

<https://doi.org/10.47183/mes.2025-323>

УДК 616-08-035



ТРАВМЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ КРУПНЫХ СУСТАВОВ У НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ СПОРТСМЕНОВ. ТЕРАПИЯ ПЛАЗМОЙ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

И.В. Зябкин^{1,2}, И.В. Панкратов¹, А.М. Ковалькова¹, В.В. Хижникова¹, Е.В. Завалева^{1✉}, В.А. Мухортых¹¹ Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Введение. Около 46% травм крупных суставов занимают повреждения коленного сустава, в структуре которых у детей и подростков порядка 15–24% приходится на переднюю крестообразную связку (ПКС). Для сокращения вероятности отдаленных осложнений после травм у несовершеннолетних профессиональных спортсменов, реабилитационного периода и скорейшего возвращения в спорт высших достижений необходимо внедрение в клиническую практику инновационных технологий регенеративной медицины, в том числе с использованием плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP). Применение PRP имеет ряд преимуществ по сравнению с другими консервативными методами терапии, а именно: являясь ортобиологическим препаратом, PRP представляет собой биологическое вещество собственного организма пациента, способствующее ускорению регенерации с минимальным риском возникновения побочных явлений; это малоинвазивная манипуляция, при соблюдении методики не приводящая к осложнениям. Несмотря на то что PRP-терапия широко применяется при лечении заболеваний и повреждений крупных суставов у взрослой категории пациентов, использование данного терапевтического метода у несовершеннолетних спортсменов изучено недостаточно, в связи с чем и явилось целью настоящей работы.

Описание клинического случая. Представлено клиническое наблюдение профессионального спортсмена с травмой коленного сустава с оценкой функциональных и клинических результатов PRP-терапии. В данной работе продемонстрированы две стандартизированные методики по применению PRP, обозначены преимущества закрытого цикла приготовления PRP: минимизация контакта с внешней средой, снижающего возможные риски инфицирования; сокращение расходных материалов, повышающего экономическую эффективность. Описанный клинический случай травмы ПКС у юниора с полным функциональным и структурным (по данным магнитно-резонансной томографии) восстановлением при проведении PRP-терапии продемонстрировал эффективность, безопасность и хорошую переносимость применения плазмы, обогащенной тромбоцитами. Положительный результат отмечен как клинически (констатация регресса болевого синдрома, оцениваемого по визуально-аналоговой шкале, восстановления функции сустава, положительная динамика провокационных тестов (тест Лахмана и переднего выдвигающего ящика)), так и по данным визуализации.

Выводы. Применение PRP-терапии при травмах ПКС у несовершеннолетних профессиональных спортсменов является перспективным терапевтическим подходом в ортопедии и спортивной медицине с использованием технологий регенеративной медицины. Закрытый цикл приготовления PRP имеет ряд преимуществ перед открытым, включая экономическую эффективность благодаря минимизации расхода медицинских изделий. Показана безопасность метода при соблюдении требований к его проведению (асептика, антисептика, ультразвуковой контроль и др.) и подтверждена высокая чувствительность магнитно-резонансной томографии в рамках оценки динамики повреждений ПКС.

Ключевые слова: спортивная медицина; детские спортивные травмы; повреждения крупных суставов; PRP-терапия; несовершеннолетние спортсмены

Для цитирования: Зябкин И.В., Панкратов И.В., Ковалькова А.М., Хижникова В.В., Завалева Е.В., Мухортых В.А. Травмы и повреждения крупных суставов у несовершеннолетних спортсменов. Терапия плазмой, обогащенной тромбоцитами. Клинический случай. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2025;27(4):542–549. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-323>

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания № 124022800121-3 НИР «PRP-терапия при травмах и заболеваниях крупных суставов у юниоров спортивных сборных команд Российской Федерации»; шифр темы: «PRP-терапия при травмах»; код 83.002.24.800.

Соответствие принципам этики: исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «ФНКЦ детей и подростков ФМБА России» (протокол № 2 от 15.05.2025). От законного представителя получено письменное добровольное информированное согласие на публикацию описания клинического случая, обезличенных медицинских сведений и данных МРТ.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Завалева Елена Валентиновна zavalevaev@kidsfmba.ru

Статья поступила: 05.03.2025 **После доработки:** 21.07.2025 **Принята к публикации:** 01.09.2025 **Online first:** 24.10.2025

