

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

УДК 591.111.1

Сибирская Е.В.^{1,2,3}, Шарков С.М.^{4,5}, Никифорова П.О.^{1,3}, Манцева А.В.⁶, Манцев А.О.¹

Плазма, обогащённая тромбоцитами: опыт применения в педиатрической практике

¹ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский Университет), 117513, Москва, Россия;

²РДКБ — филиал ФГАОУ «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский Университет), 119571, Москва, Россия;

³ФГБОУ ВО «Российский университет медицины», 109263, Москва, Россия;

⁴ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия;

⁵ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» Департамента здравоохранения г. Москвы, 119049, Москва, Россия;

⁶ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», 117198, Москва, Россия

Резюме

С развитием биомедицинских технологий появляются новые перспективные методы лечения. В области регенеративной медицины такую технологию представляет PRP-терапия (platelet rich plasma) — инновационная технология лечения суставов, мышц и сухожилий, при которой в поражённую область вводится аутологичная, обогащённая тромбоцитами плазма (аутоплазма), выделяемая из крови больного. Принцип лечения основан на доставке в поражённую область естественных факторов, принимающих участие в восстановительных процессах. **Цель** обзора: определить спектр использования PRP-терапии в педиатрической практике. Нами осуществлён поиск литературы по теме в базах данных: PubMed, Embase, Cochrane Library, Google, eLIBRARY.RU, глубина поиска составила 10 лет. Высокие ожидания PRP-терапия обусловлены её способностью стимулировать естественные восстановительные процессы и ускорять регенерацию тканей на клеточном уровне. Эта методика за счёт своих анальгезирующих свойств применяется не только в хирургической практике в постоперационном периоде, но и в других смежных направлениях. Однако все передовые технологии требуют тщательного изучения и накопления данных с последующей реализацией в клинических условиях, что в данном случае не является исключением. Поэтому научно-практическое освоение данного направления сейчас очень актуально. Главные препятствия на пути повсеместного применения PRP-терапии — недостаточный объём данных и его инертный анализ. При условии, что применение данной технологии будет активно проводиться на различных уровнях и в достаточном объёме, в обозримом будущем мы будем широко использовать эту перспективную методику лечения.

Ключевые слова: обзор; PRP; педиатрия; ортобиология; детская хирургия; травматология; комбустиология; ортодонтия; дерматология; эндокринология; гематология

Для цитирования: Сибирская Е.В., Шарков С.М., Никифорова П.О., Манцева А.В., Манцев А.О. Плазма, обогащённая тромбоцитами: опыт применения в педиатрической практике. *Российский педиатрический журнал*. 2025; 28(2): 127–133. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2025-28-2-127-133> <https://elibrary.ru/gwwsob>

Для корреспонденции: Никифорова Полина Олеговна, аспирант, каф. акушерства и гинекологии им. акад. Г.М. Савельевой ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский Университет); врач акушер-гинеколог гинекологического отделения РДКБ ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова», pol_nikiforova@mail.ru

Участие авторов: Сибирская Е.В. — разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование статьи; Никифорова П.О. — анализ результатов, научное редактирование статьи; Манцева А.В. — написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных; Манцев А.О. — написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных; Шарков С.М. — научное редактирование статьи. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 25.12.2024
Принята к печати 18.03.2025
Опубликована 29.04.2025

Elena V. Sibirskaya^{1,2,3}, Sergey M. Sharkov^{4,5}, Polina O. Nikiforova^{1,3}, Alexandra V. Mantseva⁶, Aleksandr O. Mantsev¹

Platelets-enriched plasma: experience of application in pediatric practice

¹Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, 117513, Russian Federation;

²Russian Children Clinical Hospital — branch of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, 119571, Russian Federation;

³Russian University of Medicine, Moscow, 109263, Russian Federation;

⁴Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, 119991, Russian Federation;

⁵Morozovskaya Children's Municipal Clinical Hospital, Moscow, 119049, Russian Federation;

⁶Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, 117198, Russian Federation

Summary

With the development of biomedical technologies, new promising treatment methods are emerging. In the field of regenerative medicine, such technology is represented by therapy with Platelet Rich Plasma (PRP), an innovative technology for the treatment of joints, muscles, and tendons, in which autologous platelets-rich plasma (autoplasm) is injected into the affected area, isolated from the patient's blood. The principle of treatment is based on the delivery of natural factors involved in the recovery processes to

the affected area. **The aim** of the review is to determine the range of the use of PRP therapy in pediatric practice. We conducted a literature search in the following databases: PubMed, Embase, Cochrane Library, Google. This review includes studies from 2019 to 2024. PRP therapy has earned high expectations for its ability to stimulate natural regeneration processes and accelerate tissue regeneration at the cellular level. Due to its analgesic properties, this technique is used not only in surgical practice during the postoperative period, but also in other related areas. However, all advanced technologies require careful study and accumulation of data with subsequent introduction into a clinical setting, which in this case is no exception. Therefore, the scientific and practical development of this area is very relevant now. The main obstacles to the widespread use of PRP therapy are the insufficient amount of data and its inert analysis. Provided that the analysis of this technology is actively carried out at various levels and in sufficient volume, we will make extensive use of this promising treatment technique in the foreseeable future.

