

УДК 616.314

doi: 10.21685/2072-3032-2025-2-2

Обогащенная тромбоцитами плазма в стоматологии: свойства, применение, протоколы приготовления (обзор литературы)

О. О. Илюнина¹, Л. А. Зюлькина², В. В. Щетинин³, Е. Н. Шастин⁴

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

³ООО «Центр имплантологии и эстетической
медицины ДЕНТОРА», Ставрополь, Россия

⁴ООО «БАЛЬДАР», Краснодар, Россия

¹olya.ilunina@yandex.ru, ²larisastom@yandex.ru, ³info.dentora.ru, ⁴bracet@mail.ru

Аннотация. Приведены обобщенные данные о механизме действия, целесообразности и особенностях применения обогащенной тромбоцитами плазмы в стоматологии. На основе данных отечественной и зарубежной литературы рассматриваются клеточный и молекулярный состав обогащенной тромбоцитами плазмы, ее функции, механизм и вариативность действия. Описывается применение аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, в различных областях стоматологии с детализацией протоколов манипуляций и расшифровкой полученных результатов. Описаны протоколы приготовления обогащенной тромбоцитами плазмы, оборудование и материалы, необходимые для ее изготовления.

Ключевые слова: обогащенная тромбоцитами плазма, аутоплазма, регенерация, стоматология, факторы роста

Для цитирования: Илюнина О. О., Зюлькина Л. А., Щетинин В. В., Шастин Е. Н. Обогащенная тромбоцитами плазма в стоматологии: свойства, применение, протоколы приготовления (обзор литературы) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2025. № 2. С. 12–28. doi: 10.21685/2072-3032-2025-2-2

Platelet-rich plasma in dentistry: properties, application, preparation protocols (literature review)

O.O. Ilunina¹, L.A. Ziulkina², V.V. Shchetinin³, E.N. Shastin⁴

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

³“Center of Implantology and Aesthetic Medicine DENTORA” LLC, Stavropol, Russia

⁴“BALDAR” LLC, Krasnodar, Russia

¹olya.ilunina@yandex.ru, ²larisastom@yandex.ru, ³info.dentora.ru, ⁴bracet@mail.ru

Abstract. The article provides an overview of action mechanism, expediency and features of platelet-rich plasma application in dentistry. Cellular and molecular composition of platelet-rich plasma, its functions, mechanism and variability of action are discussed based on data from domestic and foreign literature. Platelet-rich autoplasm application in various branches of dentistry, detailed manipulation protocols and interpretation of the results obtained are described in the article. Protocols for platelet-rich plasma preparation as well as equipment and materials necessary for its preparation are described.

© Илюнина О. О., Зюлькина Л. А., Щетинин В. В., Шастин Е. Н., 2025. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Keywords: platelet-rich plasma, autoplasm, regeneration, dentistry, growth factors

For citation: Plyunina O.O., Ziulkina L.A., Shchetinin V.V., Shastin E.N. Platelet-rich plasma in dentistry: properties, application, preparation protocols (literature review). *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences.* 2025;(2):12–28. (In Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2025-2-2

Введение

Заживление раны представляет собой комплекс клеточных и молекулярных внутриклеточных и внеклеточных процессов. Определяющую роль в иницировании и поддержании заживления ран играют тромбоциты. Эти клетки крови активируются при контакте с поврежденной тканью, осуществляя первичный гемостаз и запуск каскада свертывания крови. Активация тромбоцитов приводит к высвобождению их гранулированного содержимого (α -гранулы) в раневую среду. В альфа-гранулах тромбоцитов содержится большое количество факторов роста, цитокинов, хемокинов, плазматических белков крови, ионов кальция, ионов калия, факторов свертывания, аденозинтрифосфатов, аденозиндифосфатов и других [1]. Эти молекулы важны на разных этапах регенерации тканей. Они действуют как регуляторные агенты, стимулируя хемотаксис, клеточную дифференцировку и пролиферацию. Данные факторы роста стимулируют локализацию клеток-предшественников в ране, рост раневых фибробластов и дальнейшее формирование раневого матрикса, тем самым ускоряя заживление ран [2–4].

Таким образом, тромбоциты, содержащие факторы роста, стимулируют дифференцировку недифференцированных мезенхимальных клеток в остеобласты; улучшают гемостаз, формирование хрящей и костей в месте трансплантации, процесс заживления (за счет дифференцировки недифференцированных мезенхимальных клеток в остеокласты); активируют коллагеназу, восстанавливающую коллаген, способствуя заживлению мягких тканей и снижая вероятность расхождения краев раны; обладают митогенной активностью и, таким образом, запускают образование капилляров в месте трансплантации, обеспечивая дополнительное кровоснабжение костного трансплантата за счет митогенной активности; в сочетании с аутогенным костным трансплантатом могут ускорять минерализацию на 40 % в течение первого года; обеспечивают постоянный источник факторов роста для регенерации и восстановления ткани [5, 6].

Вышесказанное объясняет целесообразность применения факторов роста в ходе стоматологических вмешательств, направленных на регенерацию твердых и мягких тканей [7–9].

Одним из видов подобных биоматериалов является обогащенная тромбоцитами плазма [10–13].

Обогащенная тромбоцитами плазма (ОТП) является трансплантатом аутогенного происхождения, который изготавливается из нативной венозной крови, и представляет собой плазму крови, содержащую увеличенную в пять раз концентрацию тромбоцитов [14–17].

Обогащенная тромбоцитами плазма состоит из клеточных и молекулярных компонентов.

Основными клеточными компонентами являются тромбоциты и мононуклеарные клетки периферической крови. Тромбоциты представляют собой

цитоплазматические безъядерные фрагменты, полученные из мегакариоцитов, образующихся в костном мозге, а также присутствуют в селезенке и периферической крови. Другие клеточные компоненты представляют собой моноклеарные клетки периферической крови: моноциты, лимфоциты и нейтрофилы. Нейтрофилы играют важную роль в иммунной системе и являются первой линией защитных клеток, которые направляются к месту заражения или регенерации тканей. В меньшей концентрации обогащенная тромбоцитами плазма содержит базофилы и эозинофилы, обладающие способностью продуцировать факторы роста, которые вместе с факторами роста, высвобождаемыми тромбоцитами, участвуют в ангиогенезе и васкулогенезе. Моноциты происходят из миелоидных клеток-предшественников, присутствующих в костном мозге, и функционируют в качестве хемотатического агента, необходимого для процесса регенерации клеточных тканей [18–22].

Молекулярная составляющая ОТП представляет собой пептиды и белки, продуцируемые альфа-гранулами тромбоцитов. Они принимают участие в передаче сигналов иммунным клеткам, клеткам-предшественникам и клеткам костного мозга, стимулируя регенерацию тканей. Эти молекулы включают факторы роста, цитокины и хемокины, которые помогают в передаче сигналов, инициирующих миграцию стволовых клеток в определенную область. Тромбоциты содержат следующие факторы роста:

- β -трансформирующий фактор роста – необходим для стимуляции роста и регенерации эпителиальных, сосудистых эндотелиальных клеток, остеобластов, что ускоряет заживление ран. Также данный фактор роста регулирует митогенные эффекты других факторов роста;

- тромбоцитарный фактор роста – индуцирует рост мезенхимальных клеток, остеобластов, фибробластов и других клеток, ангиогенез, секрецию коллагеназы и синтез коллагена;

- эпидермальный фактор роста – способствует заживлению раны посредством индукции роста эпителиальных клеток и ангиогенеза;

- тромбоцитарный фактор ангиогенеза, содержащийся в тромбоцитах и эндотелиальных клетках, – стимулирует ангиогенез, проницаемость сосудов и митогенез эндотелиальных клеток;

- инсулиноподобный фактор роста, содержащийся в остеобластах, макрофагах, моноцитах, хондроцитах, – стимулирует синтез костного матрикса, реплицирует остеобласты и ускоряет скорость и качество заживления ран;

- тромбоцитарный фактор-4, содержащийся в тромбоцитах, – усиливает хемотаксис нейтрофилов и фибробластов, а также оказывает мощный антигепариновый эффект;

- β -фактор роста фибробластов – способствует клеточному росту хондроцитов, остеобластов, синтезу коллагена и гиалуроновой кислоты;

- фактор роста соединительной ткани – инициирует формирование кровеносных сосудов, регенерацию хряща, адгезию тромбоцитов [23–26].

