ВЕСТНИК НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ – 2024 – Т. 31, № 4 – С. 14–22

JOURNAL OF NEW MEDICAL TECHNOLOGIES – 2024 – Vol. 31, № 4 – P. 14–22

УДК: 61 DOI: 10.24412/1609-2163-2024-4-14-22 EDN LSBBOK

К ВОПРОСУ О ПРАКТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ БОГАТОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПЛАЗМЫ ПРИ ПАТОЛОГИИ ОСЕВОГО СКЕЛЕТА (обзор литературы)

Д.Ю. МУХАМЕДОВ[*], В.А. БОЧАРОВ[*], О.В. ЕРМИЛОВ[**,***]

[*]ООО «Неврологическая клиника», Белгородский пр-т, д. 40А, г. Белгород, 308001, Россия
[**]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», ул. Некрасова, д. 8/9 г, г. Белгород, 308007, Россия
[***]ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», ул. Некрасова, д. 8/9 г, г. Белгород, 308007, Россия

Аннотация. Богатая тромбоцитами плазма (*PRP – platelet-rich plasma*) зарекомендовала себя как достаточно безопасный и эффективный метод тканевой инженерии и клеточной терапии. В его основе лежит биологический потенциал содержащихся в обогащенной плазме ростовых факторов, а также других биологически активных молекул. В настоящее время такой вариант лечения находит все большее практическое применение, в частности, в области дерматологии и косметологии. Также отмечены некоторые положительные эффекты ее использования в комплексной терапии некоторых патологических состояний опорно-двигательного аппарата и осевого скелета. Это в первую очередь относится к травматическим повреждениям сухожилий и связок, а также хроническим воспалительно-дегенеративным заболеваниям суставов. К сожалению, результаты большей части подобных исследований остаются противоречивыми. С одной стороны, необходимо признать, что значительная часть таких испытаний обладает дизайном низкого качества, с другой — диапазон методов объективизации результатов здесь весьма ограничен и часто основывается на субъективной оценке испытуемых. И, наконец, сама плазма является весьма неоднородной в физико-химическом и клеточном плане субстанция, на состав которой влияет большое количество факторов. В настоящем обзоре рассмотрены некоторые аспекты практического использования *PRP*-терапии и ее перспективы при различной патологии позвоночного столба.

Ключевые слова: богатая тромбоцитами плазма, *PRP*-терапия, опорно-двигательный аппарат.

ON THE PRACTICAL APPLICATION OF PLATELET-RICH PLASMA IN THE PATHOLOGY OF THE AXIAL SKELETON (literature review)

D.Yu. MUKHAMEDOV[*], V.A. BOCHAROV[*], O.V. ERMILOV[**,***]

[*]LLC "Neurological Clinic", 40A Belgorod Ave., Belgorod, 308001, Russia
[**]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», 8/9 Nekrasov Str., Belgorod, 308007, Russia
[***]Regional State Budgetary Healthcare Institution «Saint Ioasaf Belgorod Region Clinical Hospital», 8/9 Nekrasov Str., Belgorod, 308007, Russia

Abstract. Platelet–rich plasma (*PRP*) has proven to be a relatively safe and effective method of tissue engineering and cell therapy. It is based on the biological potential of growth factors contained in enriched plasma, as well as other biologically active molecules. Currently, this treatment option is finding increasing practical application, in particular in the field of dermatology and cosmetology. Some positive effects of its use in the complex therapy of certain pathological conditions of the musculoskeletal system and the axial skeleton have also been noted. This primarily applies to traumatic injuries of tendons and ligaments, as well as chronic inflammatory and degenerative joint diseases. Unfortunately, the results of most of these studies remain contradictory. On the one hand, it must be taken very judiciously that a significant part of such explorations has a low—quality design, on the other hand, the range of methods for objectifying the results here is very limited and is often based on a subjective assessment of the subjects. And finally, plasma itself is a very heterogeneous substance in physico-chemical and cellular terms, whose composition is influenced by a large number of factors. This review examines some aspects of the practical use of *PRP* therapy and its prospects for various spine pathologies.

Keywords: platelet-rich plasma, PRP therapy, musculoskeletal system.

Введение. *PRP (platelet-rich plasma, богатая тромбоцитами плазма)*-терапия является относительно новым методом локальной стимуляции процессов регенерации. В его основе лежит мощный биологический потенциал содержащихся в обогащенной плазме ростовых факторов (тромбоцитарный фактор роста, трансформирующий фактор роста, фактор роста эндотелия сосудов, эпидермальный (эпителиальный) фактор роста, фактор роста гепатоцитов, фактор роста фибробластов, инсулиноподобный фактор роста-1), а также других биологически активных молекул [29].

Основная часть. Среди благоприятных эффектов терапевтического воздействия такого варианта

лечения значатся интенсификация процессов регенерации костной, хрящевой и эпителиальной тканей, улучшение микроциркуляции и метаболизма, стимуляция местного иммунитета, хотя многие из имеющихся научных данных о таких результатах получены, в первую очередь, в экспериментальных моделях [17, 26].

Например, *Cavallo C., et al.* оценивали *in vitro* влияние различных вариантов *PRP* на активность хондроцитов, полученных из суставного хряща пациентов с остеоартритом. Из крови 10 добровольцев были приготовлены 3 варианта плазмы: с относительно низкой концентрацией тромбоцитов и лейкоцитов (*P-PRP*), с высокой концентрацией тромбоцитов и лейкоцитов (*L-PRP*), с низким содержанием тромбоцитов (*PPP*). *L-PRP* содержала самые высокие концентрации ростовых факторов и цитокинов. Все три препарата стимулировали активность хондроцитов на протяжении всего периода культивирования. При этом, *P-PRP* в большей степени индуцировала клеточную активность, чем два других варианта *PRP*. Это выражалось в повышении экспрессии коллагена II типа и аггрекана (хрящевой специфичный протеогликановый ядерный белок или протеогликановый хондроитинсульфат 1 — основной протеогликан хрящевого матрикса). *L-PRP* способствовала наибольшей экспрессии гена синтазы гиалуроновой кислоты-2 и выработке гиалуроната по сравнению. При этом, вопрос об оптимальном варианте *PRP*, необходимом ее объеме, схеме применения остался открытым [8]. *Moussa M., et al. in vitro* также обнаружили, что *PRP* способствовала интенсификации пролиферации и ингибированию апоптоза хондроцитов, полученных от больных остеоартритом. Она также активировала коллагеногенез и синтез аггрегана [30].

Marques L.F., et al. в своем обзоре указывают, что содержащиеся в *PRP* основные костные морфогенетические белки являются важными регуляторами физиологии костной ткани. Многочисленные ростовые факторы активно участвуют ее регенерации посредством миграции, пролиферации и дифференцировки остеобластов. В животных моделях костной травмы использование *PRP* ассоциировалось с ускорением процессов консолидации дефекта [28].

de Castro M.V., et al. на животной модели поврежденных корешков спинного мозга обнаружили, что *PRP* частично восстанавливала двигательные рефлексы. Это указывало на рост первичных афферентных волокон из ганглиев дорсального корешка в спинной мозг без активизации глии [13]. *Zhu Y., et al.* изучали эффекты *PRP* в условиях экспериментальной компрессии седалищного нерва. Результаты показали, что *PRP* обладает способностью стимулировать пролиферацию и регенерацию нейронов [51].