Keywords: review; PRP; pediatrics; orthobiology; pediatric surgery; traumatology; combustiology; orthodontics; dermatology; endocrinology; hematology

For citation: Sibirskaya E.V., Sharkov S.M., Nikiforova P.O., Mantseva A.V., Mantsev A.O. Platelets-enriched plasma: experience of application in pediatric practice. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2025; 28(2): 127–133 (in Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2025-28-2-127-133> <https://elibrary.ru/gwwsob>

For correspondence: Polina O. Nikiforova, doctor of the gynecological department of the Russian Children Clinical Hospital of the “Pirogov Russian National Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, 117513, Russian Federation; obstetrician-gynecologist of the gynecological department of the RDKB "Pirogov Russian National Research Medical University", Moscow, 109263, Russian Federation, pol_nikiforova@mail.ru

Contribution: Sibirskaya E.V. — development of the concept and design of the study; Nikiforova P.O. — analysis of results, editing the text; Mantseva A.V. — writing the text, reviewing publications on the topic of the article, analyzing the obtained data; Mantsev A.O. — writing the text, reviewing publications on the topic of the article; Sharkov S.M. — editing the text. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Information about the authors:

Sibirskaya E.V., <https://orcid.org/0000-0002-4540-6341>

Sharkov S.M., <https://orcid.org/0000-0001-8579-2227>

Nikiforova P.O., <https://orcid.org/0000-0001-5046-9016>

Mantseva A.V., <https://orcid.org/0009-0008-2091-7525>

Mantsev A.O., <https://orcid.org/0009-0005-6824-9448>

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: December 25, 2024

Accepted: March 18, 2025

Published: April 29, 2025

Введение

Одной из инновационных и прогрессивных областей биомедицинских технологий является отрасль регенеративной медицины ортобиология, основные цели которой — стимулирование роста новых тканей, сохранение существующих тканей, улучшение их функций и уменьшение боли. Эта область биомедицины использует новейший подход, направленный на изучение клинических и биологических эффектов, продуктивность и безопасность биомедицинских клеточных продуктов и методов терапии, направленных на восстановление повреждённых тканей и органов опорно-двигательного аппарата (связок, сухожилий, костной, хрящевой и других соединительных тканей), на основе их имитации трансплантатами и биоматериалами, стимуляцию естественных восстановительных процессов и ускорение их регенерации. В рамках ортобиологии применяются аутологичные препараты, обладающие биологической активностью и позволяющие ускорить регенерацию клеток и тканей. Среди ортобиологических продуктов самыми применимыми являются плазма, обогащённая тромбоцитами (platelet rich plasma, PRP), и концентрат аспирата костного мозга [1]. PRP-терапия предлагает индивидуальный и эффективный подход к восстановлению тканей в различных медицинских отраслях, является перспективным методом лечения в регенеративной медицине [2–8]. PRP, извлечённая из собственной крови пациента (аутологичная) или из донорской крови (гетерологичная), представляет собой концентрированную форму PRP,

факторы роста, цитокины и другие биоактивные молекулы, необходимые для стимуляции регенерации тканей и улучшения заживления ран. Это обусловлено высокими концентрациями цитокинов и факторов роста, поступающих непосредственно к месту повреждения, что ускоряет процесс заживления, способствуя ангиогенезу, синтезу коллагена, уменьшая воспаление и улучшая восстановление тканей, тем самым восстанавливая функцию и облегчая боль [2, 8]. Заживление ран и уход за ними требует инновационных подходов в минимизации осложнений и ускорении регенерации. PRP-терапия даёт возможность реализовать эти критически важные аспекты [7]. Несмотря на то что PRP-терапия становится всё более востребованной, патофизиология PRP-технологии изучена недостаточно. PRP имеет недостаточную стандартизацию методов подготовки и различное качество используемого материала [9].

PRP — это препарат, содержащий тромбоцитарную массу и связанные с ними факторы роста, полученную из крови самого больного, минимальное содержание которой в 2–3 выше нормы [2, 9]. Концепция PRP-терапии возникла в области гематологии для лечения больных с тромбоцитопенией. В 1990-х гг. PRP начали использовать в хирургических процедурах, таких как пластические операции и челюстно-лицевая хирургия [9, 10]. Первоначально термин PRP относился к тромбоцитарному концентрату, используемому в трансфузиологии, где он применяется и по сей день. Изначальной функцией PRP-терапии была полимеризация фибрина и улучшение герметизации ткани [10].