INJURIES AND DAMAGE TO LARGE JOINTS IN UNDERAGE ATHLETES. THERAPY WITH PLATELET-RICH PLASMA. A CLINICAL CASE

Ilya V. Zybkin^{1,2}, Ivan V. Pankratov¹, Aleksandra M. Kovalkova¹, Victoria V. Khizhnikova¹, Elena V. Zavaleva^{1✉}, Valeriy A. Mukhortykh¹¹ Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

© И.В. Зябкин, И.В. Панкратов, А.М. Ковалькова, В.В. Хижникова, Е.В. Завалева, В.А. Мухортых, 2025

Introduction. Approximately 46% of large joint injuries involve damage to the knee joint, among which anterior cruciate ligament (ACL) injuries account for about 15–24% in children and adolescents. In order to reduce the likelihood of long-term complications after injuries in underage professional athletes, shorten the rehabilitation period, and enable a quicker return to elite sports, innovative regenerative medicine technologies should be implemented into clinical practice, including the use of platelet-rich plasma (PRP). In comparison with other conservative treatment methods, PRP offers several advantages. Being an orthobiological agent, PRP is a biological substance derived from the patient's own body, promoting accelerated regeneration with minimal risk of side effects. When performed correctly, this procedure shows minimal invasiveness and does not lead to complications. Although PRP therapy is widely used in treating diseases and injuries of large joints in adult patients, the application of this therapeutic method in underage athletes has not been sufficiently studied, which is the focus of this study.

Case report. We present a clinical case of a professional athlete with a knee joint injury, assessing the functional and clinical outcomes of PRP therapy. Two standardized methods for PRP application are demonstrated, highlighting the advantages of a closed-loop PRP preparation system. These include minimized exposure to the external environment, mitigating potential risks of infection, and reduced consumption of materials, enhancing cost-effectiveness. The described clinical case of an ACL injury in a junior athlete, with complete functional and structural recovery (as confirmed by magnetic resonance imaging, MRI), demonstrated the efficacy, safety, and good tolerability of PRP therapy. Positive outcomes were observed both clinically (regression of pain assessed via the visual analog scale, restoration of joint function, and positive dynamics in provocative tests such as the Lachman test and anterior drawer test) and through MRI data.

Conclusions. The use of PRP therapy for ACL injuries in underage professional athletes represents a promising therapeutic approach in orthopedics and sports medicine, utilizing regenerative medicine technologies. The closed-loop system for PRP preparation offers several advantages over open-loop systems, including cost-effectiveness due to minimized consumption of medical supplies. The safety of the method is ensured provided that the procedural requirements are met (asepsis, antisepsis, ultrasound guidance, etc.); the high sensitivity of MRI in tracking the dynamics of ACL injuries is confirmed.

Keywords: sports medicine; pediatric sports injuries; large joint damage; PRP therapy; underage athletes

For citation: Zيابкин И.В., Панкратов И.В., Ковалкова А.М., Хизжникова В.В., Завалева Е.В., Мухортыкх В.А. Injuries and damage to large joints in underage athletes. Therapy with platelet-rich plasma. A clinical case. *Extreme Medicine*. 2025;27(4):542–549. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-323>

Funding: this work was conducted as part of State Task No. 124022800121-3, Research Project “PRP therapy for injuries and diseases of large joints in junior members of Russian Federation sports teams”; Theme Code: “PRP therapy for injuries”; Project Code: 83.002.24.800.

Compliance with ethical principles: the study was approved by the Local Ethics Committee of the Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents (Protocol No. 2 of 15.05.2025). Written voluntary informed consent for the publication of the clinical case description, anonymized medical information, and MRI data was obtained from the legal representative.

Potential conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

✉ Elena V. Zavaleva zavalevaev@kidsfmba.ru

Received: 5 Mar. 2025 **Revised:** 21 July 2025 **Accepted:** 1 Sept. 2025 **Online first:** 24 Oct. 2025

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с проводимой государственной политикой в настоящее время особое внимание уделяется развитию физической культуры и спорта, в том числе юношеского^{1,2}. В перечне поручений Президента Российской Федерации³ Федеральное медико-биологическое агентство выступает головной организацией по медицинскому обеспечению и медико-биологическому сопровождению спортсменов сборных команд Российской Федерации, что наряду со стратегическими национальными приоритетами страны в рамках научно-технологического развития формирует вектор на внедрение инновационных технологий в области спортивной медицины⁴.