Цитокины представляют собой иммуномодулирующие белки, такие как интерлейкин-1, интерлейкин-4, интерлейкин-6, интерлейкин-10, интерфероны, фибрин, фибронектин и витронектин. Эти молекулы посылают стимулирующие, модулирующие или ингибирующие сигналы клеткам иммунной системы, воздействуя на саму клетку (аутокринная регуляция), на близлежащие клетки (паракринная регуляция) и на расстоянии (эндокринная регуляция).

Интерлейкин-1 и интерлейкин-6 оказывают провоспалительное действие. Основная функция интерферонов заключается в предотвращении распространения инфекций. Белки фибрина, фибронектин и витронектин участвуют в межклеточном взаимодействии в качестве молекул адгезии и миграции клеток. Они играют важную роль в процессах регенерации соединительной, эпителиальной и костной ткани [27, 28].

Описано два вида аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами: обогащенная тромбоцитами плазма и обогащенная лейкоцитами и тромбоцитами плазма крови. Наличие лейкоцитов в аутоплазме, обогащенной тромбоцитами, имеет свои преимущества и недостатки. С одной стороны, наличие лейкоцитов увеличивает количество провоспалительных медиаторов воспаления, а с другой стороны, лимфоциты и моноциты, являющиеся мононуклеарными лейкоцитарными клетками, инициируют активность факторов роста [29–31].

Концепция обогащенной тромбоцитами плазмы впервые появилась в 1970-х гг. для лечения пациентов с тромбоцитопенией. В 1980-х и 1990-х гг. обогащенную тромбоцитами плазму стали применять в челюстно-лицевой и пластической хирургии. В стоматологической практике применение обогащенной тромбоцитами плазмы впервые было описано R. E. Maix в 1998 г. В ходе исследования обогащенная тромбоцитами плазма использовалась в сочетании с костным аутотрансплантатом с целью восстановления объема костного дефекта в области нижней челюсти [32]. Обогащенная тромбоцитами плазма широко применяется в медицине, в частности в стоматологии. Она обладает антимикробными, противовоспалительными и регенерирующими свойствами [33–35].

Количество тромбоцитов в обогащенной тромбоцитами плазме в 3–6 раз превышает их уровень в цельной крови. В нативной крови содержание тромбоцитов варьирует от 150 000 клеток в микролитре до 400 000 клеток в микролитре. Концентрация тромбоцитов в аутоплазме, обогащенной тромбоцитами, колеблется от 300 000 до 1 500 000 тромбоцитов в микролитре. Содержание тромбоцитов в ОТП зависит от силы и времени центрифугирования, общего объема крови, медиаторов для активации тромбоцитов и донора венозной крови. Для достижения лечебного эффекта концентрация тромбоцитов в обогащенной тромбоцитами плазме должна составлять от 200×10^3 до 1000×10^3 тромбоцитов в микролитре. Более высокая концентрация может являться неблагоприятной. При контакте с коллагеном обогащенная тромбоцитами плазма способствует пролиферации стволовых клеток и ангиогенезу [36].

Применение в стоматологии

Обогащенная тромбоцитами плазма широко используется в повседневной стоматологической практике и челюстно-лицевой хирургии. Применение ОТП позволяет добиться лучшего заживления слизистой оболочки, что необходимо для предупреждения возможного осложнения – инфицирования послеоперационной раны, обеспечивает более быстрый гемостаз и лучшую регенерацию костной ткани [37]. Обогащенная тромбоцитами плазма оказывает противовоспалительное, хемотаксическое, антиапоптотическое и пролиферативное действие на фибробласты и нейроны, стимулирует миграцию, дифференцировку и пролиферацию клеток в поврежденном участке, что снижает боль и время восстановления [36].

В стоматологии ОТП применяется для восстановления объема костной ткани после операций удаления зуба, при аугментации костной ткани с целью создания условий для успешной установки дентальных имплантатов, для снижения постоперационной боли и контрактуры нижней челюсти после удаления третьих моляров нижней челюсти, при пародонтологическом лечении для устранения вертикальных костных дефектов у пациентов с заболеваниями пародонта, лечения патологий височно-нижнечелюстного сустава.

В настоящее время обогащенная тромбоцитами плазма применяется при эндодонтическом лечении постоянных зубов с несформированными корнями. В 2015 г. G. S. Sachdeva и соавторы опубликовали методику и результаты лечения левого верхнего латерального резца с несформированной верхушкой корня и установленным диагнозом «периапикальный периодонтит». На конусно-лучевой томографии был обнаружен периапикальный очаг деструкции костной ткани и незавершенное формирование корня. Для оценки жизнеспособности пульпы были выполнены одонтотермометрия и электроодонтотометрия. После механической и медикаментозной обработки корневого канала был obturирован смесью метронидазола, ципрофлоксацина, миноциклина с дистиллированной водой на 28 дней. Далее был проведен забор 10 мл венозной крови, из которой была приготовлена аутоплазма, обогащенная тромбоцитами. После удаления антибактериальной пасты корневой канал obturировали обогащенной тромбоцитами плазмой до уровня цемента-эмалевой границы, поверх которой накладывали минерал триоксид агрегат, а через 2 дня зуб был восстановлен постоянным пломбирочным материалом. На конусно-лучевой компьютерной томограмме, выполненной через три года после проведенного лечения, периапикальный очаг деструкции костной ткани отсутствовал, было выявлено формирование корня и закрытие верхушки. Холодовые пробы были отрицательны, выявлялась чувствительность при электроодонтотометрии [38]. A. Alagl и соавторы в 2017 г опубликовали результаты исследования, в ходе которого 15 постоянных зубов с незаконченным формированием корня и установленным диагнозом «периапикальный периодонтит» были пролечены с применением обогащенной тромбоцитами плазмы. Через 12 месяцев на конусно-лучевых компьютерных томограммах во всех случаях было выявлено уменьшение размера периапикального очага деструкции костной ткани и увеличение ее плотности, что свидетельствовало о заживлении. Боль, отек, свищ, болезненность при перкуссии и пальпации отсутствовали. В 86,67 % случаев было обнаружено продолжающееся формирование корня или закрытие апикальной части. Чувствительность при одонтотометрии появлялась в 93,3 % случаев [39].