PRP рекомендуется готовить с использованием полипропиленовых пробирок с гемоконсервантом ACD-A или 3,8% натрия цитратом в режимах двойного центрифугирования со скоростью 250g и 400g по 15 мин [1]. Базовый технологический процесс приготовления препарата PRP проходит в два этапа. Его базой служит двойное дифференцированное центрифугирование. На первом этапе центрифугирования главная цель заключается в отделении эритроцитов от основного объема крови с помощью постоянного ускорения, при этом верхний слой крови должен состоять в основном из тромбоцитов [9]. Небольшой промежуточный слой представляет собой тонкую лейкоцитарную плёнку, богатую белыми кровяными клетками. Нижний слой состоит только из эритроцитов. При приготовлении чистого препарата PRP необходимо отделить от общего объема крови весь верхний слой и незначительную часть лейкоцитарного слоя. При приготовлении исключительно PRP, обогащённой лейкоцитами, лейкоцитарную плёнку используют вместе с малой частью нижнего эритроцитарного слоя [9]. Затем выполняется второй этап центрифугирования для формирования эритроцитов-тромбоцитов на дне пробирки. Проводится послойное разделение плазмы на два слоя: верхний — плазма с низким содержанием тромбоцитов, нижний — с высоким. Затем верхний слой удаляется, оставляются только эритроциты-тромбоциты, которые находятся в нижнем слое. Их называют «мягкими гранулами», которые гомогенизируются в плазме, что приводит к появлению конечного продукта с высоким содержанием тромбоцитов [9].

Опубликовано несколько классификаций PRP [11]. В настоящее время ортобиологические приложения классифицируют PRP на 3 группы: чистый фибрин, богатый тромбоцитами; PRP, богатая лейкоцитами; PRP, бедная лейкоцитами [3, 5, 12, 13]. Продукты PRP, богатой лейкоцитами, могут вносить значимый вклад в иммунную модуляцию, восстановление и регенерацию тканей, влияя на биологию тканей и хронических повреждений через иммунные и защитные механизмы хозяина [5].

Анализ эффектов препаратов PRP на регенеративные механизмы и восстановление в послеоперационном периоде выявил уменьшение частоты инфекционного процесса и снижение чувства дискомфорта. В связи с этим предполагается наличие противовоспалительных, бактерицидных и бактериостатических свойств этой методики [5, 7, 14, 15]. В настоящее время PRP используется как эффективное средство содействия заживлению ран и регенерации тканей. Благодаря своей ценности в биостимуляции и ускорении заживления этот материал имеет различное применение во многих хирургических специальностях [16, 17].

Применение плазмы, обогащённой тромбоцитами

Абсолютные противопоказания к использованию аутологичной PRP связаны с заболеваниями крови (синдром дисфункции тромбоцитов, критическая тромбоцитопения) и сепсисом. Однако в данных случаях можно использовать PRP, полученную из гетерологичной крови [2].

Торакальная хирургия. Показано инновационное использование плазменно-фибринового клея с высоким содержанием тромбоцитов (PRP-FG) для лечения хило-

торакса у детей после кавопультмональных соединений. PRP-FG вводили через дренажную трубку в плевральную полость, определяя эффект как объём выпота менее 50 мл/день через 2 дня. Если выпот продолжался через 1 нед, инъекцию PRP-FG повторяли с тем же объёмом. Основываясь на этих данных, хотя выборка была небольшой, авторы пришли к выводу о том, что лечение хилоторакса с помощью PRP-FG безопасно и осуществимо. Они достигли высокого положительного результата, достигнув показателя успешного лечения 92% [2, 18]. PRP из аутологичной крови использовали для профилактики послеоперационных рецидивов у больных, перенёсших операцию по поводу спонтанного пневмоторакса. Сравнивая две группы, авторы показали, что частота рецидивов была значительно ниже у больных, получавших PRP [2, 19].

Абдоминальная хирургия. PRP эффективно использовали в сочетании с вакуумным закрытием гастрошизи — врождённого порока развития передней брюшной стенки у новорождённого с дефектом преимущественно справа от нормально сформированной пуповины и эквентрацией органов брюшной полости [20, 21]. Документировано также применение PRP у младенца с энтерокожным свищем при атрезии пищевода типа А (классификация Гросса). В возрасте 7 мес больному была проведена операция по замене пищевода толстокишечным сегментом. На 14-й послеоперационный день над проксимальным участком эзофагоколопластики сформировался эзофагокожный свищ, что вызвало чрезмерное подтекание слюны. Было принято решение о назначении PRP из пуповинной крови. PRP применялась 4 раза каждые 4 дня. Это лечение привело к полному закрытию свища после 3-го применения и улучшило качество рубца [2].

Колопроктология. PRP-G применяли в качестве вспомогательного средства для улучшения заживления ран после операции на пилонидальном синусе [2]. Пилонидальная киста копчика или пилонидальный синус — распространённое гнойно-воспалительное заболевание крестцово-копчиковой области [22]. Пилонидальная киста копчика встречается в 4–5 раз чаще у больных мужского пола, соотношение частоты заболевания у мужчин и женщин составляет 4 : 1, это больные преимущественно молодого возраста от 16 до 25 лет, с преобладанием интенсивного роста волосяного покрова в межъягодичной борозде [23].

Урология. PRP может быть полезным способом закрытия уретропластики, особенно в случаях повторного выполнения операции без подходящих размеров крайней плоти, при гипоспадии, в случаях с увечьями и в случаях, когда влагалищная оболочка больше недоступна из-за предыдущей операции на яичке [2]. Для уменьшения частоты осложнений при формировании неоуретры предложено использовать защитные лоскуты для укрытия анастомоза. Однако в некоторых ситуациях хирурги сталкивались с проблемой дефицита аутологичных тканей, в связи с чем предложено использовать PRP-мембраны. PRP-мембрана изготавливалась определённым образом: аутоплазма, полученная методом двойного центрифугирования, инкубировалась 3 мин при 37°C с хлоратом кальция до получения ярко-красного сгустка, который уплотнялся между двумя хирургическими тампонами до получения мягкой устойчивой мембраны.