В России около 24,3 млн детей систематически занимаются физической культурой, 3,2 млн — в спортивных центрах подготовки; в спорте высших достижений насчитывается порядка 17 тыс. детей. На спортивный травматизм в структуре детских (в возрасте 5–17 лет) повреждений приходится около 35,8% [1]. Лидирующую позицию (порядка 46% от всех повреждений крупных суставов) занимают травмы

коленных суставов. При этом травмы передней крестообразной связки (ПКС) по-прежнему широко распространены как среди профессиональных спортсменов, так и у детей и подростков и являются тяжелой патологией. Их доля составляет порядка 15–24%, а общий уровень травматизма мениска — 5,1 на 100 тыс. юниоров [2, 3]. Травмы верхних конечностей (плечевой, локтевой суставы) часто встречаются у спортсменов (в том числе детского возраста), работающих с поднятыми над головой руками. В 75% случаях они приводят к отстранению от занятий спортом [4], при этом только 5% требуют хирургического вмешательства [5].

Развитие физической культуры и спорта в России способствует росту количества профессиональных спортсменов, что сопряжено с повышением спортивного травматизма и требует внедрения новых терапевтических подходов, включая использование технологий регенеративной медицины, к которым относится и PRP-терапия — применение плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP).

Плазма, обогащенная тромбоцитами, будучи ортобиологическим препаратом и биологическим веществом собственного организма пациента, позволяет ускорить

¹ Распоряжение Правительства РФ от 24 ноября 2020 года № 3081-р «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <https://docs.cntd.ru/document/566430492>

² Постановление Правительства РФ от 30 сентября 2021 г. № 1661 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта». URL: <https://base.garant.ru/402891691/>

³ Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по развитию физической культуры и спорта от 29.11.2024 № Пр-2500. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/75738>

⁴ Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358>

процесс восстановления и содействовать регенерации, купированию болевого синдрома и сокращению реабилитационного периода, что является немаловажным аспектом при занятиях спортом высших достижений [6, 7]. Кроме того, PRP-терапия при соблюдении правил ее проведения — малоинвазивная методика с минимальным количеством осложнений [8]. Большое количество публикаций посвящено применению плазмы, обогащенной тромбоцитами, при заболеваниях суставов у взрослых при остеоартрозе и у профессиональных спортсменов старшей возрастной категории [9, 10], однако исследований по оценке эффективности PRP у несовершеннолетних спортсменов с травмами и повреждениями крупных суставов недостаточно.

В данной работе представлено клиническое наблюдение профессионального спортсмена с травмой коленного сустава с оценкой функциональных и клинических результатов применения PRP-терапии.

Приготовление плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP)

Травмы и повреждения различных сегментов конечностей, к сожалению, неотъемлемая часть большого спорта: «локоть теннисиста», «локоть гольфиста», повреждение ахиллова сухожилия и подошвенный фасциит, синдром вращательной манжеты плеча, энтезопатия приводящих мышц, «колено прыгуна» и «колено бегуна» — это лишь некоторые из заболеваний, при которых успешно применяется PRP [11].

PRP — это плазма крови человека с концентрацией в ней тромбоцитов, превышающей физиологический уровень. Тромбоциты — безъядерные цитоплазматические тельца, которые образуются путем фрагментации предшественников мегакариоцитов. Они циркулируют в крови, экспрессируя гликопротеины на своих клеточных мембранах, и играют ключевую роль в гемостазе и заживлении ран посредством образования фибриновых сгустков [12].

Рядом исследований показано, что количество тромбоцитов у здоровых людей изменяется в течение жизни. Норма тромбоцитов у взрослых обоих полов составляет $(150-400) \times 10^9/\text{л}$. У детей в процессе роста и развития уровень тромбоцитов меняется в зависимости от возраста. Так, у ребенка 1 месяца жизни уровень тромбоцитов составляет $(208-352) \times 10^9/\text{л}$, а в 11 лет — $(198-340) \times 10^9/\text{л}$ ⁵.

Обогащенную тромбоцитами плазму получают путем отделения тромбоцитов от остальных элементов крови, что достигается с помощью забора определенного количества крови пациента с последующим центрифугированием. Это позволяет получить плазму крови с высоким содержанием тромбоцитов (превышающим норму в 3–10 раз). Окончательная концентрация тромбоцитов может варьировать в зависимости от типа системы [13, 14].

В настоящее время достаточное количество научных работ посвящено рандомизированным клиническим исследованиям применения PRP-терапии при травмах и повреждениях опорно-двигательного аппарата [15, 16], в том числе у профессиональных спортсменов. Однако единой утвержденной методики

инъекций плазмы, обогащенной тромбоцитами, в России нет. С целью стандартизации подхода к применению PRP при травмах и повреждениях крупных суставов у юниоров в ФГБУ «ФНКЦ детей и подростков ФМБА России» утверждены две методики: открытая и закрытая (рис. 1).