Также обогащенная тромбоцитами плазма применяется для лечения заболеваний пародонта. Важным критерием для регенерации тканей пародонта является сохранение раневого пространства, в которое могут мигрировать клетки пародонтальной связки. В настоящее время направленная регенерация тканей благодаря использованию барьерных мембран обеспечивает достаточное пространство для миграции клеток пародонтальной связки и предотвращает образование длинного соединительного эпителия [40]. При хирургическом лечении пародонтальной патологии обогащенная тромбоцитами аутоплазма в основном применяется совместно с костными материалами вслед-

ствие ее ограниченного пространственного потенциала [41]. Результаты применения ОТП для регенерации тканей пародонта противоречивы. Результаты исследования В. Т. Kaushick и соавторов (2011) показывают, что добавление обогащенной тромбоцитами плазмы к костному трансплантату при хирургическом лечении внутрикостных дефектов ведет к более значительному уменьшению глубины пародонтального зондирования и большему увеличению высоты костной ткани, чем проведение направленной костной регенерации с применением костнопластического материала и физиологического раствора [42]. Т. Gerova-Vatsova в 2024 г. проводила исследование эффективности применения аутогенной обогащенной тромбоцитами плазмы в восстановительной терапии вертикальных костных дефектов у пациентов с заболеваниями пародонта. В ходе оперативного вмешательства выполняли внутрибороздковый разрез шириной до двух зубов, отслаивали слизисто-надкостничный лоскут, удаляли поддесневые зубные отложения и инфицированные ткани с помощью универсальных кюрет. Далее обогащенная тромбоцитами аутоплазма вводилась в костный дефект, проводилась репозиция лоскута и ушивание раны. Клинические результаты показали уменьшение глубины зондирования на 3,83 мм, коронковую миграцию десневого края на 0,08 мм и увеличение клинического уровня прикрепления на 3,92 мм. На конусно-лучевой компьютерной томограмме расстояние от цементно-эмалевого соединения до дна костного дефекта уменьшилось на 1,69 мм, расстояние от цементно-эмалевого соединения до вершины костного дефекта снизилось на 0,51 мм, ширина дефекта стала меньше на 0,36 мм [43]. Вышесказанное доказывает эффективность применения обогащенной тромбоцитами плазмы в практике пародонтолога в ходе хирургических костнопластических, реконструктивных вмешательств.

Обогащенная тромбоцитами плазма применяется в хирургической стоматологии. Целесообразность ее использования заключается в восстановлении мягких тканей и регенерации альвеолярной костной ткани, а также относительной простоте приготовления непосредственно в стоматологической клинике [44]. Исследование М. Del Corso и соавторов продемонстрировало возможность применения обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в виде геля для уменьшения послеоперационной болезненности после удаления зуба и профилактики развития альвеолита [45]. В исследовании R. Alissa и соавторов было проведено изучение влияния ОТП на заживление лунки удаленного зуба. Было выявлено значительное снижение послеоперационной болезненности при клинически значимом заживлении мягких тканей у пациентов, в ходе лечения которых была использована аутоплазма, по сравнению с пациентами, лечение которых осуществлялось без ОТП [46].

Исследования О. К. Ogundipe и соавторов (2011) и М. Hanif, A. Sheikh (2021) продемонстрировали целесообразность использования обогащенной тромбоцитами плазмы в ходе удаления третьих моляров нижней челюсти. Исследования показали значительное уменьшение боли, отека и тризма при применении аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами [47, 48]. J. L. Rutkowski и соавторы изучали плотность костной ткани после удаления зуба с последующим применением аутоплазмы. Авторами было установлено значительное увеличение рентгенографической плотности костной ткани по сравнению

с исходным уровнем [49]. Н. S. Bagde, М. К. Alam, Y. E. M. Almohammed и соавторы в 2024 г. провели рандомизированное контролируемое сравнительное исследование, в ходе которого сравнили состояние костной ткани через 6 месяцев. В одной группе для заполнения лунки после удаления использовали костный трансплантат, во второй группе готовили обогащенную тромбоцитами плазму из крови пациента, которую смешивали с материалом костного трансплантата в соотношении 1:1. В первой группе через 6 месяцев наблюдения наблюдалось снижение плотности костной ткани на 0,5 единицы и уменьшение высоты кости на 1,2 единицы, во второй группе – за идентичный период было выявлено увеличение плотности костной ткани на 0,9 единицы и увеличение высоты кости на 0,8 единицы [50].

Применение обогащенной тромбоцитами плазмы рекомендуется при подготовке к дентальной имплантации и в процессе установки дентальных имплантатов, так как аутоплазма позволяет увеличить скорость и качество регенерации костной ткани [51]. Применение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в дентальной имплантологии объясняется ее способностью стимуляции формирования новой кости и регенерации периферических нервов. D. Song и соавторы изучали регенерацию костной ткани с помощью сцинтиграфии у собак. Аутоплазма помещалась в подготовленное в области клыка для установки имплантата костное ложе для изучения иннервации костной ткани, окружающей дентальный имплантат. Исследование показало значимое влияние аутоплазмы на диаметр миелинизированных нервных волокон через 6 месяцев после хирургического лечения. Это доказывает способность обогащенной тромбоцитами плазмы улучшать регенерацию нервных волокон в костной ткани вокруг дентального имплантата [52]. S. Taschieri и соавторы в ходе своего исследования выявили лучшее заживление мягких тканей при использовании плазмы, обогащенной тромбоцитами, в ходе немедленной установки имплантата в лунку удаленного зуба [53]. Доказано ускорение восстановления мягких и твердых тканей при местном использовании обогащенной тромбоцитами плазмы в ходе дентальной имплантации [54]. При подготовке к установке дентальных имплантатов обогащенная тромбоцитами плазма используется в процессе направленной регенерации костной ткани при синус-лифтинге и иных костнопластических операциях, необходимых для восстановления объема костной ткани. В ходе данных манипуляций обогащенная тромбоцитами плазма добавляется в костный материал (аутогенный, аллогенный или ксеногенный) [55]. Проведенные исследования демонстрируют повышенную скорость костеобразования, увеличение объема вновь сформированной кости, улучшение васкуляризации новообразованной ткани.

Производство ОТП для ее использования в ходе реконструктивных стоматологических манипуляций осуществляется следующим образом. Перед операцией производят забор венозной крови в вакуумные пробирки. Следует помнить, что для приготовления аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, может быть использована только несвернувшаяся венозная кровь. Для этого в пробирки для забора крови помещают антикоагулянт, объем которого составляет 10 % от конечного суммарного объема крови пациента, смешанной с антикоагулянтом. В качестве антикоагулянта могут быть использованы

цитрат декстроза (раствор гемоконсерванта), гепарин, этилендиаминтетрауксусная кислота, цитрат натрия [56]. В настоящее время при приготовлении ОТП гепарин и этилендиаминтетрауксусная кислота не используются, так как данные растворы повреждают клеточную мембрану тромбоцитов, что необратимо угнетает агрегационную способность тромбоцитов и процесс высвобождения факторов роста. На данный момент предпочтение отдается цитрату декстрозы, так как по сравнению с цитратом натрия раствор цитратного гемоконсерванта с декстрозой имеет более кислую среду и низкую концентрацией ионов кальция, что стимулирует большее обратимое ингибирование агрегации [57].