При использовании PRP-мембраны выявлено значимое уменьшение частоты раневой инфекции, других послеоперационных осложнений не обнаружено [24].

Челюстно-лицевая хирургия. PRP как безопасное и экономически эффективное средство хранения факторов роста способствует улучшению остеогенеза при трансплантации альвеолярной кости у больных с расщелиной губы и нёба. Определены благоприятные соотношения регенерации кости и альвеолярной расщелины в случаях использования PRP, что указывает на её потенциал при трансплантации [7].

Сердечно-сосудистая хирургия. Методика лечения PRP также нашла своё применение в кардиохирургии, с приложениями, охватывающими стернотомию, необходимые открытые операции на сердце, процедуры врождённых пороков сердца и сценарии после сердечно-лёгочного шунтирования [7].

Оториноларингология. Всё большее значение приобретает использование PRP после тонзилэктомии в случаях рецидивирующего тонзиллита. Эта операция часто связана с сильной болью, которая может задерживать выписку больного и повлиять на его способность вернуться к повседневной деятельности вместе с 2–4% риском кровотечения [25, 26]. В таких случаях PRP рассматривается как потенциальная адъювантная терапия, улучшающая заживление хирургических ран [25, 26]. PRP, нанесённая сразу после тонзилэктомии на ложе миндалин, ускоряет процесс заживления и уменьшает послеоперационную боль, а также играет роль в снижении частоты кровотечения [16].

Травматология. PRP применяется в детской травматологии, включая лечение остеохондральных дефектов, ювенильного идиопатического артрита, травмы связок и тендинита. Считается, что факторы роста и цитокины, присутствующие в PRP, способствуют восстановлению и регенерации тканей, существенно помогая процессу заживления этих травм [2, 16]. Несмотря на доказанную эффективность использования PRP для симуляции репаративного остеогенеза, её применение до сих пор не нашло распространения при лечении рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости (РОМБК) у детей. Опыт применения PRP представлен рядом единичных клинических случаев [1].

Антеградные остеоперфорации проводили под контролем артроскопии и рентгеноскопии через мыщелок бедренной кости без повреждения суставного хряща спицами 1,6 мм в 3–4 рассверливания, а затем однократно сверлом диаметром 4,5 мм с последующим введением через сформированный канал 2–3 мл раствора PRP с последующей экспозицией в течение 5 мин. Во всех случаях PRP приготавливали путём двукратного центрифугирования 40 мл венозной крови больного по методике низкооборотного центрифугирования [1]. Разработанная методика антеградных остеоперфораций с введением PRP внутрь очага РОМБК позволяет сократить сроки лечения в 1,8 раза по сравнению со стандартной методикой трансохондральных остеоперфораций и приводит к скорому возврату больного к полноценной физической активности [1]. Фиксация остеохондрального фрагмента с внутрисуставной биостимуляцией PRP в равной степени позволяет сократить срок заживления очага РОМБК на магнитно-резонансной томографии до 6 мес за счёт

стабильности фиксированного фрагмента, возврат к полной активности сокращался до 8 мес по сравнению с традиционной методикой [1]. При использовании PRP для лечения несрастающихся переломов действие PRP считалось успешным при достижении костного сращения в месте перелома в течение 11 мес после травмы. Кроме того, PRP улучшает заживление несращений переломов при сочетании с другими формами лечения, такими как применение аутологичного костного трансплантата, мезенхимальных стволовых клеток и внутренижней фиксации [27].

Комбустиология. Травмы, полученные при ожогах, часто требуют сложных хирургических вмешательств из-за обширных ран [7, 28]. В комбустиологии прорыв в лечении ожоговых ран произошёл благодаря применению PRP-терапии [7, 11, 29, 31].

PRP положительно влияет на заживление ран в сравнении со стандартной перевязочной терапией. Сопоставление расщеплённой кожной пластинки с использованием PRP позволило уменьшить время рубцевания и ускорить тканевую регенерацию при помощи активизации ангиогенеза и реэпителизации. Это указывает на то, что интеграция PRP в систему ухода за ожоговыми ранами имеет значимый потенциал как ключевое дополнение при лечении данных повреждений [29]. Следует учитывать также способность PRP облегчать аллодинию, которая непосредственно вызвана ожогами, с точки зрения анальгезии нейропатической боли [7, 32].

Гематология. Одной из значимых задач лечения детей с гемофилией является комплексное лечение гемофильной артропатии. Вследствие многократных кровотечений в опорно-двигательном аппарате возникают дегенеративные изменения, приводящие к серьёзным нарушениям функций двигательной системы, а нередко и к инвалидизации в молодом возрасте [33]. Установлена эффективность PRP для уменьшения боли и укрепления физической функциональности у больных с гемофильной артропатией [34].