Тем не менее, полученные в ходе таких экспериментов результаты трудно экстраполировать на человеческую популяцию [17, 26]. Клинический потенциал *PRP* во многих аспектах до сих пор остается неуточненным. Это связано не только с неоднородностью дизайна проводимых исследований, зачастую низкого качества [14, 26, 44], но и целым рядом сторонних факторов. Например, на количество форменных элементов влияет тип используемого оборудования.

Degen R.M., et al. оценивали клеточные концентрации в *PRP*, полученной с помощью пяти различных систем центрифугирования (*Arthrex Angel, Emcyte Genesis CS, Arteriocyte Magellan, Harvest SmartPrep, Biomet GPS III*). Концентрация лейкоцитов варьировала в разных системах, однако достоверные различия были обнаружены только между препаратами *Angel* 2% и *GPS III* (11,0 ± 4,5, 27,3 ± 7,1 к/мкл): содержание нейтрофилов было значительно ниже в препаратах *Angel* 2 % и 7 % по сравнению с *GPS III* (0,6 ± 0,6 и 1,8 ± 1,3 к/мкл против 9,4 ± 7,0 к/мкл). Концентрация эритроцитов была самой высокой в *PRP*, полученной с помощью *SmartPrep* (3,2 ± 0,6 М/мкл) и *Genesis CS* (3,1 ± 0,6 м/мкл) по сравнению с остальными системами (⩽ 1,1 ± 1,2 м/мкл). Наконец, плазма системы *SmartPrep* характеризовалась самым низким значением *pH* (6,95 ± 0,06) [14].

Технологические особенности получения плазмы подразумевают множество вариантов ее клеточного и молекулярного состава [14, 17]. В частности, *Everts P., et al.* предлагают следующую классификацию *PRP* концентратов: обогащенный тромбоцитами фибрин (*PRF platelet-rich fibrin; A-PRF, advanced platelet-rich fibrin*), аутологичная кондиционированная плазма (*ACP, autologous conditioned plasma*), аутологичные факторы роста (*AGF, autologous growth factors*), аутологичный тромбоцитарный гель (*autologous platelet gel, APG*), клиническая плазма, богатая тромбоцитами (*C-PRP, clinical platelet-rich plasma*), богатый тромбоцитами инъекционный фибрин (*i-PRF, injectable platelet-rich fibrin*), бедная лейкоцитами и богатая тромбоцитами плазма (*LP-PRP*), богатая лейкоцитами и богатая тромбоцитами плазма (*LR-PRP, leukocyte-rich platelet-rich plasma*), концентрат тромбоцитарного фактора (*PFC, platelet-derived factor concentrate*), богатая тромбоцитами чистая плазма (*P-PRP, pure platelet-rich plasma*), тромбоцитарно-фибриновый клей (*PFS, platelet fibrin sealant*), тромбоцитарно-лейкоцитарный гель (*PLG, platelet-leukocyte gel*), богатый тромбоцитами фибриновый матрикс (*PRFM, platelet-rich fibrin matrix*), концентрат факторов роста (*PRGF, preparation rich in growth factors*) [17]. Представленная классификация остается в известной степени условной.

Боль, связанная с патологией опорно-двигательного аппарата. является одним из самых распространенных симптомов в клинической практике. *PRP*-терапия, по-видимому, способна купировать болевой синдром и улучшать функциональное состояние костно-мышечной системы [40]. Показано, что активированные тромбоциты высвобождают

значительное количество как проинфламматорных, так и противовоспалительных медиаторов. Эти клетки также могут быть ответственными за анальгетический эффект *PRP* [17, 26]. Предполагается, что в его основе лежит наличие в тромбоцитарных гранулах большого количества 5-гидрокситриптамина [17].

Травмы и дегенеративно-воспалительные изменения осевого скелета, связанного с ним мышечного и связочного аппарата являются распространенными причинами болевого синдрома и инвалидизации населения, создавая колоссальное бремя нагрузки на мировое здравоохранение и экономику. Они оказывают значительное влияние на функциональные возможности позвоночного столба. Высокая персистирующая механическая нагрузка и ограниченная способность к регенерации этой части опорно-двигательного аппарата создают высокие риски развития хронизации патологических процессов. В основе болевого синдрома лежит спектр различных типов боли, которые часто накладываются друг на друга. Этот симптомокомплекс может быть связан с патологией мягких тканей, межпозвонковых суставов и дисков, крестцово-подвздошного сочленения, сосудисто-нервных структур [40].

Систематические обзоры и мета-анализы показали, что *PRP* может быть эффективной при лечении дискогенной, корешковой, фасеточной и подвздошно-крестцовой боли, однако уровни достоверности исследований в значительной степени различаются. Кроме этого, в настоящий момент существует мало качественных испытаний, включавших большие когорты пациентов.

Jenis L.G., et al. провели проспективное когортное исследование по изучению влияния аутологичных факторов роста, содержащихся в *PRP*, на процессы регенерации в поясничном отделе позвоночника с рентгенологической оценкой таких результатов. Тридцати семи пациентам со спондилолистезом, протрузиями дисков и выраженным длительным болевым синдромом осуществлен спондилодез на уровне *L*2–*S*1. Проведено 2 варианта оперативного вмешательства: у 22 пациентов использовался аутотрансплантат, а у 15 лиц – аллотрансплантат с *PRP*. Клинико-рентгенологические исходы были одинаковыми в обеих группах. Результаты рентгенографического контроля через 12 и 24 месяцев показали 85 %-ную эффективность в первой группе 89 %-ную в исследуемой. Авторы приходят к выводу, что использование *PRP* в сочетании с аллотрансплантатом эквивалентно по результатам с применением аутотрансплантата. Одновременно, такой вариант исключает любые потенциальные осложнения, связанные с извлечением костного трансплантата из гребня подвздошной кости [21].

Manini D.R., et al. выполнили мета-анализ эффективности применения спондилодеза. В части исследований, включивших 713 пациентов, использовалась *PRP*. Были продемонстрированы значительные преимущества ее включения в протокол оперативного вмешательства. По сравнению с контролем у таких испытуемых отмечался более интенсивный остеогенез [27]. С другой стороны, *Ji-jun H., et al.* [22] в том же году, а *Muthu S., et al.* [32] в более поздней публикации, не смогли подтвердить подобные выводы. Они констатируют отсутствие необходимости в использовании *PRP*-терапии в качестве адъювантного метода при спондилодезе. Более того, в одном из последних аналогичных обзоров было показано даже замедление скорости остеогенеза при таком варианте оперативного вмешательства [50].

El tabl MA, et al. провели сравнительный анализ отдаленных последствий введения *PRP* в капсулу фасеточного сустава (n = 50) и хирургического вмешательства (n = 50) у пациентов с дегенеративным спондилолистезом. В обеих группа отмечалось уменьшение клинической симптоматики и рост показателей функционального состояния пораженного отдела позвоночника. Констатирована эффективность и высокий профиль безопасности такого метода. Авторы рекомендуют *PRP*-терапию пациента с симптомным дегенеративным спондилолистезом 1 степени как метод выбора, особенно в случае невозможности выполнения оперативного вмешательства или отказа пациента от него [16].