Венозная кровь человека состоит из четырех основных компонентов: красных кровяных телец (эритроцитов), белых кровяных телец (лейкоцитов), тромбоцитов и плазмы. Тромбоциты являются основным источником факторов роста, которые обладают свойствами раневого гормона, действующего как хемоаттрактант и вовлекающего мезенхимальные клетки в рану. Венозную кровь пациента первоначально центрифугируют в течение 5 мин при скорости 1100 об/мин. В результате центрифугирования цельная кровь будет разделена на две фракции: верхняя фракция, содержащая слой плазмы желтого цвета, тромбоциты, лейкоциты и факторы свертывания, и нижняя фракция, содержащая эритроциты красного цвета. Желтый слой плазмы отделяется, а фракция эритроцитов удаляется. Желтая фракция плазмы повторно центрифугируется при скорости 2500 об/мин в течение 10 мин. В результате плазма будет разделена на следующие две фракции: верхнюю – это плазма с низким содержанием тромбоцитов, и нижнюю – это плазма с высоким содержанием тромбоцитов. Верхняя фракция удаляется, а нижняя богатая тромбоцитами фракция плазмы сохраняется и будет применена во время аугментации костной ткани. Обогащенная тромбоцитами плазма непосредственно перед использованием смешивается с активатором для коагуляции (свертывания) плазмы. В качестве активатора используют тромбин и хлорид кальция. Хлорид кальция применяется в соотношении 50 мкл хлорида кальция на 1 мл плазмы. После активации он активирует тромбоциты, которые немедленно начинают выделять факторы роста; 90 % факторов роста выделяются в течение первых 10 мин, остальные 10 % – в последующие 30 мин. Через несколько минут после активации ОТП начинает трансформироваться в гелеобразную форму, что при немедленном введении в костный трансплантат позволяет связать гранулы костного трансплантата, что улучшает его эксплуатационные свойства. Гелеобразную форму обогащенной тромбоцитами плазмы нельзя использовать в качестве барьерной изолирующей мембраны, так она не препятствует проникновению фибробластов в область костного трансплантата в течение длительного периода. Однако гелеобразная форма обогащенной тромбоцитами плазмы содержит фибриноген, вследствие чего усиливает заживление мягких тканей, оказывая гемостатическое действие и уменьшая послеоперационный отек и боль, что дает возможность ее использования поверх барьерной мембраны. В свою очередь смешивание обогащенной тромбоцитами плазмы с костным трансплантатом увеличивает скорость, качество и объем реконструирования кости в области восстанавливаемого костного дефекта [58].

Заключение

Обогащенная тромбоцитами плазма является частью плазматической фракции аутологичной крови с концентрацией тромбоцитов выше, чем в исходной цельной крови. В альфа-гранулах тромбоцитов содержится смесь ключевых цитокинов и факторов роста, что объясняет ее применение в стоматологии для регенерации мягких и твердых тканей полости рта. Аутоплазма, обогащенная тромбоцитами, функционирует в качестве биоматериала, доставляющего факторы роста и цитокины в целевую область, способствуя регенерации тканей. Обогащенную тромбоцитами плазму применяют в качестве метода регенерации поврежденных тканей, включая пульпу, альвеолярную кость, десну, периодонтальную связку.

Список литературы

1. Kumaran M. Platelet-rich plasma in dermatology: Boon or a bane? // *Ind J Dermatol Venereol Leprol*. 2014. Vol. 80, № 1. P. 5–14. doi: 10.4103/0378-6323.125467
2. Okuda K., Kawase T., Momose M., Murata M., Saito Y., Suzuki H., Wolff L. F., Yoshie H. Platelet-rich plasma contains high levels of platelet derived growth factors and transforming growth factor beta and modulates the proliferation of periodontal related cells in vitro // *Journal of Periodontal Research*. 2003. Vol. 74, № 6. P. 849–857. doi: 10.1902/jop.2003.74.6.849
3. Nikolidakis D., Jansen J. A. The biology of platelet-rich plasma and its application in oral surgery: literature review // *Tissue Eng. Part B Rev*. 2008. Vol. 14, № 3. P. 249–258. doi: 10.1089/ten.teb.2008.0062
4. Lana J. F. S. D., Purita J., Paulus C., Huber S. C., Rodrigues B. L., Rodrigues A. A., Santana M. H., Madureira J. L., MalheirosLuzo A. C., Belangero W. D., Annichino-Bizzacchi J. M. Contributions for Classification of Platelet Rich Plasma – Proposal of a New Classification // *Regenerative Medicine*. 2017. Vol. 12, № 5. P. 565–574. doi: 10.2217/rme-2017-0042
5. Nurden A. T. Platelets, inflammation and tissue regeneration // *Thromb Haemost*. 2011. Vol. 105, № 1. P. 13–33. doi: 10.1160/THS10-11-0720
6. Rozman P., Bolta Z. Use of platelet growth factors in treating wounds and soft-tissue injuries // *Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat*. 2007. Vol. 16, № 4. P. 156–165.
7. Andia I. Abate M. Platelet-rich plasma: underlying biology and clinical correlates // *Regen Med*. 2013. Vol. 8, № 5. P. 645–658. doi: 10.2217/rme.13.59
8. Suchetha A., Lakshmi P., Bhat D., Mundinamane D. B., Soorya K. V., Bharwani G. A. Platelet concentration in platelet concentrates and periodontal regeneration- unscrambling the ambiguity // *Contemp Clin Dent*. 2015. Vol. 6, № 4. P. 510–516. doi: 10.4103/0976-237X
9. Zhu W., Zhu X., Huang G. T., Cheung G. S., Dissanayaka W. L., Zhang C. Regeneration of dental pulp tissue in immature teeth with apical periodontitis using platelet-rich plasma and dental pulp cells // *International Endodontic Journal*. 2013. Vol. 46, № 10. P. 962–970. doi: 10.1111/iej.12087 PMID: 23488707.
10. Dos Santos R. G., Santos G. S., Alkass N., Chiesa T. L., Azzini G. O., da Fonseca L. F., Dos Santos A. F., Rodrigues B. L., Mosaner T., Lana J. F. The regenerative mechanisms of platelet-rich plasma: A review // *Cytokine*. 2021. Vol. 144. P. 155560. doi: 10.1016/j.cyto.2021.155560 PMID: 34004552.
11. Демкин С. А. Аутологичная обогащенная тромбоцитами плазма в лечении пациентов с остеоартрозом коленного сустава (клинико-экспериментальное исследование) : дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2017. 181 с.