Ортодонтия и стоматология. PRP-терапия исследовалась в детской стоматологии и ортодонтии на предмет её потенциальной роли в усилении регенерации костей после удаления зуба, содействии регенерации тканей пародонта и ускорении движения зубов. Факторы роста и стволовые клетки, присутствующие в производных PRP пуповинной крови, могут улучшить результаты этих стоматологических процедур [2]. Чистая PRP более последовательно давала полезные эффекты в сохранении альвеолярного гребня, лечении осложнений после удаления зубов, наращивании костной ткани и расстройствах височно-нижнечелюстного сустава [35].

Дерматология. PRP-терапия стала эффективным вмешательством для облегчения проблем с выпадением волос. Вмешательства хорошо переносятся, что отражает благоприятный профиль безопасности PRP-терапии, послеоперационный дискомфорт был минимальным [36, 37]. Эффективность PRP-терапии распространяется на дерматологические приложения, особенно при лечении андрогенетической алопеции (АГА) — потери волос, в основе которой лежат генетическая предрасположенность и изменения метаболизма андрогенов [7, 36, 37]. АГА может наблюдаться у детей со средним возрастом начала 14,8 года и в возрасте 6 лет. Детская

АГА является распространённой причиной потери волос в подростковом возрасте [36].

PRP-терапия эффективна при выпадении волос. При её использовании выявлены стабилизация и возобновление роста волос. Показаны минимальный дискомфорт и хорошая переносимость, что указывает на безопасность PRP-терапии [7]. PRP содержит ряд факторов роста (эпидермальный фактор роста, тромбоцитарный фактор роста, сосудистый эндотелиальный фактор роста, фактор роста фибробластов, фактор роста гепатоцитов, инсулиноподобный фактор роста-1, трансформирующий фактор роста- β), которые способствуют удлинению волосяного фолликула, фолликулярной дифференцировке, индукции фазы анагена, ангиогенезу, синтезу внеклеточного матрикса, фолликулогенезу и созреванию волос, что приводит к усилению роста волос и положительным результатам для больных АГА [36, 37].

Эндокринология. В последние годы выявлен потенциал PRP в существенном снижении уровня гипергликемии у экспериментальных субъектов [7]. Установлено, что применение PRP-терапии при сахарном диабете у детей уменьшает окислительный стресс и усиливает продукцию инсулина [39].

Врождённые пороки развития. PRP может рассматриваться как перспективное направление при коррекции пороков и аномалий репродуктивной системы [40, 41]. PRP-терапия используется при лечении врождённых аномалий, включая *spina bifida* и врождённые пороки сердца [2].

Спортивная медицина. В связи с частой травматизацией и разрывами мениска коленного сустава у подростков, а также при полной или частичной менискэктомии возможны осложнения в виде дегенеративных изменений суставов и остеоартрита [42]. В этих случаях PRP-терапию стали использовать при травматизации менисков и связок, а также в лечении различных форм патологии суставного хряща [43]. Достижения в понимании дегенеративной природы хронических повреждений сухожилий и связок увеличили интерес к инъекциям PRP [44].

Осложнения после применения PRP

В зависимости от состояния здоровья больного, наличия или отсутствия необходимого опыта самого оператора существует риск инфицирования, как и непреднамеренного повреждения нервных волокон при введении PRP. При этом повышенный риск инфицирования в обрабатываемой области имеют больные, у которых есть явления иммунодефицита различного генеза или наличие тропности к определённым формам патологии [45]. Существуют также осложнения в виде аллергических реакций, образующиеся при взаимодействии PRP с иммунной системой [46].

Заключение

Как прорыв в области регенеративной медицины PRP-терапия зарекомендовала себя как перспективная технология, способная достаточно эффективно и безопасно оказывать положительное влияние на репарацию тканей за счёт своих свойств на клеточном уровне. Обладая способностью стимулировать восстановительные процессы, ускоряющие регенерацию, данная методика

уже нашла применение в различных областях педиатрии. Это стало возможным благодаря хотя и относительно медленному, но повсеместному внедрению данной технологии, а возросший уровень компетенции в данных областях даёт надежду на создание ещё более совершенных препаратов, основанных на PRP-технологии с расширенными свойствами.

Литература

(п.п. 2–19; 25–31; 33–37; 39; 42; 44–46 см. References)