Внутридисковые инъекции *PRP* могут быть достаточно эффективным методом лечения дегенеративных заболеваний межпозвоночных дисков, связанной с болевым синдромом [40]. *Tuakli-Wosornu Y.A., et al* оценивали эффекты однократных инъекций *PRP* в межпозвоночные диски, у пациентов с дегенеративными изменениями позвоночника. В проспективном двойном слепом *рандомизированном клиническом исследовании* (РКИ) участвовало 47 пациентов (основная группа, n = 29; контроль, n = 18). Собирались данные субъективной оценки пациентами своего состояния. За 8 недель наблюдения у участников основной группы наблюдались статистически значимое улучшение показателей *FRI, NRS Best Pain u NASS*. Авторы заключают, что имеющиеся результаты необходимо принимать во внимание, однако судить об эффективности предлагаемой методики с позиции исключительно субъективного отношения испытуемых недостаточно [41].

Hirase T., et al. [20] и *Chang, Y., et al.* [9] в своих мета-анализах отметили, что внутридисковое введение препаратов плазмы способно снижать интенсивность болевого синдрома. При этом методы объективного контроля не обнаруживали значимого улучшения структуры межпозвоночных дисков. Констатируется необходимость более качественных исследований. Аналогичное мнение высказали *Muthu S., et al.* в своем более позднем исследовании [31].

Zielinski M.A. et al. провели двойное слепое РКИ эффективности использования *PRP* в лечении

хронической дискогенной боли. Клинически значимое улучшение в обеих группах было отмечено чуть более чем у 30 % пациентов. Таким образом, эффективность *PRP* в данным испытании была сомнительна. Здесь также отсутствовала какая-либо корреляция применения такой методики с антропометрическими и гендерными характеристиками участвовавших в исследовании пациентов [52].

Крестцово-подвздошное сочленение является одной из наиболее распространенных причин хронического болевого синдрома, на долю которого приходится 15-30 % пациентов с жалобами на боли в поясничной области [11]. Оно также является наиболее вероятным источником люмбалгии у пациентов, переносивших оперативные вмешательства на поясничо-крестцовом отделе позвоночника [42]. При этом, сложная топографическая анатомия этой области является причиной высокой частоты диагностических ошибок и, как следствие, неадекватной терапии. Таким образом, болевой синдром, связанный с патологией крестцово-подвздошного сочленения, представляет достаточно сложную клиническую ситуацию.

Urits I., et al. в своем обзоре 2019 года указывают, что полученные ранее данные, как *in vitro*, так и *in vivo* в животных моделях, частично находят в свое подтверждение в клинических испытаниях на людях. Ряд исследований показал, что *PRP*-терапия может быть весьма полезной для купирования болевого синдрома, связанного с патологией крестцово-подвздошного сочленения и фасет-синдромом. При этом, они подчеркивают тот факт, что относительно скудное количество имеющихся данных является причиной невозможности дать более глубокую объективную оценку эффективности *PRP*-терапии при патологии осевого скелета [43].

В ходе 3-летнего наблюдения за 34 пациентами *Won S.J., et al.* обнаружили, что использование плазмы в долгосрочной перспективе снижает интенсивность люмбалгии, а использование ее в комбинации с лидокаином обладает еще более выраженным действием [47].

Wallace P., et al. изучали эффективность *PRP* в ситуации патологии крестцово-подвздошного сочленения. В это проспективное нерандомизированное интервенционное исследование было включено 50 пациентов с симптомами заболевания. Оценивались короткосрочные и долгосрочные эффекты вводимой под УЗ-контролем плазмы. Было показано, что такой метод лечения благотворно влияет на болевой синдром и функциональное состояние. Однако, эти эффекты проявлялись в первые недели после манипуляции. Они достигали пика к концу 2-ой, по истечении 4-ой начинали уменьшаться, а через 6 месяцев вовсе себя не обнаруживали. Авторы заключают, что *PRP*-терапия, выполняемая под УЗ-контролем эффективна, однако требует регулярного повторения [45]. К аналогичным выводам пришли и *Singla V., et al.* в похожем более раннем исследовании [38]. При этом, как и в случае плантарного фасциита *Chen A.S., et al.* в своем двойном слепом РКИ констатировали превосходство внутрисуставного введения кортикостероидов при сакроилеите [10].

Помимо крестцово-подвздошного сочленения, патология, связанная с воспалительно-дегенеративными изменениями фасеточных (межпозвонковых, дугоотросчатых) суставов, также является одной из основных причин болевого синдрома в спине, особенно области поясницы [2, 3, 24, 33, 40]. По разным данным, фасет-синдром является причиной вертеброгенной боли в 15-45 % случаев [5, 15]. В его основе, как правило, лежат дегенеративные изменения сустава, спондилолистез, реже такими причинами могут быть травмы и гнойно-воспалительные заболевания [33, 36].

К сожалению, клинические признаки и методы визуализации не могут однозначно указывать на то, является ли именно фасеточный сустав источником конкретного болевого синдрома у пациента или нет. Поэтому блокады с анестетиками и кортикостероидами являются наиболее эффективным методом не только лечения, но и дифференциальной диагностики патологического состояния. Эти суставы имеют большое количество свободных и инкапсулированных нервных окончаний, которые активируют ноцицептивные афферентные волокна [4, 5, 33].

Основной причиной хронической боли здесь являются параартикулярные структуры, в первую очередь компрессируемые медиальные ветви спиномозговых корешков, поэтому целью проведения блокады является воздействие именно на окружающие сустав ткани и нервные окончания. В ряде исследований было показано, что внутрисуставное введение анестетика идентично по своему эффекту с блокадой медиальных ветвей спиномозговых корешков [12, 33]. Предпочтение может отдаваться второму варианту техники блокады, как более простому в выполнении и в меньшей степени сопряженному с техническими ошибками [7]. Болевой синдром также может возникать при вовлечении в патологический процесс самого сустава – его синовиальной оболочки, гиалиновых хрящей, костных структур или фиброзной капсулы [5].

Было показано, что дегенеративные процессы в дугоотросчатых суставах характеризуются активизацией периартикулярного воспалительного процесса с изменениями экспрессии различных ростовых факторов. *Kim J.-S., et al.* показали, что такие дегенеративные процессы в фасеточных суставах приводят к росту активности фактора роста эндотелия сосудов, фактора роста нейронов, медиаторов боли и др., тем самым является «связующим звеном» между дегенеративными процессами и стимуляцией афферентных болевых волокон [24].