12. Мутова Т. В. Применение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы при наднапряженном эндотезировании передней брюшной стенки (экспериментальное исследование) : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курск, 2018. 23 с.
13. Gong T., Heng B. C., Lo E. C., Zhang C. Current Advance and Future Prospects of Tissue Engineering Approach to Dentin/Pulp Regenerative Therapy // *Stem Cells Int.* 2016. Vol. 2016. P. 9204574. doi: 10.1155/2016/9204574
14. Suchetha A., Lakshmi P., Bhat D., Mundinamane D. B., Soorya K. V., Bharwani G. A. Platelet concentration in platelet concentrates and periodontal regeneration—unscrambling the ambiguity // *Contemporary Clinical Dentistry.* 2015. Vol. 6, № 4. P. 510–516. doi: 10.4103/0976-237X
15. Huang Y., Bornstein M. M., Lambrichts I., Yu H. Y., Politis C., Jacobs R. Platelet-rich plasma for regeneration of neural feedback pathways around dental implants: a concise review and outlook on future possibilities // *International journal of oral science.* 2017. Vol. 9, № 1. P. 1–9. doi: 10.1038/ijos.2017.1
16. Meschi N., Castro A. B., Vandamme K., Quirynen M., Lambrechts P. The impact of autologous platelet concentrates on endodontic healing: a systematic review // *Platelets.* 2016. Vol. 27, № 6. P. 613–633. doi: 10.1080/09537104.2016.1226497
17. Елифанов С. А. Инновационные технологии в реконструктивной хирургии носа (клинико-экспериментальное исследование) : дис. ... д-ра мед. наук. М., 2016. 217 с.
18. Nami N., Feci L., Napoliello L., Giordano A., Lorenzini S., Galeazzi M., Rubegni P., Fimiani M. Crosstalk between platelets and PBMC: new evidence in wound healing // *Platelets.* 2016. Vol. 27, № 2. P. 143–148. doi: 10.3109/09537104.2015.1048216
19. Sundman E. A., Cole B. J., Fortier L. A. Growth factor and catabolic cytokine concentrations are influenced by the cellular composition of platelet-rich plasma // *American Journal of Sports Medicine.* 2011. Vol. 39, № 10. P. 2135–2140. doi: 10.1177/0363546511417792
20. Chan K. L., Pillon N. J., Sivaloganathan D. M., Costford S. R., Liu Z., Théret M., Chazaud B., Klip A. Palmitoleate reverses high fat-induced proinflammatory macrophage polarization via AMP-activated protein kinase (AMPK) // *Journal of Biological Chemistry.* 2015. Vol. 290, № 27. P. 16979–16988. doi: 10.1074/jbc.M115.646992
21. Shi C., Pamer E. G. Monocyte recruitment during infection and inflammation // *Nature.* 2011. Vol. 476, № 7353. P. 762–774. doi: 10.1038/nri3070
22. Bielecki T., Dohan Ehrenfest D. M., Everts P. A., Wiczowski A. The role of leukocytes from L-PRP/L-PRF in wound healing and immune defense: new perspectives // *Curr. Pharm. Biotechnol.* 2012. Vol. 13, № 7. P. 1153–1162. doi: 10.2174/138920112800624373
23. Alsousou J., Ali A., Willett K., Harrison P. The role of platelet-rich plasma in tissue regeneration // *Platelets.* 2013. Vol. 24, № 3. P. 173–182. doi: 10.3109/09537104.2012.684730
24. Lee C. H., Lee C. Y., You H. L., Wu Y. T., Chen D. P. The growth factor content as an indicator of platelet counts in platelet-rich plasma // *Clinica Chimica Acta.* 2025. Vol. 564. P. 119901. doi: 10.1016/j.cca.2024.119901
25. Marx R. E. Platelet-rich plasma: evidence to support its use // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2004. Vol. 62, № 4. P. 489–496. doi: 10.1016/j.joms.2003.12.003
26. Anitua E., Andía I., Sanchez M., Azofra J., del Mar Zaldueño M., de la Fuente M., Nurden P., Nurden A. T. Autologous preparations rich in growth factors promote proliferation and induce VEGF and HGF production by human tendon cells in culture // *Journal of Orthopaedic Research.* 2005. Vol. 23, № 2. P. 281–286. doi: 10.1016/j.orthres.2004.08.015
27. Герасименко О. В. Экспериментально-клиническое обоснование метода устранения постэкстракционных дефектов челюстей инъекционным поднадкостничным введением остеопластических материалов : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Симферополь, 2018. 19 с.

28. Cesselli D., Beltrami A. P., Rigo S., Bergamin N., D'Aurizio F., Verardo R., Piazza S., Klaric E., Fanin R., Toffoletto B., Marzinotto S., Mariuzzi L., Finato N., Pandolfi M., Leri A., Schneider C., Beltrami C. A., Anversa P. Multipotent progenitor cells are present in human peripheral blood // *Circulation Research*. 2009. Vol. 104, № 10. P. 1225–1234. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.109.195859
29. Drago J. L., Wasterlain A. S., Braun H. J., Nead K. T. Platelet-rich plasma as a treatment for patellar tendinopathy: a double-blind, randomized controlled trial // *American Journal of Sports Medicine*. 2014. Vol. 42, № 3. P. 610–618. doi: 10.1177/0363546513518416
30. Le A. D. K., Enweze L., DeBaun M. R., Drago J. L. Current Clinical Recommendations for Use of Platelet-Rich Plasma // *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018. Vol. 11, № 4. P. 624–634. doi: 10.1007/s12178-018-9527-7
31. Gupta S., Paliczak A., Delgado D. Evidence-based indications of platelet-rich plasma therapy // *Expert Review of Hematology*. 2021. Vol. 14, № 1. P. 97–108. doi: 10.1080/17474086.2021.1860002
32. Marx R. E. Platelet-rich plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? // *Implant Dent*. 2001. Vol. 10, № 4. P. 225–228. doi: 10.1097/00008505-200110000-00002
33. Gilbertie J. M., Schaer T. P., Engiles J. B., Seiler G. S., Deddens B. L., Schubert A. G., Jacob M. E., Stefanovski D., Ruthel G., Hickok H. J., Stowe D. M., Frink A., Schnabel L. V. A platelet-rich plasma-derived biologic clears *Staphylococcus aureus* biofilms while mitigating cartilage degeneration and joint inflammation in a clinically relevant large animal infectious arthritis model // *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2022. Vol. 12. P. 895022. doi: 10.3389/fcimb.2022.895022
34. Yadav S., Srivastava S., Singh G. Platelet-rich plasma exhibits anti-inflammatory effect and attenuates cardiomyocyte damage by reducing NF- κ b and enhancing VEGF expression in isoproterenol induced cardiotoxicity model // *Environmental Toxicology*. 2022. Vol. 37, № 4. P. 936–953. doi: 10.1002/tox.23456
35. Mohamed N. H., Shawkat S., Moussa M. S. Regeneration potential of bone marrow derived mesenchymal stem cells and platelet rich plasma (PRP) on irradiation-induced damage of submandibular salivary gland in albino rats // *Tissue and Cell*. 2022. Vol. 76. P. 101780. doi: 10.1016/j.tice.2022.101780.101780
36. Fang J., Wang X., Jiang W., Zhu Y., Hu Y., Zhao Y., Song X., Zhao J., Zhang W., Peng J., Wang Y. Platelet-Rich Plasma Therapy in the Treatment of Diseases Associated with Orthopedic Injuries // *Tissue Engineering Part B-Reviews*. 2020. Vol. 26, № 6. P. 571–585. doi: 10.1089/ten.TEB.2019.0292
37. Croisé B., Paré A., Joly A., Louisy A., Laure B., Goga D. Optimized centrifugation preparation of the platelet rich plasma: Literature review // *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2020. Vol. 121, № 2. P. 150–154. doi: 10.1016/j.jormas.2019.07.001
38. Sachdeva G. S., Sachdeva L. T., Goel M., Bala S. Regenerative endodontic treatment of an immature tooth with a necrotic pulp and apical periodontitis using platelet-rich plasma (PRP) and mineral trioxide aggregate (MTA): a case report // *International Endodontic Journal*. 2015. Vol. 48, № 9. P. 902–910. doi: 10.1111/iej.12407
39. Alagl A., Bedi S., Hassan K., AlHumaid J. Use of platelet-rich plasma for regeneration in non-vital immature permanent teeth: Clinical and cone-beam computed tomography evaluation // *Journal of International Medical Research*. 2017. Vol. 45, № 2. P. 583–593. doi: 10.1177/0300060517692935
40. Demir B., Sengün D., Berberoğlu A. Clinical evaluation of platelet-rich plasma and bioactive glass in the treatment of intra-bony defects // *J Clin Periodontol*. 2007. Vol. 34, № 8. P. 709–715. doi: 10.1111/j.1600-051X.2007.01108.x
41. Sallum E. A., Ribeiro F. V., Ruiz K. S., Sallum A. W. Experimental and clinical studies on regenerative periodontal therapy // *Periodontology 2000*. 2019. Vol. 79, № 1. P. 22–55. doi: 10.1111/prd.12246