1. Семёнов А.В., Коротеев В.В., Исаев И.Н., Выборнов Д.Ю. Малоинвазивное лечение рассекающего остеохондрита у детей с использованием биостимуляции. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2020; 10(S): 149.
20. Пилоян Ф.С. Гастрошизис: диагностика и хирургическое лечение. *Российский педиатрический журнал*. 2024; 27(1): 61-5. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-1-61-65>
21. Коломеец Н.Ю., Ведрова И.Н., Шестакова С.А., Аверьянова Н.И., Цой С.К. Хирургическая коррекция гастрошизиса у новорождённого. *Практическая медицина*. 2023; 21(1): 88-90. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2023-1-87-89>
22. Пахомова Р.А., Клименко К.В., Кочетова Л.В., Репин И.Г. Авторское хирургическое лечение пилонидальной кисты копчика по оригинальной методике. *Московский хирургический журнал*. 2023; 3: 68-74. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2023-3-68-74>
23. Пахомова Р.А., Клименко К.В., Кочетова Л.В. Новый хирургический способ лечения пилонидальной кисты копчика (клинический случай). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье*. 2024; 14(1): 124-8. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.6>
24. Попов С.В., Орлов И.Н., Топузов Т.М., Горелик М.Л., Перфильев М.А., Котлов М.А. Применение обогащённой тромбоцитами плазмы (PRP) в урологической практике. *Вестник урологии*. 2023; 11(1): 134-42. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2023-11-1-134-142>
32. Михнов Г.И., Мирошниченко Д.Б. Синдром Зудека — современные представления о патогенезе, факторах риска, диагностике и лечении (обзор литературы). *Российский остеопатический журнал*. 2020; (1-2): 168-79. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2020-1-2-168-179>
38. Мотовилин О.Г., Саверская Е.Н., Хаиров Р.Р. Дети с сахарным диабетом и социальный мир: проблемы и возможности (социальная оздоровительно-образовательная программа «Диабет. Танцы. Дети»). *Медицинский совет*. 2022; 16(12): 71–84. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-12-71-84>
40. Адамян Л.В., Сибирская Е.В., Пивазян Л.Г., Давыдова Ю.Д., Тарлакян В.А. Пороки развития половых органов у девочек от классификаций до диагностики: современное состояние вопроса. *РМЖ. Мать и дитя*. 2023; 6(4): 433-40. <https://doi.org/10.32364/2618-8430-2023-6-4-16>
41. Адамян Л.В., Сибирская Е.В., Торубаров С.Ф., Сысоева И.В., Папян Л.Г., Бдоян В.В. и др. Абдоминальный болевой синдром у девочек с пороками развития половых органов. *Пролиферативный синдром в биологии и медицине*. 2022; 303-7. <https://doi.org/10.34756/GEOS.2023.17.38643>
43. Рылова Н.В., Самойлов А.С., Жолинский А.В., Большаков И.В. Актуальные аспекты спортивной нутрициологии детского возраста. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2021; 66(5): 240–5. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2021-66-5-240-245>

References

1. Semenov A.V., Koroteev V.V., Isaev I.N., Vybornov D.Yu. Minimally invasive treatment of osteochondritis dissecans in children using biostimulation. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii*. 2020; 10(S): 149. (In Russian).
2. Di Mitri M., D'Antonio, S., Collautti, E., Di Carmine A., Libri M., et al. Platelet-rich plasma in pediatric surgery: a comprehensive review. *Children (Basel)*. 2024; 11(8): 971. <https://doi.org/10.3390/children11080971>
3. Everts P., Onishi K., Jayaram P., Fábio Lana J., Mautner K. Platelet-rich plasma: new performance understandings and therapeutic considerations in 2020. *International journal of molecular sciences*. 2020; 21(20): 7794. <https://doi.org/10.3390/ijms21207794>