Некоторое количество проспективных испытаний показало, что *PRP* может благотворно влиять на симптомы и функциональное состояние, вызванные артропатией фасеточных суставов [40]. *Wu J., et al.* сравнивали эффективность местного введения *PRP* и анестетика/кортикостероида в более крупной когорте больных. На исходном этапе не наблюдалось существенной разницы между двумя группами — в обеих констатировался позитивный результат. Однако симптомы заболевания через 6 мес. наблюдения были менее выраженными в группе пациентов, получавших *PRP*. Авторы приходят к выводу, что оба варианта лечения эффективны, однако *PRP* более длительно сохраняет свое действие [48]. К аналогичному выводу пришли *Rijab O.A.K.A. et al.,* проведя аналогичное исследование с участием 60 испытуемых. Здесь также было продемонстрировано преимущество PRP по сравнению с лидокаином/метилпреднизолоном [37]. *Kotb S.Y., et al.* в своем анализе указали не только на улучшение клинической симптоматики при фасет-синдроме, но и уменьшение явлений синовита при контрольном МРТ-исследовании [25].

Бывальцев В.А. и соавт. изучали отдаленные результаты применения *PRP*-терапии и фасетопластики у пациентов старше 65 лет с изолированным пояснично-фасеточным синдромом. В исследование были включены 159 испытуемых. В одной группе использовалась фасетопластика (внутрисуставное введение заменителя синовиальной жидкости), а в другой — *PRP*-терапия. Было показано, что оба метода являются эффективными при лечении данной нозологии. Однако, в позднем периоде наилучшие результаты были зафиксированы в группе пациентов, использовавших *PRP* [2].

В другом исследовании Бывальцев В.А. и соавт. проводили анализ клинической эффективности и скорости восстановления активности после применения *PRP*-терапии у пациентов-спортсменов с изолированным поясничным фасет-синдромом. Использование данного метода ассоциировалось со снижением интенсивности болевого синдрома в поясничном отделе и улучшением физического и психологического компонентов здоровья по шкале *SF*-36, а также укорочением сроков возврата к спортивной деятельности. Среди 41 испытуемого только в 2 случаях зарегистрированы осложнения в раннем послеоперационном периоде в виде формирования подкожной гематомы и 3 осложнения в сроки от 2 до 6 месяцев в виде рецидива фасет-синдрома низкой интенсивности [1].

Ozcamdalli M., et al. проводили сравнительный анализ эффективности *PRP*-терапии при фасет-синдроме, проводимой на разных уровнях позвоночника. Были формированы две когорты по 72 пациента. В первой группе выполнялись инъекции в дугоотрасчатые суставы между *L4-L5* и *L5-S*1, а во второй между – *L*1-*L*2, *L*2-*L*3, *L*3-*L*4, *L*4-*L*5 и *L*5-*S*1. Было обнаружено, что во второй группе, где техника *PRP*-терапии подразумевала многоуровневые инъекции, отмечалось более выраженное анальгетическое действие. Анатомо-функциональные характеристики позвоночного столба здесь также были лучше и коррелировали с выраженностью симптоматики [35].

Что касается методов визуализации проведения манипуляции при фасет-синдроме, то большинство авторов склоняются в сторону рентгенологических или ультразвуковых методов и констатируют их превосходство над «слепым» введением. В частности, *Karkucak, M., et al.* среди 47 пациентов проводили оценку эффективности двух вариантов инъекций — слепого введения и сопровождаемого УЗ-контролем. В ситуации УЗ-контроля отмечался более выраженный анальгезирующий эффект. Осуществление инъекции вслепую сопровождалась высокими балльными значениями шкалы тревожности пациента. Авторы заключают, что УЗ-контроль обеспечивает лучший клинический результат при лечении фасет-синдрома [23].

Wen CB, et al. также выполнили сравнительный анализ двух вариантов манипуляций при фасет-синдроме на уровне поясничного отдела. Оказалось, что внутрисуставное введение «вслепую» характеризовалось низким числом удачных попыток (31,4 %), в то время как УЗ-сопровождение было более чем в 2 раза эффективней (86,5 %). Здесь также отмечался лучший анальгезирующий эффект. При этом, длительность ремиссии, хоть и была несколько выше во второй группе пациентов, статистического уровня не достигала [46].

В другом исследовании *Yun D.H., et al.* оценивали эффективность УЗ-контроля и рентгеноскопии. В ходе сравнительного анализа 57 пациентов с фасеточным синдромом поясничного отдела позвоночника на уровне *L4*-5 и *L5*-*S*1 была констатирована равная эффективность обеих методик [49]. В работе *Obernauer J.,* включившей 40 испытуемых, была проведена сравнительная оценка эффективности УЗ и компьютерной томографии при фасет-синдроме шейного отдела позвоночника. В обеих группах пациентов была показана эквивалентная эффективность. Автор приходит к выводу, что подобные результаты делают УЗ-контроль более предпочтительным: эта методика не сопряжена с ионизирующим излучением, требует меньшего времени на выполнение и более целесообразна с экономической точки зрения [34].

При этом, *Ashmore Z.M. et al.* по результатам мета-анализа отметили, что рентгенологическое сопровождение инъекционных методик сопряжено с меньшим риском неправильной постановки иглы. Результаты 3 исследований показали 13 %-ный рост числа таких ошибок, в последующем подтвержденных с помощью компьютерной томографии [6]. *Freire V., et al.* отметили, что на число ошибок при

введении иглы в фасеточный сустав влияет точка инъекции. В частности, при выполнении 40 инъекций под УЗ-контролем на уровне шейного его отдела авторы констатировали, что значительная часть неудачных попыток была связана с точками *C*2–*C*3 и *C*6–*C*7 [18]. *Tan H.K., et al.* в своей работе ожидаемо указывают на преимущество рентгенологических методик над «слепыми» инъекциями [39].

PRP-терапия может быть достаточно эффективным методом, сопряженным с низким уровнем риска ятрогении. Серьезные осложнения здесь возникают редко, и связаны, в основном, с травмами и кровотечениями при инъекции в соответствующую анатомическую область. Несмотря на то, что фундаментальные научные исследования демонстрируют большое количество обнадеживающих результатов, до сих пор нет единого мнения об оптимальных протоколах использования *PRP*-терапии. Только в отношении небольшого числа нозологий есть высоко достоверные данные об ее эффективности, в то время как результаты значительного количества подобных испытаний не могут быть интерпретированы однозначно. Получаемая информация зачастую основывается на изрядной доле субъективизма и вступает в противоречие с методами объективного контроля. Тем не менее, достаточно большим числом исследований показан ее анальгезирующий эффект, что делает данный метод новой стратегией купирования болевого синдрома при дегенеративных состояниях опорно-двигательного аппарата [19]. Более качественные исследования с использованием адекватных методов объективизации получаемых результатов, унификация технологии получения *PRP* и стандартизация протоколов ее использования будут способствовать внедрению этого варианта терапии в широкую клиническую практику.

Конфликт интересов. *Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*
Финансирование: *написание работы не имело спонсорской поддержки.*

Литература / References

1. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Бирючков М.Ю. Результаты применения методики PRP-терапии для лечения изолированного поясничного фасет-синдрома у профессиональных атлетов, занимающихся спортивными играми // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 1. С. 169–178 / Byval'cev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK, Birjuchkov MJu. Rezul'taty primenenija metodiki PRP-terapii dlja lechenija izolirovannogo pojasnichnogo faset-sindroma u professional'nykh atletov, zanimajushchikhsja sportivnymi igrami [The results of the application of the PRP therapy technique for the treatment of isolated lumbar facet syndrome in professional athletes engaged in sports games]. Chelovek. Sport. Medicina. 2022;22(1):169–178. Russian.

2. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Сатардинова Э.Е. Анализ клинической эффективности применения PRP-терапии при лечении пациентов с изолированным фасеточным синдромом поясничного отдела позвоночника // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. Т. 119, № 11. С. 27–31. DOI: 10.17116/jnevro201911911127 / Byval'cev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK, Satardinova JeE. Analiz klinicheskoj jeffektivnosti primenenija PRP-terapii pri lechenii pacientov s izolirovannym faset-ochnym sindromom pojasnichnogo otdela pozvonochnika [Analysis of the clinical efficacy of PRP therapy in the treatment of patients with isolated facet syndrome of the lumbar spine]. Zhurnal nevrologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova. 2019;119(11):27-31. DOI: 10.17116/jnevro201911911127. Russian.

3. Долгова Л.Н., Красивина И.Г., Кириллов Н.В. Фасеточная артропатия: избранные вопросы терминологии, диагностики и терапии // РМЖ. Ревматология. 2016. №2. С.77–84 / Dolgova LN, Krasivina IG, Kirillov NV. Fasetochnaja artropatija: izbrannye voprosy terminologii, diagnostiki i terapii [Faceted arthropathy: selected issues of terminology, diagnosis and therapy]. RMZh. Revmatologija. 2016;2:77-84. Russian.

4. Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С., Кукушкин М.Л., Чурюканов М.В., Головачева В.А., Исайкин А.И., Ачкасов Е.Е., Евзиков Г.Ю., Каратеев А.Е., Хабиров Ф.А., Широков В.А., Якупов Э.З. Хроническая неспецифическая (скелетно-мышечная) поясничная боль. Рекомендации Российского общества по изучению боли (РОИБ) // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2019. № 11(Прил. 2). С. 7–16 / Parfenov VA, Yakhno NN, Davydov OS, Kukushkin ML, Churyukanov MV, Golovacheva VA, Isaykin AI, Achkasov EE, Evzikov GYu, Karateev AE, Khabirov FA, Shirokov VA, Yakupov EZ. Khronicheskaja nespecificheskaja (skeletno-myshechnaja) pojasnichnaja bol'. Rekomendacii Rossijskogo obshhestva po izucheniju boli (ROIB) [Chronic nonspecific (musculoskeletal) low back pain. Guidelines of the Russian Society for the Study of Pain (RSSP)]. Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika. 2019;11(Suppl. 2):7-16. Russian.

5. Allegri M., Montella S., Salici F., Valente A., Marchesini M., Compagnone C., Baciarello M., Manferdini M.E., Fanelli G. Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy // F1000Research. 2016. № 5. P. 1530. DOI: https://doi.org/10.12688/f1000research.8105.2 / Allegri M, Montella S, Salici F, Valente A, Marchesini M, Compagnone C, Baciarello M, Manferdini ME, Fanelli G. Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy. F1000Research. 2016;5:1530. DOI: https://doi.org/10.12688/f1000research.8105.2.

6. Ashmore Z.M., Bies M.M., Meiling J.B., Moman R.N., Hassett L.C., Hunt C.L., Cohen S.P., Hooten W.M. Ultrasound-guided lumbar medial branch blocks and intra-articular facet joint injections: a systematic review and meta-analysis // Pain Rep. 2022. Vol. 7, № 3. P. e1008. DOI: https://doi.org/10.1097/pr9.0000000000001008 / Ashmore ZM, Bies MM, Meiling JB, Moman RN, Hassett LC, Hunt CL, Cohen SP, Hooten WM. Ultrasound-guided lumbar medial branch blocks and intra-articular facet joint injections: a systematic review and meta-analysis. Pain Rep. 2022;7(3):e1008. DOI: https://doi.org/10.1097/pr9.0000000000001008/

7. Bogduk N., Dreyfuss P., Govind J. A narrative review of lumbar medial branch neurotomy for the treatment of back pain // Pain Medicine. 2009. Vol. 10, № 6. P. 1035–1045. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2009.00692.x / Bogduk N, Dreyfuss P, Govind J. A narrative review of lumbar medial branch neurotomy for the treatment of back pain. Pain Medicine. 2009;10(6):1035-45. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2009.00692.x.

8. Cavallo C., Filardo G., Mariani E., Kon E., Marcacci M., Pereira Ruiz M.T., Maria T., Facchini A., Grigolo B. Comparison of Platelet-Rich Plasma Formulations for Cartilage Healing // The Journal of Bone & Joint Surgery. 2014. Vol. 96, № 5. P. 423–429. DOI: https://doi.org/10.2106/jbjs.m.00726 / Cavallo C, Filardo G, Mariani E, Kon E, Marcacci M, Pereira Ruiz MT, Maria T, Facchini A, Grigolo B. Comparison of Platelet-Rich Plasma Formulations for Cartilage Healing. The Journal of Bone & Joint Surgery. 2014;96(5):423-9. DOI: https://doi.org/10.2106/jbjs.m.00726.

9. Chang Y., Yang M., Ke S., Zhang Y., Xu G., Li Z. Effect of Platelet-Rich Plasma on Intervertebral Disc Degeneration In Vivo and In Vitro: A Critical Review // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2020. P. 1–10. DOI: https://doi.org/10.1155/2020/8893819 / Chang Y, Yang M, Ke S, Zhang Y, Xu G, Li Z. Effect of Platelet-Rich Plasma on Intervertebral Disc Degeneration In Vivo and In Vitro: A Critical Review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2020;1-10. DOI: https://doi.org/10.1155/2020/8893819.

10. Chen A.S., Solberg J., Smith C., Chi M., Lowder R., Christolias G., Singh J.R. Intra-Articular Platelet Rich Plasma vs Corticosteroid Injections for Sacroiliac Joint Pain: A Double-Blinded, Randomized Clinical Trial // Pain Medicine. 2022. Vol. 23, № 7. P. 1266–1271. DOI: https://doi.org/10.1093/pm/pnab332 / Chen AS, Solberg J, Smith C, Chi M, Lowder R, Christolias G, Singh JR. Intra-Articular Platelet Rich Plasma vs Corticosteroid Injections for Sacroiliac Joint Pain: A Double-Blinded, Randomized Clinical Trial. Pain Medicine. 2022;23(7):1266-71.

DOI: https://doi.org/10.1093/pm/pnab332.

11. Chuang C.W., Hung S.K., Pan P.T., Kao M.C. Diagnosis and interventional pain management options for sacroiliac joint pain // Tzu Chi Med J. 2019. Vol. 31, № 4. P. 207–210. DOI: https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_54_19 / Chuang CW, Hung SK, Pan PT, Kao MC. Diagnosis and interventional pain management options for sacroiliac joint pain. Tzu Chi Med J. 2019;31(4):207-10. DOI: https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_54_19.