42. Kaushick B. T., Jayakumar N. D., Padmalatha O., Varghese S. Treatment of human periodontal infrabony defects with hydroxyapatite + β tricalcium phosphate bone graft alone and in combination with platelet rich plasma: a randomized clinical trial // *Indian J Dent Res.* 2011. Vol. 22, № 4. P. 505–510. doi: 10.4103/0970-9290.90278
43. Gerova-Vatsova T. Investigating the Efficacy of Regenerative Therapy With Autogenous Platelet-Rich Plasma in Vertical Bone Defects // *Cureus.* 2024. Vol. 16, № 10. P. e72686. doi: 10.7759/cureus.72686
44. Yang L. C., Hu S. W., Yan M., Yang J. J., Tsou S. H., Lin Y. Y. Antimicrobial activity of platelet-rich plasma and other plasma preparations against periodontal pathogens // *J Periodontol.* 2015. Vol. 86, № 2. P. 310–318. doi: 10.1902/jop.2014.140373
45. Del Corso M., Vervelle A., Simonpieri A., Jimbo R., Inchingolo F., Sammartino G., Dohan D. M. Ehrenfest Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part 1: Periodontal and dentoalveolar surgery // *Curr Pharm Biotechnol.* 2012. Vol. 13, № 7. P. 1207–1230. doi: 10.2174/138920112800624391
46. Alissa R., Esposito M., Horner K., Oliver R. The influence of platelet-rich plasma on the healing of extraction sockets: an explorative randomised clinical trial // *Eur J Oral Implantol.* 2010. Vol. 3, № 2. P. 121–134.
47. Ogundipe O. K., Ugboko V. I., Owotade F. J. Can autologous platelet-rich plasma gel enhance healing after surgical extraction of mandibular third molars? // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2011. Vol. 69, № 9. P. 2305–2310. doi: 10.1016/j.joms.2011.02.014
48. Hanif M., Sheikh M. A. Efficacy of platelet rich plasma (PRP) on mouth opening and pain after surgical extraction of mandibular third molars // *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery.* 2021. Vol. 27, № 1. P. 9. doi: 10.1051/mbcb/2020045
49. Rutkowski J. L., Johnson D. A., Radio N. M., Fennell J. W. Platelet rich plasma to facilitate wound healing following tooth extraction // *J Oral Implantol.* 2010. Vol. 36, № 1. P. 11–23. doi: 10.1563/AAID-JOI-09-00063
50. Bagde H. S., Alam M. K., Almohammed Y. E. M., Almaqawid S. M. M., Alanazi A. W. N., Alanazi F. T. F., Sghaireen M. G. The Efficacy of Platelet-Rich Plasma as an Adjuvant to Bone Grafting in Alveolar Ridge Preservation Following Tooth Extraction // *J Pharm Bioallied Sci.* 2024. Vol. 16, № 1. P. 564–566. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_865_23
51. Sánchez A. R., Sheridan P. J., Kupp L. I. Is platelet-rich plasma the perfect enhancement factor? A current review // *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003. Vol. 18, № 1. P. 93–103.
52. Song D., Huang Y., Van Dessel J., Shujaat S., Orhan K., Vangansewinkel T., Van den Eynde K., Lambrichts I., Roskams T., Politis C., Jacobs R. Effect of platelet-rich and platelet-poor plasma on peri-implant innervation in dog mandibles // *Int J Implant Dent.* 2019. Vol. 5, № 1. P. 40. doi: 10.1186/s40729-019-0193-3
53. Taschieri S., Lolato A., Ofer M., Testori T., Francetti L., Del Fabbro M. Immediate post-extraction implants with or without pure platelet-rich plasma: a 5-year follow-up study // *Oral Maxillofac Surg.* 2017. Vol. 21, № 2. P. 147–157. doi: 10.1007/s10006-017-0609-2
54. Huang Y., Li Z., Van Dessel J., Salmon B., Huang B., Lambrichts I., Politis C., Jacobs R. Effect of platelet-rich plasma on peri-implant trabecular bone volume and architecture: A preclinical micro-CT study in beagle dogs // *Clin Oral Implants Res.* 2019. Vol. 30, № 12. P. 1190–1199. doi: 10.1111/clr.13532
55. Cömert Kılıç S., Güngörmüş M., Parlak S. N. Histologic and histomorphometric assessment of sinus-floor augmentation with beta-tricalcium phosphate alone or in combination with pure-platelet-rich plasma or platelet-rich fibrin: A randomized clinical trial // *Clin Implant Dent Relat Res.* 2017. Vol. 19, № 5. P. 959–967. doi: 10.1111/cid.12522
56. Микляев С. В. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы крови человека при лечении хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2018. 28 с.

57. Маланин Д. А., Трегубов А. С., Демещенко М. В., Черезов Л. Л. PRP-терапия при остеоартрите крупных суставов. Волгоград : Изд-во ВолГМУ, 2018. 49 с.
58. Singh A. V. *Clinical Implantology*. Elsevier, 2013. 688 p.

References

1. Kumaran M. Platelet-rich plasma in dermatology: Boon or a bane? *Ind J Dermatol Venereol Leprol*. 2014;80(1):5–14. doi: 10.4103/0378-6323.125467
2. Okuda K., Kawase T., Momose M., Murata M., Saito Y., Suzuki H., Wolff L. F., Yoshie H. Platelet-rich plasma contains high levels of platelet derived growth factors and transforming growth factor beta and modulates the proliferation of periodontal related cells in vitro. *Journal of Periodontal Research*. 2003;74(6):849–857. doi: 10.1902/jop.2003.74.6.849
3. Nikolidakis D., Jansen J.A. The biology of platelet-rich plasma and its application in oral surgery: literature review. *Tissue Eng. Part B Rev*. 2008;14(3):249–258. doi: 10.1089/ten.teb.2008.0062
4. Lana J.F.S.D., Purita J., Paulus C., Huber S.C., Rodrigues B.L., Rodrigues A.A., Santana M.H., Madureira J.L., MalheirosLuzo A.C., Belangero W.D., Annichino-Bizzacchi J.M. Contributions for Classification of Platelet Rich Plasma – Proposal of a New Classification. *Regenerative Medicine*. 2017;12(5):565–574. doi: 10.2217/rme-2017-0042
5. Nurden A.T. Platelets, inflammation and tissue regeneration. *Thromb Haemost*. 2011;105(1):13–33. doi: 10.1160/THS10-11-0720
6. Rozman P., Bolta Z. Use of platelet growth factors in treating wounds and soft-tissue injuries. *Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat*. 2007;16(4):156–165.
7. Andia I. Abate M. Platelet-rich plasma: underlying biology and clinical correlates. *Regen Med*. 2013;8(5):645–658. doi: 10.2217/rme.13.59
8. Suchetha A., Lakshmi P., Bhat D., Mundinamane D.B., Soorya K.V., Bharwani G.A. Platelet concentration in platelet concentrates and periodontal regeneration–unscrambling the ambiguity. *Contemp Clin Dent*. 2015;6(4):510–516. doi: 10.4103/0976-237X
9. Zhu W., Zhu X., Huang G.T., Cheung G.S., Dissanayaka W.L., Zhang C. Regeneration of dental pulp tissue in immature teeth with apical periodontitis using platelet-rich plasma and dental pulp cells. *International Endodontic Journal*. 2013;46(10):962–970. doi: 10.1111/iej.12087 PMID: 23488707.
10. Dos Santos R.G., Santos G.S., Alkass N., Chiesa T.L., Azzini G.O., da Fonseca L.F., Dos Santos A.F., Rodrigues B.L., Mosaner T., Lana J.F. The regenerative mechanisms of platelet-rich plasma: A review. *Cytokine*. 2021;144:155560. doi: 10.1016/j.cyto.2021.155560 PMID: 34004552.
11. Demkin S.A. *Autologous platelet-rich plasma in the treatment of patients with knee osteoarthritis (clinical and experimental study)*. PhD dissertation. Volgograd, 2017:181. (In Russ.)
12. Mutova T.V. *The use of platelet-rich autoplasm in supra-neurotic endoprosthesis of the anterior abdominal wall (experimental study)*. PhD abstract. Kursk, 2018:23. (In Russ.)
13. Gong T., Heng B.C., Lo E.C., Zhang C. Current Advance and Future Prospects of Tissue Engineering Approach to Dentin/Pulp Regenerative Therapy. *Stem Cells Int*. 2016;2016:9204574. doi: 10.1155/2016/9204574
14. Suchetha A., Lakshmi P., Bhat D., Mundinamane D.B., Soorya K.V., Bharwani G.A. Platelet concentration in platelet concentrates and periodontal regeneration–unscrambling the ambiguity. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2015;6(4):510–516. doi: 10.4103/0976-237X
15. Huang Y., Bornstein M.M., Lambrechts I., Yu H.Y., Politis C., Jacobs R. Platelet-rich plasma for regeneration of neural feedback pathways around dental implants: a concise

