреевна

Студентка 2 курса педиатрического факультета, Тверской государственной медицинский университет.

ORCID 0009-0000-0582-7398

Вклад автора: анализ данных литературы

Беляк Мария Александровна

Студентка 5 курса лечебного факультета, Тверской государственной медицинский университет.

ORCID 0000-0001-6125-7676

Вклад автора: анализ данных литературы

Author's reference

Sorokovikova Tat'yana Viktorovna

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Neurology, Rehabilitation and Neurosurgery, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0002-6443-0793

Author's contribution: research concept planning.

Artem M. Morozov

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0003-4213-5379

Author's contribution: summarizing, writing a conclusion.

Kristina A. Aleksanyan

5th year student of the Pediatric Faculty, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0001-6386-5093

Author's contribution: literature data analysis.

Kamila G. Salmanova

5th year student of the Pediatric Faculty, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0001-7514-711X

Author's contribution: literature data analysis.

Ekaterina A. Fisyuk

2nd year student of the Pediatric Faculty, Tver State Medical University.

ORCID 0009-0000-0582-7398

Author's contribution: literature data analysis.

Mariya A. Belyak

5th year student of the Faculty of Medicine, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0001-6125-7676

Author's contribution: literature data analysis.