12. Cohen S.P., Raja S.N. Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment of Lumbar Zygapophysial (Facet) Joint Pain // The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 2007. Vol. 106. P. 591–614. DOI: https://doi.org/10.1097/00000542-200703000-00024 / Cohen SP, Raja SN. Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment of Lumbar Zygapophysial (Facet) Joint Pain. The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 2007;106:591-614. DOI: https://doi.org/10.1097/00000542-200703000-00024.

13. de Castro M.V., da Silva M.V.R., Chiarotto G.B., Volpe B.B., Santana M.H., Malheiros Luzo Â.C., de Oliveira A.L.R. Reflex arc recovery after spinal cord dorsal root repair with platelet rich plasma (PRP) // Brain Research Bulletin. 2019. Vol. 152. P. 212–224. DOI: https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2019.07.024 / de Castro M.V., da Silva MVR, Chiarotto GB, Volpe BB, Santana MH, Malheiros Luzo ÂC, de Oliveira ALR. Reflex arc recovery after spinal cord dorsal root repair with platelet rich plasma (PRP). Brain Research Bulletin. 2019;152:212-24. DOI: https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2019.07.024.

14. Degen R.M., Bernard J.A., Oliver K.S., Dines J.S. Commercial Separation Systems Designed for Preparation of Platelet-Rich Plasma Yield Differences in Cellular Composition // HSS Journal. 2016. Vol. 13, № 1. P. 75–80. DOI: https://doi.org/10.1007/s11420-016-951 / Degen RM, Bernard JA, Oliver KS, Dines JS. Commercial Separation Systems Designed for Preparation of Platelet-Rich Plasma Yield Differences in Cellular Composition. HSS Journal. 2016;13(1):75-80. DOI: https://doi.org/10.1007/s11420-016-951.

15. Du R., Xu G., Bai X., Li Z. Facet Joint Syndrome: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment // Journal of Pain Research. 2022. Vol. 15. P. 3689–3710. DOI: https://doi.org/10.2147/jpr.s389602 / Du R, Xu G, Bai X, Li Z. Facet Joint Syndrome: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. Journal of Pain Research. 2022;15:3689-710. DOI: https://doi.org/10.2147/jpr.s389602.

16. El tabl M.A., Saif D.S., Fotouh D.S., Ammar A.S. Platelet-rich plasma injection versus surgical fixation procedure in management of spondylolisthesis grade 1 // Menoufia Med J. 2022. Vol. 35. № 2. P. 614–619. DOI: https://doi.org/10.4103/mmj.mmj_247_21 / El tabl MA, Saif DS, Fotouh DS, Ammar AS. Platelet-rich plasma injection versus surgical fixation procedure in management of spondylolisthesis grade 1. Menoufia Med J. 2022;35(2):614-9. DOI: https://doi.org/10.4103/mmj.mmj_247_21.

17. Everts P., Onishi K., Jayaram P., Lana J.F., Mautner K. Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020 // International Journal of Molecular Sciences. 2020. Vol. 21, № 20. P. 7794. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms21207794 / Everts P, Onishi K, Jayaram P, Lana JF, Mautner K. Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020. International Journal of Molecular Sciences. 2020;21(20):7794. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms21207794.

18. Freire V., Grabs D., Lepage-Saucier M., Moser T.P. Ultrasound-Guided Cervical Facet Joint Injections // Journal of Ultrasound in Medicine. 2016. Vol. 35, № 6. P. 1253–1258. DOI: https://doi.org/10.7863/ultra.15.07062 / Freire V, Grabs D, Lepage-Saucier M, Moser TP. Ultrasound-Guided Cervical Facet Joint Injections. Journal of Ultrasound in Medicine. 2016;35(6):1253-8. DOI: https://doi.org/10.7863/ultra.15.07062.

19. Grossen A.A., Lee B.J., Shi H.H., Shakir H.J., Cornett E.M., Kaye A.D. Platelet-rich plasma injections: pharmacological and clinical considerations in pain management // Current Pain and Headache Reports. 2022. Vol. 26, № 10. P. 741–749. DOI: https://doi.org/10.1007/s11916-022-01082-2 / Grossen AA, Lee BJ, Shi HH, Shakir HJ, Cornett EM, Kaye AD. Platelet-rich plasma injections: pharmacological and clinical considerations in pain management. Current Pain and Headache Reports. 2022;26(10):741-9. DOI: https://doi.org/10.1007/s11916-022-01082-2.

20. Hirase T., Jack R.A., Sochacki K.R., Harris J.D., Weiner B.K. Systemic Review: Is an Intradiscal Injection of Platelet-Rich Plasma for Lumbar Disc Degeneration Effective? // Cureus. 2020. Vol. 12, № 6. P. e8831. DOI: https://doi.org/10.7759/cureus.8831 / Hirase T, Jack RA, Sochacki KR, Harris JD, Weiner BK. Systemic Review: Is an Intradiscal Injection of Platelet-Rich Plasma for Lumbar Disc Degeneration Effective?. Cureus. 2020;12(6):e8831. DOI: https://doi.org/10.7759/cureus.8831.

21. Jenis L.G., Banco R.J., Kwon B. A prospective study of Autologous Growth Factors (AGF) in lumbar interbody fusion // The Spine Journal. 2006. Vol. 6, № 1. P. 14–20. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spinee.2005.08.014 / Jenis LG, Banco RJ, Kwon B. A prospective study of Autologous Growth Factors (AGF) in lumbar interbody fusion. The Spine Journal. 2006;6(1):14-20. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spinee.2005.08.014.

22. Ji-jun H., Hui-hui S., Qing L., Heng-zhu Z. The efficacy of using platelet-rich plasma in spinal fusion surgery-A PRISMA-compliant meta-analysis // World Neurosurgery. 2020. Vol. 139. P. e517–e525. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.04.047 / Ji-jun H, Hui-hui S, Qing L, Heng-zhu Z. The efficacy of using platelet-rich plasma in spinal fusion surgery-A PRISMA-compliant meta-analysis. World Neurosurgery. 2020;139:e517-25. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.04.047.

23. Karkucak M., Batmaz İ., Kerimoglu S., Ayar A. Comparison of clinical outcomes of ultrasonography-guided and blind local injections in facet syndrome: A 6-week randomized controlled trial // Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2020. Vol. 33, № 3. P. 431–436. DOI: https://doi.org/10.3233/bmr-181447 / Karkucak M, Batmaz İ, Kerimoglu S, Ayar A. Comparison of clinical outcomes of ultrasonography-guided and blind local injections in facet syndrome: A 6-week randomized controlled trial. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2020;33(3):431-6. DOI: https://doi.org/10.3233/bmr-181447.

24. Kim J.-S., Ali M.H., Wydra F., Li X., Hamilton J.L., An H.S., Cs-Szabo G., Andrews S., Moric M., Xiao G., Wang J.H.-C., Chen D., Cavanaugh J.M., Im H.-J. Characterization of degenerative human facet joints and facet joint capsular tissues // Osteoarthritis and Cartilage. 2015. Vol. 23, № 12. P. 2242–2251. DOI: https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.06.009 / Kim J-S, Ali MH, Wydra F, Li X, Hamilton JL, An HS, Cs-Szabo G, Andrews S, Moric M, Xiao G, Wang JH-C, Chen D, Cavanaugh JM, Im H-J. Characterization of degenerative human facet joints and facet joint capsular tissues. Osteoarthritis and Cartilage. 2015;23(12):2242-51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.06.009.