4. Akbarzadeh S., McKenzie M.B., Rahman M.M., Cleland H. Allogeneic platelet-rich plasma: is it safe and effective for wound repair? *European Surgical Research*. 2021; 62(1): 1–9. <https://doi.org/10.1159/000514223>
5. Everts P.A., van Erp A., DeSimone A., Cohen D.S., Gardner R.D. Platelet rich plasma in orthopedic surgical medicine. *Platelets*. 2021; 32(2): 163–74. <https://doi.org/10.1080/09537104.2020.1869717>
6. Sharara F.I., Lelea L.L., Rahman S., Klebanoff J.S., Moawad G.N. A narrative review of platelet-rich plasma (PRP) in reproductive medicine. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2021; 38(5): 1003–12. <https://doi.org/10.1007/s10815-021-02146-9>
7. Subagio D., Fawzy A. Reviewing and exploring the prospects of platelet-rich plasma (PRP) therapy in the context of pediatric surgical wound management. *International Journal of Medical Science and Clinical Research Studies*. 2023; 3(8): 1770–81. <https://doi.org/10.47191/ijmscrs/v3-i8-63>
8. Dos Santos R.G., Santos G.S., Alkass N., Chiesa T.L., Azzini G.O., et al. The regenerative mechanisms of platelet-rich plasma: A review. *Cytokine*. 2021; 144: 155560. <https://doi.org/10.1016/j.cyt.2021.155560>
9. Gupta S., Paliczak A., Delgado D. (2020): Evidencebased indications of platelet-rich plasma therapy. *Expert Review of Hematology*. 2021; 14(1): 97–108. <https://doi.org/10.1080/17474086.2021.1860002>
10. Mościcka P., Przyłipiak A. History of autologous platelet-rich plasma: A short review. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2021; 20(9): 2712–4. <https://doi.org/10.1111/jocd.14326>
11. Pradnyandari N.K.P.D., Natasha R.R. The role of platelet-rich plasma (PRP) in burn wound healing: a literature-review. *Intisari Sains Medis*. 2022; 13(2): 507–10. <https://doi.org/10.15562/ism.v13i2.1418>
12. Fang J., Wang X., Jianget W., Zhu Y., Hu Y., et al. Platelet-rich plasma therapy in the treatment of diseases associated with orthopedic injuries. *Tissue Eng Part B Rev*. 2020; 26(6): 571–85. <https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2019.0292>
13. Rossi L.A., Murray I.R., Chu C.R., Muschler G.F., Rodeo S.A., Piuzzi N.S. Classification systems for platelet-rich plasma. *The bone & joint journal*. 2019; 101-B(8): 891–6. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.101B8.BJJ-2019-0037.R1>
14. Mahmud S.M.K., Laizu J., Rashid A., Islam A. Platelet rich plasma (PRP) therapy in pediatric surgical wound care my experience in a tertiary care hospital in Bangladesh. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*. 2023; 11(1): 113–9. <https://doi.org/10.36347/sjams.2023.v11i01.019>
15. Xia Y.J., Zhao J., Xie J., Lv Y., Cao D.S. The efficacy of platelet-rich plasma dressing for chronic nonhealing ulcers: a meta-analysis of 15 randomized controlled trials. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2019; 144(6): 1463–74. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000006281>
16. Saad A.E., Mandour M.F., Sheleb W.A., Behery A.-B.S. Determining the impact of platelet-rich plasma therapy on short-term postoperative outcomes of pediatric tonsillectomy patients in Egypt. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 2021; 1–7. <https://doi.org/10.9734/jammr/2021/v33i2231153>
17. Puzitiello R.N., Patel B.H., Forlenza E.M., Nwachukwu B.U., Allen A.A., et al. Adverse impact of corticosteroids on rotator cuff tendon health and repair: a systematic review of basic science studies. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*. 2020; 2(2): e161–e169. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2020.01.002>
18. Johal H., Khan M., Patrick Yung S.-H., Dhillon M.S., Fu F.H., et al. Impact of platelet-rich plasma use on pain in orthopedic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Sports Health*. 2019; 11(4): 355–66. <https://doi.org/10.1177/1941738119834972>
19. Hersant B., Sid-Ahmed M., Braud L., Jourdan M., Baba-Amer Y., et al. Platelet-rich plasma improves the wound healing potential of mesenchymal stem cells through paracrine and metabolism alterations. *Stem cells international*. 2019; 2019: 1234263. <https://doi.org/10.1155/2019/1234263>
20. Piloyan F.S. Gastroschisis: diagnostics and surgical treatment. *Rossiyskiy peditricheskij zhurnal*. 2024; 27(1): 61–5. (In Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-1-61-65>
21. Kolomeets N.Yu., Vedrova I.N., Shestakova S.A., Averyanova N.I., Tsoi S.K. Surgical correction gastroschisis in a newborn. *Prakticheskaya meditsina*. 2023; 21(1): 88–90. (In Russian). <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2023-1-87-89>
22. Pakhomova R.A., Klimenko K.V., Kochetova L.V., Repin I.G. Author's surgical treatment of pilonidal cyst of the coccyx using an original technique. *Moskovskiy khirurgicheskij zhurnal*. 2023; 3: 68–74. (In Russian). <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2023-3-68-74>
23. Pakhomova R.A., Klimenko K.V., Kochetova L.V. New surgical method for treating pilonidal cyst of the coccyx (clinical case). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health*. 2024; 14(1): 124–8. <https://doi.org/10.20340/vmirvz.2024.1.CASE.6>
24. Popov S.V., Orlov I.N., Topuzov T.M., Gorelik M.L., Perfil'ev M.A., Kotlov M.A. Use of platelet-rich plasma (PRP) in urological practice. *Vestnik urologii*. 2023; 11(1): 134–42. (In Russian). <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2023-11-1-134-142>
25. Nanditha S., Gopalakrishnan S., Karthikeyan P., Bakshi S.S. Efficacy of topical application of autologous platelet-rich plasma in adult tonsillectomy patients: a randomized control study. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2021; 135(6): 539–544. <https://doi.org/10.1017/S0022215121000402>
26. Sheleb W.A., Saad H.A. El-m., Mandour M.F., Behery A.-B.S. Determining the impact of platelet-rich plasma therapy on short-term postoperative outcomes of pediatric tonsillectomy patients in Egypt. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 2021; 33(22): 1–7. <https://doi.org/10.9734/jammr/2021/v33i2231153>
27. Andersen C., Wragg N.M., Shariatzadeh M., Wilson S.L. The use of platelet-rich plasma (PRP) for the management of non-union fractures. *Current Osteoporosis Reports*. 2021; 19(1): 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11914-020-00643-x>
28. Jordan K.C., Di Gennaro J.L., Stewart B.T., von Saint André-von Arnim A. Global trends in pediatric burn injuries and care capacity from the World Health Organization Global Burn Registry. *Frontiers in pediatrics*. 2022; 10: 954995. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.954995>
29. Kao Y.C., Lin D.-Z., Lee S.-L., Chen C., Wang H.-J., Chiu W.-K. Assisted therapy with platelet-rich plasma for burn patients: A meta-analysis and systematic review. *Burns*. 2021; 47(5): 1012–23. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.11.005>
30. Huang H., Sun X., Zhao Y. Platelet-rich plasma for the treatment of burn wounds: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Transfusion and Apheresis Science*. 2021; 60(1): 102964. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2020.102964>
31. Chen Z., Wu Y., Turxun N., Shen Y., Zhang X. Efficacy and safety of platelet-rich plasma in the treatment of severe burns: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2020; 99(45): e23001. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023001>
32. Mikhnov G.I., Miroshnichenko D.B. Sudeck's syndrome - modern concepts of pathogenesis, risk factors, diagnostics and treatment (literature review). *Russian Osteopathic Journal*. 2020; (1-2): 168–79. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2020-1-2-168-179>
33. Gualtierotti R., Solimeno L.P., Peyvandi F. Hemophilic arthropathy: current knowledge and future perspectives. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2021; 19(9): 2112–21. <https://doi.org/10.1111/jth.15444>
34. Davoodabadi H., Maleki F., Habibpanah B., Ghoojani A. The efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of hemophilic arthropathy. *Journal of Research in Orthopedic Science*. 2020; 7(4): 165–8. <https://doi.org/10.32598/JROSI.7.4.693.1>
35. Anitua E., Fernández-de-Retana S., Alkhraisat M.H. Platelet rich plasma in oral and maxillofacial surgery from the perspective of composition. *Platelets*. 2021; 32(2): 174–82. <https://doi.org/10.1080/09537104.2020.1856361>
36. Tawfik C., Tejeda C.I., Haughton A.M. Case series evaluating the efficacy and safety of platelet-rich plasma for androgenetic alopecia in pediatric patients. *JAAD Case Reports*. 2023; 37: 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdc.2023.04.027>
37. Justicz N., Chen J.X., Lee L.N. Platelet-rich plasma for hair restoration. *Hair Transplant Surgery and Platelet Rich Plasma: Evidence-Based Essentials*. 2020; 28(2): 181–7. <https://doi.org/10.1016/j.fsc.2020.01.009>
38. Motovil O.G., Saverskaya E.N., Khairov R.R. Children with diabetes and the social world: problems and opportunities (social health and educational program "Diabetes. Dancing. Children"). *Meditsinskiy sovet*. 2022; 16(12): 71–84. (In Russian). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-12-71-84>
39. Zarin M., Karbalaee N., Keshtgar S., Nemati M. Platelet-rich plasma improves impaired glucose hemostasis, disrupted insulin secretion, and pancreatic oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rat. *Growth Factors*. 2019; 37(5-6): 226–37. <https://doi.org/10.1080/08977194.2020.1735382>
40. Adamyan L.V., Sibirskaya E.V., Pivazyan L.G., Davydova Yu.D., Tar-