При обработке с помощью закрытого цикла тромбоциты не подвергаются воздействию внешней среды после забора крови. Эта система предполагает использование коммерческого набора в сочетании в основном с дополнительным центрифугированием.

Существует много (более 40) протоколов и коммерческих систем для производства PRP; соответствующие данные представлены в таблице.

В работе T.R. Jildeh и соавт. представлены сравнительные характеристики методик приготовления PRP при помощи коммерческих систем. Технические характеристики, стоимость, время обработки и параметры центрифугирования различных доступных в продаже устройств для получения PRP значительно различаются. Врач сам определяет характеристики, которые лучше всего соответствуют его потребностям в PRP [17].

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Пациент А., 16 лет (2007 г. р.), профессиональный спортсмен по пляжному волейболу, наблюдался в травматологическом отделении ФНКЦ детей и подростков ФМБА России с диагнозом: S83.7 Травма нескольких структур коленного сустава. Частичное повреждение передней крестообразной связки левого коленного сустава. W09.3 Падение, связанное с оборудованием спортивной площадки для занятий спортом и спортивных соревнований.

Из анамнеза жизни известно, что ребенок от первой беременности, протекавшей физиологически, первых самостоятельных родов, масса тела при рождении 3450 г, длина тела 52 см, оценка по шкале Апгар 8–9 баллов. Грудное вскармливание проводилось до 10 месяцев. Психомоторное развитие на первом году жизни по возрасту. Перенесенные инфекционные заболевания: ОРВИ, ветряная оспа. Профилактические прививки проводятся согласно национальному календарю вакцинации. Оперативных вмешательств не было.

Из анамнеза заболевания известно, что в марте 2025 г. во время одной из тренировок получил травму левого коленного сустава при падении. Учитывая полученную травму, выраженный болевой синдром, амбулаторно по месту жительства была выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) поврежденного сустава: МР-признаки изолированного повреждения ПКС левого коленного сустава (рис. 2А).

На вторые сутки после полученной травмы ребенок был осмотрен врачом — травматологом-ортопедом ФГБУ «ФНКЦ детей и подростков ФМБА России». *Status localis*: умеренно выраженный отек области левого коленного сустава, симптом баллотирования надколенника положительный, сгибание в суставе ограничено до 90°, обусловленное болевым синдромом. Провокационные тесты (тест Лахмана и переднего выдвигающего ящика (ПВЯ)) на данном этапе провести

⁵ Норма тромбоцитов в крови. URL: <https://wer.ru/articles/norma-trombotsitov-v-krovi/> (дата обращения: 27.05.2025).



Рисунок подготовлен авторами по данным [8]

Рис. 1. Методики применения PRP при травмах и повреждениях крупных суставов у несовершеннолетних спортсменов

не удалось из-за выраженного болевого синдрома. Оценка по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), предусматривающей измерение интенсивности боли по 10-балльной шкале, где 0 баллов — отсутствие боли, 10 баллов — максимально выраженный болевой синдром, составила 5 баллов. На основании данных анамнеза заболевания, жалоб, данных объективного осмотра, результатов обследования выставлен диагноз: изолированное повреждение передней крестообразной связки левого коленного сустава.

Тактика ведения и лечения. С целью уменьшения болевого синдрома и стимуляции регенерации поврежденных тканей пациенту была выбрана стратегия консервативного лечения: иммобилизация коленного сустава (тутор в течение 2 недель); местное лечение: гель Троксерутин (в течение 2 недель), холод (3 дня); использование шарнирного ортеза с постепенным увеличением угла сгибания на 15–30° каждые 3 дня; исключение бега и прыжков; курс PRP-терапии (3 инъекции с интервалом в 7 дней) и контрольная МРТ через 6 месяцев после проведенного курса PRP-терапии.

PRP-терапия. В соответствии с разработанным и внедренным на базе ФГБУ «ФНКЦ детей и подростков ФМБА России» протоколом по отбору кандидатов для проведения PRP-терапии с целью своевременного выявления признаков системного воспаления и других состояний, при которых проведение данной терапии было бы противопоказано, перед началом курса PRP пациент был оценен по критериям включения, в том числе: результатам общеклинического