25. Kotb S.Y., Sherif N.M., Saleh H.A., Ahmed S.F., Sakr H.M., Taeimah M.O. The role of intra-articular injection of autologous platelet-rich plasma versus corticosteroids in the treatment of synovitis in lumbar facet joint disease // Saudi Med J. 2022. Vol. 43, № 11. P. 1200–1208. DOI: https://doi.org/10.15537/smj.2022.43.11.20220449 / Kotb SY, Sherif NM, Saleh HA, Ahmed SF, Sakr HM, Taeimah MO. The role of intra-articular injection of autologous platelet-rich plasma versus corticosteroids in the treatment of synovitis in lumbar facet joint disease. Saudi Med J. 2022;43(11):1200-8. DOI: https://doi.org/10.15537/smj.2022.43.11.20220449.

26. Kuffler D.P. Variables affecting the potential efficacy of PRP in providing chronic pain relief // Journal of Pain Research. 2019. Vol. 12. P. 109–116. DOI: https://doi.org/10.2147/JPR.S190065 / Kuffler DP. Variables affecting the potential efficacy of PRP in providing chronic pain relief. Journal of Pain Research. 2019;12:109-16. DOI: https://doi.org/10.2147/JPR.S190065.

27. Manini D.R., Shega F.D., Guo C., Wang Y. Role of Platelet-Rich Plasma in Spinal Fusion Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis // Advances in Orthopedics. 2020. № 8361798. DOI: https://doi.org/10.1155/2020/8361798 / Manini DR, Shega FD, Guo C, Wang Y. Role of Platelet-Rich Plasma in Spinal Fusion Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis. Advances in Orthopedics. 2020;8361798. DOI: https://doi.org/10.1155/2020/8361798.

28. Marques L.F., Stessuk T., Camargo I.C.C., Sabeh N.J., Santos L.D., Ribeiro-Paes J.T. Platelet-rich plasma (PRP): Methodological aspects and clinical applications // Platelets. 2014. Vol. 26, № 2. P. 101–113. DOI: https://doi.org/10.3109/09537104.2014.881991 / Marques LF, Stessuk T, Camargo ICC, Sabeh NJ, Santos LD, Ribeiro-Paes JT. Platelet-rich plasma (PRP): Methodological aspects and clinical applications. Platelets. 2014;26(2):101-13. DOI: https://doi.org/10.3109/09537104.2014.881991.

29. Marx R.E. Platelet-Rich Plasma (PRP): What Is PRP and What Is Not PRP? // Implant Dentistry. 2001. Vol. 10, № 4. P. 225–228. DOI: https://doi.org/10.1097/00008505-200110000-00002 / Marx RE. Platelet-Rich Plasma (PRP): What Is PRP and What Is Not PRP? Implant Dentistry. 2001;10(4):225-8. DOI: https://doi.org/10.1097/00008505-200110000-00002.

30. Moussa M., Lajeunesse D., Hilal G., El Atat O., Haykal G., Serhal R., Chalhoub A., Khalil C., Alaaeddine N. Platelet rich plasma (PRP) induces chondroprotection via increasing autophagy, anti-inflammatory

markers, and decreasing apoptosis in human osteoarthritic cartilage // Experimental Cell Research. 2017. Vol. 352, № 1. P. 146–156. DOI: https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2017.02.012 / Moussa M, Lajeunesse D, Hilal G, El Atat O, Haykal G, Serhal R, Chalhoub A, Khalil C, Alaaeddine N. Platelet rich plasma (PRP) induces chondroprotection via increasing autophagy, anti-inflammatory markers, and decreasing apoptosis in human osteoarthritic cartilage. Experimental Cell Research. 2017;352(1):146-56. DOI: https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2017.02.012.

31. Muthu S., Jeyaraman M., Chellamuthu G., Jeyaraman N., Jain R., Khanna M. Does the Intradiscal Injection of Platelet Rich Plasma Have Any Beneficial Role in the Management of Lumbar Disc Disease? // Global Spine Journal. 2021. № 219256822199836. DOI: https://doi.org/10.1177/2192568221998367 / Muthu S, Jeyaraman M, Chellamuthu G, Jeyaraman N, Jain R, Khanna M. Does the Intradiscal Injection of Platelet Rich Plasma Have Any Beneficial Role in the Management of Lumbar Disc Disease? Global Spine Journal. 2021;219256822199836. DOI: https://doi.org/10.1177/2192568221998367.

32. Muthu S., Jeyaraman M., Ganie P.A., Khanna M. Is Platelet-Rich Plasma Effective in Enhancing Spinal Fusion? Systematic Overview of Overlapping Meta-Analyses // Global Spine Journal. 2022. Vol. 12, № 2. P. 333–342. DOI: https://doi.org/10.1177/2192568220988278 / Muthu S, Jeyaraman M, Ganie PA, Khanna M. Is Platelet-Rich Plasma Effective in Enhancing Spinal Fusion? Systematic Overview of Overlapping Meta-Analyses. Global Spine Journal. 2022;12(2):333-42. DOI: https://doi.org/10.1177/2192568220988278.

33. Perolat R., Kastler A., Nicot B., Pellat J.-M., Tahon F., Attye A., Heck O., Boubagra K., Grand S., Krainik A. Facet joint syndrome: from diagnosis to interventional management // Insights into Imaging. 2018. № 9. P. 773–789. DOI: https://doi.org/10.1007/s13244-018-0638-x /Perolat R, Kastler A, Nicot B, Pellat J-M, Tahon F, Attye A, Heck O, Boubagra K, Grand S, Krainik A. Facet joint syndrome: from diagnosis to interventional management. Insights into Imaging. 2018;9:773-89. DOI: https://doi.org/10.1007/s13244-018-0638-x.

34. Obernauer J. Ultrasound-guided versus Computed Tomography-controlled facet joint injections in the middle and lower cervical spine: a prospective randomized clinical trial // Medical Ultrasonography. 2013. Vol. 15, № 1. P. 10–15. DOI: https://doi.org/10.11152/mu.2013.2066.151.jo1ugc2 / Obernauer J. Ultrasound-guided versus Computed Tomography-controlled facet joint injections in the middle and lower cervical spine: a prospective randomized clinical trial. Medical Ultrasonography. 2013;15(1):10-5. DOI: https://doi.org/10.11152/mu.2013.2066.151.jo1ugc2.

35. Ozcamdalli M., Misir A., Oguzkaya S., Kizkapan T.B., Turk O.I., Uzun E. The effect of lumbar facet joint injection levels on spinopelvic parameters and functional outcome // Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2021. Vol. 34, № 1. P. 103–109. DOI: https://doi.org/10.3233/bmr-200067 / Ozcamdalli M, Misir A, Oguzkaya S, Kizkapan TB, Turk OI, Uzun E. The effect of lumbar facet joint injection levels on spinopelvic parameters and functional outcome. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2021;34(1):103-9. DOI: https://doi.org/10.3233/bmr-200067.