- review and outlook on future possibilities. *International journal of oral science*. 2017;9(1):1–9. doi: 10.1038/ijos.2017.1
16. Meschi N., Castro A.B., Vandamme K., Quirynen M., Lambrechts P. The impact of autologous platelet concentrates on endodontic healing: a systematic review. *Platelets*. 2016;27(6):613–633. doi: 10.1080/09537104.2016.1226497
 17. Epifanov S.A. *Innovative technologies in reconstructive surgery of the nose (clinical and experimental study)*. DSc dissertation. Moscow, 2016:217. (In Russ.)
 18. Nami N., Feci L., Napoliello L., Giordano A., Lorenzini S., Galeazzi M., Rubegni P., Fimiani M. Crosstalk between platelets and PBMC: new evidence in wound healing. *Platelets*. 2016;27(2):143–148. doi: 10.3109/09537104.2015.1048216
 19. Sundman E.A., Cole B.J., Fortier L.A. Growth factor and catabolic cytokine concentrations are influenced by the cellular composition of platelet-rich plasma. *American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(10):2135–2140. doi: 10.1177/0363546511417792
 20. Chan K.L., Pillon N.J., Sivaloganathan D.M., Costford S.R., Liu Z., Théret M., Chazaud B., Klip A. Palmitoleate reverses high fat-induced proinflammatory macrophage polarization via AMP-activated protein kinase (AMPK). *Journal of Biological Chemistry*. 2015;290(27):16979–16988. doi: 10.1074/jbc.M115.646992
 21. Shi C., Pamer E.G. Monocyte recruitment during infection and inflammation. *Nature*. 2011;11(11):762–774. doi: 10.1038/nri3070
 22. Bielecki T., Dohan Ehrenfest D.M., Everts P.A., Wiczowski A. The role of leukocytes from L-PRP/L-PRF in wound healing and immune defense: new perspectives. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 2012;13(7):1153–1162. doi: 10.2174/138920112800624373
 23. Alsousou J., Ali A., Willett K., Harrison P. The role of platelet-rich plasma in tissue regeneration. *Platelets*. 2013;24(3):173–182. doi: 10.3109/09537104.2012.684730
 24. Lee C.H., Lee C.Y., You H.L., Wu Y.T., Chen D.P. The growth factor content as an indicator of platelet counts in platelet-rich plasma. *Clinica Chimica Acta*. 2025;564:119901. doi: 10.1016/j.cca.2024.119901
 25. Marx R.E. Platelet-rich plasma: evidence to support its use. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2004;62(4):489–496. doi: 10.1016/j.joms.2003.12.003
 26. Anitua E., Andía I., Sanchez M., Azofra J., del Mar Zaldueño M., de la Fuente M., Nurden P., Nurden A.T. Autologous preparations rich in growth factors promote proliferation and induce VEGF and HGF production by human tendon cells in culture. *Journal of Orthopaedic Research*. 2005;23(2):281–286. doi: 10.1016/j.orthres.2004.08.015
 27. Gerasimenko O.V. *Experimental and clinical substantiation of the method of eliminating post-extraction jaw defects by the injection of osteoplastic materials into the subcutaneous tissue*. PhD abstract. Simferopol', 2018:19. (In Russ.)
 28. Cesselli D., Beltrami A.P., Rigo S., Bergamin N., D'Aurizio F., Verardo R., Piazza S., Klaric E., Fanin R., Toffoletto B., Marzinotto S., Mariuzzi L., Finato N., Pandolfi M., Leri A., Schneider C., Beltrami C.A., Anversa P. Multipotent progenitor cells are present in human peripheral blood. *Circulation Research*. 2009;104(10):1225–1234. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.109.195859
 29. Dragoo J.L., Wasterlain A.S., Braun H.J., Nead K.T. Platelet-rich plasma as a treatment for patellar tendinopathy: a double-blind, randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*. 2014;42(3):610–618. doi: 10.1177/0363546513518416
 30. Le A.D.K., Enweze L., DeBaun M.R., Dragoo J.L. Current Clinical Recommendations for Use of Platelet-Rich Plasma. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(4):624–634. doi: 10.1007/s12178-018-9527-7
 31. Gupta S., Paliczak A., Delgado D. Evidence-based indications of platelet-rich plasma therapy. *Expert Review of Hematology*. 2021;14(1):97–108. doi: 10.1080/17474086.2021.1860002
 32. Marx R.E. Platelet-rich plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? *Implant Dent*. 2001;10(4):225–228. doi: 10.1097/00008505-200110000-00002