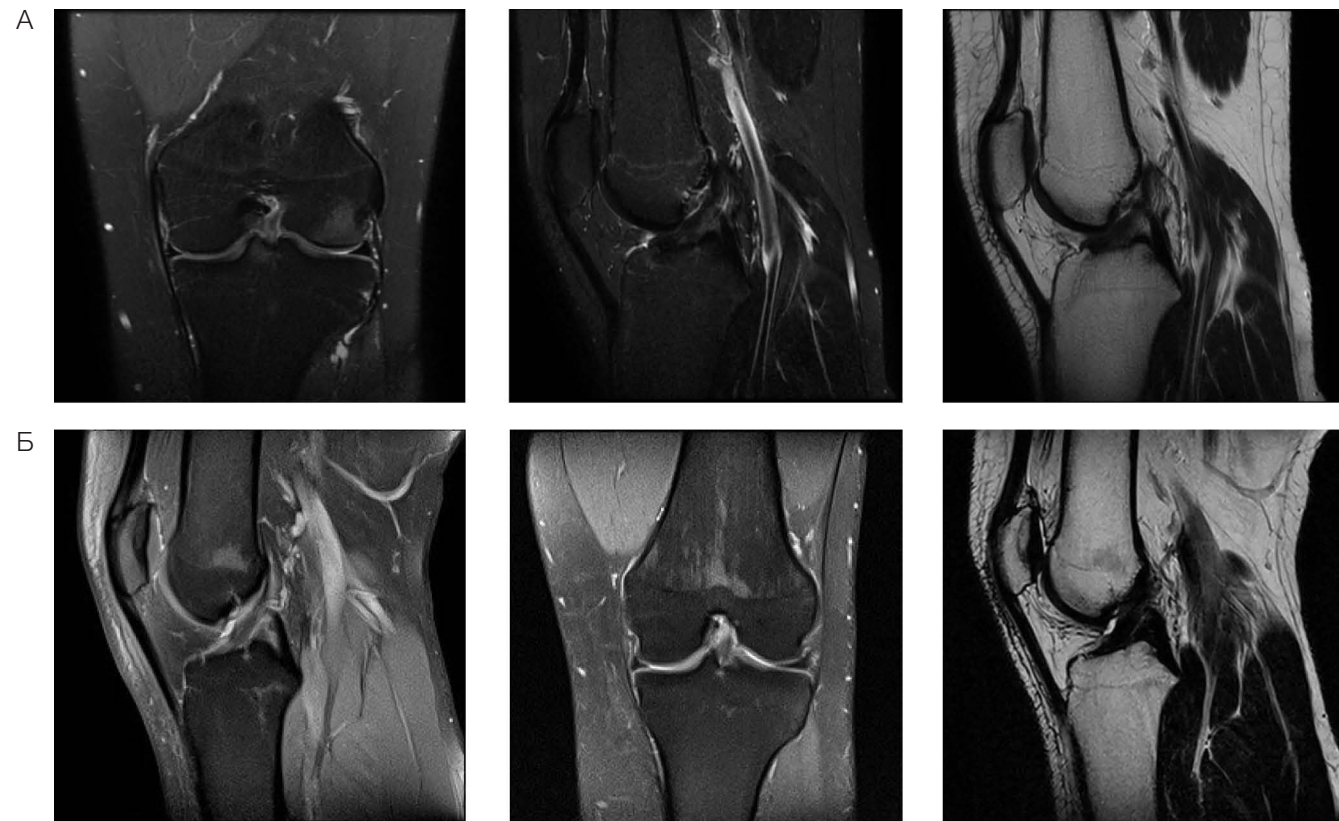
анализа крови (ОАК) и уровня воспалительных маркеров (С-реактивный белок, СРБ). Кроме того, с целью исключения возможных противопоказаний к манипуляции (в том числе наличие острого воспалительного процесса, тромбоцитопении) перед каждой инъекцией выполнялась оценка ОАК. Учитывая нормальные значения лабораторных показателей и отсутствие отклонений по другим критериям включения, спортсмену проведен курс PRP-терапии, состоящий из трех инъекций с интервалом в 7 дней.

Для получения обогащенной тромбоцитами плазмы была выбрана закрытая методика с применением системы двойного шприца: из медиальной локтевой вены производили забор 15 мл цельной крови в пробирку Arthrex, которую центрифугировали на 1500 об/мин в течение 5 мин на центрифуге Rotofix 32A. После разделения компонентов крови сформированный слой плазмы, обогащенный тромбоцитами (около 5,0 мл), переносили из наружного шприца во внутренний. Часть полученного материала (около 1,0 мл) была направлена в клиничко-диагностическую лабораторию для определения концентрации тромбоцитов, где было отмечено двукратное увеличение количества тромбоцитов по сравнению с исходным уровнем. Инъекции PRP вводили чрескожно, под контролем системы ультразвуковой визуализации. Процедура проводилась в асептических условиях после обработки места инъекции кожным антисептиком в положении пациента лежа на спине, сгибая колено под углом 90°; инъекцию выполняли в полость коленного сустава латеральным