- lakyan V.A. Malformations of the genitals in girls from classifications to diagnostics: current state of the issue. *RMJ. Mat' i ditya*. 2023; 6(4): 433-40. (In Russian). <https://doi.org/10.32364/2618-8430-2023-6-4-16>
41. Adamyan L.V., Sibirskaya E.V., Torubarov S.F., Sysoeva I.V., Papyan L.G., Bdoyan V.V., et al. Abdominal pain syndrome in girls with malformations of the genital organs. *Proliferativnyy sindrom v biologii i meditsine*. 2022; 303-7. (In Russian). <https://doi.org/10.34756/GEOS.2023.17.38643>
42. Popescu M.B., Carp M., Tevanov I., Nahoi C.A., Stratila M.A., Haram O.M., et al. Isolated meniscus tears in adolescent patients treated with platelet-rich plasma intra-articular injections: 3-month clinical outcome. *BioMed Research International*. 2020; 2020(1): 8282460. <https://doi.org/10.1155/2020/8282460>
43. Rylova N.V., Samoilov A.S., Zholinsky A.V., Bolshakov I.V. Current aspects of sports nutrition in children. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2021; 66(5): 240-5. (In Russian). <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2021-66-5-240-245>
44. Sussman W.I., Jerome M.A., Foster L. Platelet-rich plasma for the treatment of coccydynia: A case report and review of regenerative medicine for coccydynia. *Regenerative Medicine*. 2019; 14(12): 1151-4. <https://doi.org/10.2217/rme-2019-0102>
45. Medina-Porqueres I., Moreno-Pedrosa S., Rodriguez M., Rosado-Velazquez D. An early-exercise-mediated adverse reaction associated with platelet-rich plasma therapy. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2022; 33(1): 85-9. <https://doi.org/10.21653/tjpr.954675>
46. Latalski M., Walczyk A., Fatyga M., Rutz E., Szponder T., Bielecki T., et al. Allergic reaction to platelet-rich plasma (PRP): Case report. *Medicine*. 2019; 98(10): e14702. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014702>

Сведения об авторах:

Сибирская Елена Викторовна, докт. мед. наук, проф. каф. акушерства и гинекологии им. акад. Г.М. Савельевой педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» (Пироговский Университет); зав. гинекологическим отд-нием ОСП РДКБ ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» (Пироговский Университет); проф. каф. акушерства, гинекологии и репродуктивной медицины ФГБОУ ВО «Российский университет медицины», elsibirskaya@yandex.ru; **Шарков Сергей Михайлович**, доктор мед. наук., проф., руководитель городского Центра репродуктивного здоровья детей и подростков ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» ДЗМ; проф. каф. детской хирургии и урологии-андрологии им. Л.П. Александрова ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), sharkdoc@mail.ru; **Манцева Александра Витальевна**, ординатор 1-го года по направлению «Педиатрия» ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» им. Патриса Лумумбы, aleksandra.rum@yandex.ru; **Манцев Александр Олегович**, студент 6-го курса педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» (Пироговский Университет), shutkanul9raz@gmail.com