33. Gilbertie J.M., Schaer T.P., Engiles J.B., Seiler G.S., Deddens B.L., Schubert A.G., Jacob M.E., Stefanovski D., Ruthel G., Hickok H.J., Stowe D.M., Frink A., Schnabel L.V. A platelet-rich plasma-derived biologic clears *Staphylococcus aureus* biofilms while mitigating cartilage degeneration and joint inflammation in a clinically relevant large animal infectious arthritis model. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2022;12:895022. doi: 10.3389/fcimb.2022.895022.895022
34. Yadav S., Srivastava S., Singh G. Platelet-rich plasma exhibits anti-inflammatory effect and attenuates cardiomyocyte damage by reducing NF- κ b and enhancing VEGF expression in isoproterenol induced cardiotoxicity model. *Environmental Toxicology*. 2022;374:936–953. doi: 10.1002/tox.23456
35. Mohamed N.H., Shawkat S., Moussa M.S. Regeneration potential of bone marrow derived mesenchymal stem cells and platelet rich plasma (PRP) on irradiation-induced damage of submandibular salivary gland in albino rats. *Tissue and Cell*. 2022;76:101780. doi: 10.1016/j.tice.2022.101780.101780
36. Fang J., Wang X., Jiang W., Zhu Y., Hu Y., Zhao Y., Song X., Zhao J., Zhang W., Peng J., Wang Y. Platelet-Rich Plasma Therapy in the Treatment of Diseases Associated with Orthopedic Injuries. *Tissue Engineering Part B-Reviews*. 2020;26(6):571–585. doi: 10.1089/ten.TEB.2019.0292
37. Croisé B., Paré A., Joly A., Louisy A., Laure B., Goga D. Optimized centrifugation preparation of the platelet rich plasma: Literature review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2020;121(2):150–154. doi: 10.1016/j.jormas.2019.07.001
38. Sachdeva G.S., Sachdeva L.T., Goel M., Bala S. Regenerative endodontic treatment of an immature tooth with a necrotic pulp and apical periodontitis using platelet-rich plasma (PRP) and mineral trioxide aggregate (MTA): a case report. *International Endodontic Journal*. 2015;48(9):902–910. doi: 10.1111/iej.12407
39. Alagl A., Bedi S., Hassan K., AlHumaid J. Use of platelet-rich plasma for regeneration in non-vital immature permanent teeth: Clinical and cone-beam computed tomography evaluation. *Journal of International Medical Research*. 2017;45(2):583–593. doi: 10.1177/0300060517692935
40. Demir B., Sengün D., Berberoğlu A. Clinical evaluation of platelet-rich plasma and bioactive glass in the treatment of intra-bony defects. *J Clin Periodontol*. 2007;34(8):709–715. doi: 10.1111/j.1600-051X.2007.01108.x
41. Sallum E.A., Ribeiro F.V., Ruiz K.S., Sallum A.W. Experimental and clinical studies on regenerative periodontal therapy. *Periodontology* 2000. 2019;79(1):22–55. doi: 10.1111/prd.12246
42. Kaushick B.T., Jayakumar N.D., Padmalatha O., Varghese S. Treatment of human periodontal infrabony defects with hydroxyapatite + β tricalcium phosphate bone graft alone and in combination with platelet rich plasma: a randomized clinical trial. *Indian J Dent Res*. 2011;22(4):505–510. doi: 10.4103/0970-9290.90278
43. Gerova-Vatsova T. Investigating the Efficacy of Regenerative Therapy With Autogenous Platelet-Rich Plasma in Vertical Bone Defects. *Cureus*. 2024;16(10):e72686. doi: 10.7759/cureus.72686
44. Yang L.C., Hu S.W., Yan M., Yang J.J., Tsou S.H., Lin Y.Y. Antimicrobial activity of platelet-rich plasma and other plasma preparations against periodontal pathogens. *J Periodontol*. 2015;86(2):310–318. doi: 10.1902/jop.2014.140373
45. Del Corso M., Vervelle A., Simonpieri A., Jimbo R., Inchingolo F., Sammartino G., Do-han D.M. Ehrenfest Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part 1: Periodontal and dentoalveolar surgery. *Curr Pharm Biotechnol*. 2012;13(7):1207–1230. doi: 10.2174/138920112800624391
46. Alissa R., Esposito M., Horner K., Oliver R. The influence of platelet-rich plasma on the healing of extraction sockets: an explorative randomised clinical trial. *Eur J Oral Im-plantol*. 2010;3(2):121–134.

47. Ogundipe O.K., Ugboko V.I., Owotade F.J. Can autologous platelet-rich plasma gel enhance healing after surgical extraction of mandibular third molars? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011;69(9):2305–2310. doi: 10.1016/j.joms.2011.02.014
48. Hanif M., Sheikh M.A. Efficacy of platelet rich plasma (PRP) on mouth opening and pain after surgical extraction of mandibular third molars. *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery*. 2021;27(1):9. doi: 10.1051/mbcb/2020045
49. Rutkowski J.L., Johnson D.A., Radio N.M., Fennell J.W. Platelet rich plasma to facilitate wound healing following tooth extraction. *J Oral Implantol*. 2010;36(1):11–23. doi: 10.1563/AAID-JOI-09-00063
50. Bagde H.S., Alam M.K., Almohammed Y.E.M., Almaqawid S.M.M., Alanazi A.W.N., Alanazi F.T.F., Sghaireen M.G. The Efficacy of Platelet-Rich Plasma as an Adjunct to Bone Grafting in Alveolar Ridge Preservation Following Tooth Extraction. *J Pharm Biomed Sci*. 2024;16(1):564–566. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_865_23
51. Sánchez A.R., Sheridan P.J., Kupp L.I. Is platelet-rich plasma the perfect enhancement factor? A current review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(1):93–103.
52. Song D., Huang Y., Van Dessel J., Shujaat S., Orhan K., Vanganswinkel T., Van den Eynde K., Lambrichts I., Roskams T., Politis C., Jacobs R. Effect of platelet-rich and platelet-poor plasma on peri-implant innervation in dog mandibles. *Int J Implant Dent*. 2019;5(1):40. doi: 10.1186/s40729-019-0193-3
53. Taschieri S., Lolato A., Ofer M., Testori T., Francetti L., Del Fabbro M. Immediate post-extraction implants with or without pure platelet-rich plasma: a 5-year follow-up study. *Oral Maxillofac Surg*. 2017;21(2):147–157. doi: 10.1007/s10006-017-0609-2
54. Huang Y., Li Z., Van Dessel J., Salmon B., Huang B., Lambrichts I., Politis C., Jacobs R. Effect of platelet-rich plasma on peri-implant trabecular bone volume and architecture: A preclinical micro-CT study in beagle dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2019;30(12):1190–1199. doi: 10.1111/clr.13532
55. Cömert Kılıç S., Güngörmüş M., Parlak S.N. Histologic and histomorphometric assessment of sinus-floor augmentation with beta-tricalcium phosphate alone or in combination with pure-platelet-rich plasma or platelet-rich fibrin: A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017;19(5):959–967. doi: 10.1111/cid.12522
56. Miklyayev S.V. *Using platelet-rich human plasma in the treatment of mild chronic generalized periodontitis*. PhD abstract. Saratov, 2018:28. (In Russ.)
57. Malanin D.A., Tregubov A.S., Demeshchenko M.V., Cherezov L.L. *PRP-terapiya pri osteoartrite krupnykh sustavov = PRP therapy for osteoarthritis of large joints*. Volgograd: Izd-vo VolgGMU, 2018:49. (In Russ.)
58. Singh A.V. *Clinical Implantology*. Elsevier, 2013:688.

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Олеговна Илюнина

кандидат медицинских наук, доцент
кафедры стоматологии, Медицинский
институт, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: olya.ilunina@yandex.ru

Olga O. Ilunina

Candidate of medical sciences, associate
professor of the sub-department
of dentistry, Medical Institute,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Лариса Алексеевна Зюлькина

доктор медицинских наук, доцент,
заведующий кафедрой стоматологии,
Медицинский институт, Пензенский
государственный университет (Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: larisastom@yandex.ru

Larisa A. Ziulkina

Doctor of medical sciences, associate
professor, head of the sub-department
of dentistry, Medical Institute,
Penza State University (40 Krasnaya
street, Penza, Russia)

Владислав Валерьевич Щетинин

генеральный директор, ООО «Центр имплантологии и эстетической медицины ДЕНТОРА» (Россия, г. Ставрополь, ул. 50 лет ВЛКСМ, 16и, офис 115)

E-mail: info.dentora.ru

Vladislav V. Shchetinin

Director general, “Center of Implantology and Aesthetic Medicine DENTORA” LLC (office 115, 16i 50 let VLKSM street, Stavropol, Russia)

Евгений Николаевич Шастин

кандидат медицинских наук, главный врач, ООО «БАЛЬДАР» (Россия, г. Краснодар, ул. Северная, 400 / ул. Янковского, 170)

E-mail: bracet@mail.ru

Evgeniy N. Shastin

Candidate of medical sciences, head physician, “BALDAR” LLC (400 Severnaya street / 170 Yankovskogo street, Krasnodar, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 15.02.2025

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 13.03.2025

Принята к публикации / Accepted 29.03.2025