Таблица. Методы обработки плазмы, обогащенной тромбоцитами, в местах оказания медицинской помощи

Наименование коммерческого набора	Заявленное увеличение тромбоцитов (раз)	Кратность увеличения тромбоцитов (раз)	Время центрифу- гирования (мин)	Основные преимущества	Недостатки
ProofPoint	Нет данных	5,2	49	Более чем в 4 раза увеличение количества тромбоцитов в плазме	Перенос при помощи шприца, открытая система; 2 этапа центрифугирования
AcCELLerated	4	5,2	18	Более чем в 4 раза увеличение количества тромбоцитов в плазме	Нет
Arthrex	2–3	4,2	15	Сокращение времени обработки; более чем в 4 раза увеличение количества тромбоцитов в плазме	Непостоянное увеличение количества тромбоцитов
Celling	Нет данных	2,7	29	Удобство использования	Непостоянное увеличение количества тромбоцитов
Terumo	3,62	4,1	24	Более чем в 4 раза увеличение количества тромбоцитов в плазме	Изменчивость результатов

Таблица подготовлена авторами по данным [17]



Снимок предоставлен авторами

Рис. 2. Магнитно-резонансная томография левого коленного сустава: А — после травмы; Б — после лечения

доступом. PRP-терапию пациент перенес удовлетворительно, патологических реакций на введение не отмечалось.

Результаты терапии. После проведенного курса PRP-терапии ребенок отметил улучшение функции коленного сустава в виде снижения болевого синдрома (ВАШ — 3 балла), улучшения функции сгибания, снижения явлений дискомфорта в левом коленном суставе при выполнении физических упражнений.

На контрольном осмотре через 6 недель: отек области коленного сустава регрессировал полностью, сгибание в суставе восстановлено в полном объеме, отсутствие болевого синдрома (ВАШ — 1 балл). Отмечается небольшая хромота при опоре на травмированную конечность. Провокационные тесты (тест Лахмана и ПВЯ) сомнительные, однако признаков выраженной нестабильности не выявлено. Что немаловажно для спортсмена, отмечено постепенное возвращение к прежней спортивной нагрузке, в том числе к занятиям бегом и езде на велосипеде. Через 5 месяцев после травмы пациент смог приступить к занятиям в тренажерном зале (жим ногами вес 120 кг).

Контрольный осмотр через 6 месяцев после травмы: пациент ходит самостоятельно, уверенно, без хромоты. Отек области левого коленного сустава отсутствует, надколенник по средней линии. Симптом баллотирования отрицательный, тесты Лахмана и ПВЯ отрицательные, симметричные с обеих сторон. Субъективных и объективных признаков нестабильности коленного сустава не определяется, ВАШ — 0 баллов. По данным проведенной контрольной МРТ: восстановление структуры передней крестообразной связки (рис. 2Б).

Таким образом, на данном клиническом случае продемонстрирована эффективность, безопасность и хорошая переносимость применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, при травме ПКС у несовершеннолетнего профессионального спортсмена. При этом положительный результат отмечен как клинически, что выражается в регрессе болевого синдрома, оцениваемого по ВАШ, восстановлении функции сустава, положительной динамике провокационных тестов (тест Лахмана и ПВЯ), так и по данным визуализации в виде восстановления анатомической целостности связки, что подчеркивает важность индивидуального подхода к выбору тактики лечения пациентов, в частности спортсменов с травмами и повреждениями крупных суставов. Полученные результаты согласуются с современными данными литературы, указывающими на перспективность терапевтических подходов в ортопедии и спортивной медицине с использованием технологий регенеративной медицины.

ОБСУЖДЕНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Повреждение передней крестообразной связки по-прежнему является распространенной и тяжелой травмой среди профессиональных спортсменов и любителей спорта [2]. Из-за высокой степени вовлеченности ПКС в подвижность и стабильность колена ее травмы и повреждения представляют особый интерес

для специалистов в области спортивной медицины ввиду необходимости снижения реабилитационного периода, вероятности долгосрочных осложнений, скорейшего восстановления и возвращения спортсменов в спорт высшего мастерства. В данном контексте особое место в ортопедической области занимают технологии регенеративной медицины, в том числе применения плазмы, обогащенной тромбоцитами. Большое количество публикаций посвящено применению PRP-терапии, показывающей положительные результаты в виде купирования болевого синдрома, стимулирования регенерации тканей и ускорения процессов заживления у пациентов с травмами опорно-двигательного аппарата [18]. PRP-терапия является малоинвазивным методом, который может применяться как в качестве монотерапии, так и в комплексе с консервативным лечением. Для верной оценки эффективности применения PRP необходимо комплексное и динамическое клинико-инструментальное обследование. Тщательный сбор анамнеза, оценка болевого синдрома и физикального исследования позволяют определить наиболее целесообразные инструментальные методы диагностики. Некоторые исследования при повреждениях связочного аппарата коленного сустава у детей отдают приоритет в диагностике магнитно-резонансной томографии [19].

Действительно, МРТ широко используется для оценки травм колена, однако точность МРТ при повреждениях различных структур коленного сустава остается неизвестной. Между тем при травмах ПКС доказана высокая чувствительность вышеуказанного метода — 90,4% [20].

В приведенном клиническом примере применение PRP при травме ПКС у несовершеннолетнего профессионального спортсмена показало хорошие результаты как в части купирования болевого синдрома, так и в восстановлении функциональных способностей поврежденной конечности. Необходимо отметить, что данный метод является безопасным при соблюдении требований к его проведению (асептика, антисептика, ультразвуковой контроль и др.), малозатратным благодаря использованию собственной плазмы пациента и приносящим быстрый результат. Применение закрытого цикла при проведении PRP позволило минимизировать возможные риски, а также сократить использование расходных материалов и время на перенос PRP между пробирками, что сказывается на экономической составляющей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены стандартизированные методики PRP-терапии при травмах и повреждениях крупных суставов у несовершеннолетних спортсменов. Проведена оценка эффективности применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, при повреждении ПКС у профессионального спортсмена, занимающегося пляжным волейболом. Теоретически обоснован комплекс триггерных точек, на основании которых целесообразно отслеживать динамику изменений при проведении PRP-терапии при травмах ПКС, а именно: клинической картины, включая оценку болевого синдрома по ВАШ,

данных физикального обследования, результатов специфических функциональных тестов — теста Лахмана и ПВЯ, а также МРТ-диагностики. Представленный клинический случай показал эффективность применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, с положительной динамикой по результатам обследования методами лучевой диагностики вплоть до полного восстановления структуры передней крестообразной связки в течение 6 месяцев.

Учитывая имеющийся отечественный и международный опыт применения PRP при заболеваниях

и травмах крупных суставов у старшей когорты населения, а также полученные результаты в рамках рассмотренного клинического случая, перспективным является продолжение применения PRP у несовершеннолетних спортсменов с травмами и повреждениями крупных суставов с последующей оценкой эффективности предложенного метода относительно локализации, вида поврежденной ткани и срока давности травмы, а также реабилитационного периода с фиксацией динамики клинических и функциональных изменений.

Литература / References

1. Рябов ВП, Нуруллин ИФ, Курмаев ЗФ, Сунгатуллин РИ, Белов АМ *Профессиональные травмы и заболевания у спортсменов*. Казань: Казанский федеральный университет; 2017.
Rjabov VP, Nurullin IF, Kurmaev ZF, Sungatullin RI, Belov AM *Professional injuries and diseases in athletes*. Kazan: Kazan Federal University; 2017 (In Russ.).
2. Campbell CJ, Carson JD, Diaconescu ED, Celebrini R, Rizzardo MR, Godbout V, et al. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine position statement: Neuromuscular training programs can decrease anterior cruciate ligament injuries in youth soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2014;24:263–7.
<https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000068>
3. Mitchell J, Graham W, Best TM, Collins C, Currie DW, Comstock RD, et al. Epidemiology of meniscal injuries in US high school athletes between 2007 and 2013. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2016;24:715–22.
<https://doi.org/10.1007/s00167-015-3814-2>
4. McFarland EG, Wasik M. Epidemiology of collegiate baseball injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 1998;8(1):10–3.
<https://doi.org/10.1097/00042752-199801000-00003>
5. Fleisig GS, Andrews JR, Cutter GR, Weber A, Loftice J, McMichael C, et al. Risk of serious injury for young baseball pitchers: a 10-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011;39:253–7.
<https://doi.org/10.1177/0363546510384224>
6. Bray CC, Walker CM, Spence DD. Orthobiologics in pediatric sports medicine. *Orthopedic Clinics of North America*. 2017;48(3):333–42.
<https://doi.org/10.1016/j.ocl.2017.03.006>
7. Godek P. High-volume PRP therapy. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*. 2022;24(1):43–60.
<https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.7806>
8. Маланин ДА, Трегубов АС, Демещенко МВ, Черезов ЛЛ. *PRP-терапия при остеоартрите крупных суставов*. Волгоград: Издательство ВолГМУ; 2018.
Malanin DA, Tregubov AS, Demeshenko MV, Cherezov LL. *PRP-therapy for osteoarthritis of large joints*. Volgograd: VolgGMU Publishing House; 2018 (In Russ.).
9. Xiong Y, Gong C, Peng X, Liu X, Su X, Tao X, et al. Efficacy and safety of platelet-rich plasma injections for the treatment of osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Medicine*. 2023;10:1204144.
<https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1204144>
10. Pontes de Macedo A, Santos Duarte Lana JF, Pedrozo CM, Corrêa Bottene I, De Medeiros JRM, Da Silva LQ. The regenerative medicine potential of PRP in elite athlete injuries. *Fortune Journal of Rheumatology*. 2020;2:16–26.
<https://doi.org/10.26502/fjr.26880014>
11. Ficek K, Kamiński T, Wach E, Cholewiński J, Cięszczyk P. Application of platelet-rich plasma in sports medicine. *Journal of Human Kinetics*. 2011;30:85–97.
12. Herdea A, Struta A, Derihaci R, Ulici A, Costache A, Furtunescu F, et al. Efficiency of platelet-rich plasma therapy for healing sports injuries in young athletes. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2022;23(3):1–6.
<https://doi.org/10.3892/etm.2022.11139>
13. Foster TE, Puskas BL, Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Rodeo SA. Platelet-rich plasma from basic science to clinical applications. *The American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(11):2259–72.
<https://doi.org/10.1177/036354650934992>
14. Medina-Porqueres I, Martin-Garcia P, Sanz-De-Diego S, Gomez-Caceres A, Moya-Torrecilla F, Reyes-Eldblom M, et al. Clinical and functional outcome of meniscal injuries treated with platelet-rich plasma: a single-center case series. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(12):7118.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19127118>
15. Zayni R, Thaunat M, Fayard JM, Hager JP, Carrillon Y, Clechet J, et al. Platelet-rich plasma as a treatment for chronic patellar tendinopathy: comparison of a single versus two consecutive injections. *Muscles, Ligaments Tendons Journal*. 2015;5(2):92–8.
16. Charoussat C, Zaoui A, Bellaiche L, Bouyer B. Are multiple platelet-rich plasma injections useful for treatment of chronic patellar tendinopathy in athletes? A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2014;42(4):906–11.
<https://doi.org/10.1177/0363546513519964>
17. Jildeh TR, Su CA, Vopat ML, Brown JR, Huard J. A review of commercially available point-of-care devices to concentrate platelet-rich plasma. *Cureus*. 2022;14(8):e28498.
<https://doi.org/10.7759/cureus.28498>
18. Zhang JY, Fabricant PD, Ishmael CR, Wang JC, Petrigliano FA, Jones KJ. Utilization of platelet-rich plasma for musculoskeletal injuries: an analysis of current treatment trends in the United States. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2016;4(12):2325967116676241.
<https://doi.org/10.1177/2325967116676241>
19. Askenberger M, Arendt EA, Ekström W, Voss U, Finnbogason T, Janarv PM. Medial patellofemoral ligament injuries in children with first-time lateral patellar dislocations: a magnetic resonance imaging and arthroscopic study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(1):152–8.
<https://doi.org/10.1177/0363546515611661>
20. Li X, Hou Q, Zhan X, Chang L, Ma X, Yuan H. The accuracy of MRI in diagnosing and classifying acute traumatic multiple ligament knee injuries. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23:43.
<https://doi.org/10.1186/s12891-021-04976-1>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: И.В. Зябкин — концептуализация, разработка методологии исследования; И.В. Панкратов — руководство и координирование исследованием; А.М. Ковалькова — создание черновика рукописи; В.В. Хижникова — редактирование рукописи; Е.В. Завалева — администрирование проекта; В.А. Мухортых — администрирование данных.

ОБ АВТОРАХ

Зябкин Илья Владимирович, д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-9717-5872>

zyabkin@kidsfmbs.ru

Панкратов Иван Владимирович

<https://orcid.org/0009-0007-6665-6394>

pankratoviv@kidsfmbs.ru

Ковалькова Александра Маратовна

<https://orcid.org/0009-0000-6070-0947>

gimadeeva.alexandra@yandex.ru

Хижникова Виктория Валерьевна

<https://orcid.org/0009-0009-6101-7299>

adm@kidsfmbs.ru

Завалева Елена Валентиновна, канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-5305-9394>

zavalevaev@kidsfmbs.ru

Мухортых Валерий Алексеевич, канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-8549-9493>

valera-89@yandex.ru