36. Rana P. Back Pain: Facet Syndrome. In: Mostoufi S.A., George T.K., Tria Jr A.J., eds. Clinical Guide to Musculoskeletal Medicine. Springer, Cham, 2022. P. 33–38. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-92042-5_5 / Rana P. Back Pain: Facet Syndrome. In: Mostoufi SA, George TK, Tria Jr AJ, eds. Clinical Guide to Musculoskeletal Medicine. Springer, Cham; 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-92042-5_5.

37. Rijab O.A.K.A., Jubara M., Aissa D.M. Evaluation of The Effectiveness of Platelet-Rich Plasma in Comparison to Local Anesthetic/Corticosteroid in Intra-Articular Injection for the Treatment of Lumbar Facet Joint Syndrome // Teikyo Medical Journal. 2021. Vol. 44, № 6. P. 2403–2410 / Rijab OAKA, Jubara M, Aissa DM. Evaluation of The Effectiveness of Platelet-Rich Plasma in Comparison to Local Anesthetic/Corticosteroid in Intra-Articular Injection for the Treatment of Lumbar Facet Joint Syndrome. Teikyo Medical Journal. 2021;44(6):2403-10.

38. Singla V., Batra Y.K., Bharti N., Goni V.G., Marwaha N. Steroid vs. Platelet-Rich Plasma in Ultrasound-Guided Sacroiliac Joint Injection for Chronic Low Back Pain // Pain Practice. 2016. Vol. 17, № 6. P. 782–791. DOI: https://doi.org/10.1111/papr.12526 / Singla V, Batra YK, Bharti N, Goni VG, Marwaha N. Steroid vs. Platelet-Rich Plasma in Ultrasound-Guided Sacroiliac Joint Injection for Chronic Low Back Pain. Pain Practice. 2016;17(6):782-91. DOI: https://doi.org/10.1111/papr.12526.

39. Tan H.K., Chew K.M., Peh W.C.G. Percutaneous Imaging-guided Spinal Facet Joint Injections // Techniques in Orthopaedics. 2013. Vol. 28, № 1. P. 12–17. DOI: https://doi.org/10.1097/bto.0b013e3182897364 / Tan HK, Chew KM, Peh WCG. Percutaneous Imaging-guided Spinal Facet Joint Injections. Techniques in Orthopaedics. 2013;28(1):12-7. DOI: https://doi.org/10.1097/bto.0b013e3182897364.

40. Thu A.C. The use of platelet-rich plasma in management ofmusculoskeletal pain: a narrative review // J Yeungnam Med Sci. 2022. Vol. 39, № 3. P. 206–215. DOI: https://doi.org/10.12701/jyms.2022.00290 / Thu AC. The use of platelet-rich plasma in management ofmusculoskeletal pain: a narrative review. J Yeungnam Med Sci. 2022;39(3):206-15. DOI: https://doi.org/10.12701/jyms.2022.00290.

41. Tuakli-Wosornu Y.A., Terry A., Boachie-Adjei K., Harrison J.R., Gribbin C.K., LaSalle E.E., Nguyen J.T., Solomon J.L., Lutz G.E. Lumbar Intradiskal Platelet-Rich Plasma (PRP) Injections: A Prospective, Double-Blind, Randomized Controlled Study // PM&R. 2016. Vol. 8, № 1. P. 1–10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.08.010 / Tuakli-Wosornu YA, Terry A, Boachie-Adjei K, Harrison JR, Gribbin CK, LaSalle EE, Nguyen JT, Solomon JL, Lutz GE. Lumbar Intradiskal Platelet-Rich Plasma (PRP) Injections: A Prospective, Double-Blind, Randomized Controlled Study. PM&R. 2016;8(1):1-10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.08.010.

42. Unoki E., Abe E., Murai H., Kobayashi T., Abe T. Fusion of multiple segments can increase the incidence of sacroiliac joint pain after lumbar or lumbosacral fusion // Spine. 2016. Vol. 41. P. 999–1005. DOI: https://doi.org/10.1097/brs.0000000000001409 / Unoki E, Abe E, Murai H, Kobayashi T, Abe T. Fusion of multiple segments can increase the incidence of sacroiliac joint pain after lumbar or lumbosacral fusion. Spine. 2016;41:999-1005. DOI: https://doi.org/10.1097/brs.0000000000001409.

43. Urits I., Viswanath O., Galasso A.C., Sottosani E.R., Mahan K.M., Aiudi C.M., Kaye A.D., Orhurhu V.J. Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Low Back Pain: a Kaye Comprehensive Review // Current Pain and Headache Reports. 2019. Vol. 52, № 23. DOI: https://doi.org/10.1007/s11916-019-0797-6 / Urits I, Viswanath O, Galasso AC, Sottosani ER, Mahan KM, Aiudi CM, Kaye AD, Orhurhu VJ. Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Low Back Pain: a Kaye Comprehensive Review. Current Pain and Headache Reports. 2019;52(23). DOI: https://doi.org/10.1007/s11916-019-0797-6.

44. Vekaria R., Bhatt R., Ellard D.R., Henschke N., Underwood M., Sandhu H. Intra-articular facet joint injections for low back pain: a systematic review // European Spine Journal. 2016. Vol. 25, № 4. P. 1266–1281. DOI: https://doi.org/10.1007/s00586-016-4455-y / Vekaria R, Bhatt R, Ellard DR, Henschke N, Underwood M, Sandhu H. Intra-articular facet joint injections for low back pain: a systematic review. European Spine Journal. 2016;25(4):1266-81. DOI: https://doi.org/10.1007/s00586-016-4455-y.

45. Wallace P., Wallace L.B., Tamura S., Prochnio K., Morgan K., Hemler D. Effectiveness of Ultrasound-Guided Platelet-Rich Plasma Injections in Relieving Sacroiliac Joint Dysfunction // American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2020. Vol. 99, № 8. P. 689–693. DOI: https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001389 / Wallace P, Wallace LB, Tamura S, Prochnio K, Morgan K, Hemler D. Effectiveness of Ultrasound-Guided Platelet-Rich Plasma Injections in Relieving Sacroiliac Joint Dysfunction. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2020;99(8):689-93. DOI: https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001389.

46. Wen C.B., Li Y.Z., Sun L., Xiao H., Yang B.X., Song L., Liu H. A clinical trial of ultrasound-guided facet joint block in the lumbar spine to treat facet joint related low back pain // Journal of Sichuan University. Medical Science Edition. 2014. Vol. 45, № 4. P. 712–716 / Wen CB, Li YZ, Sun L, Xiao H, Yang BX, Song L, Liu H. A clinical trial of ultrasound-guided facet joint block in the lumbar spine to treat facet joint related low back pain. Journal of Sichuan University. Medical Science Edition. 2014;45(4):712-6.

47. Won S.J., Kim Dy., Kim J.M. Effect of platelet-rich plasma injections for chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled study // Medicine. 2022. Vol. 101, № 8. P. e28935. DOI: https://doi.org/10.1097/md.0000000000028935 / Won SJ, Kim Dy, Kim JM. Effect of platelet-rich plasma injections for chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled study. Medicine. 2022;101(8):e28935. DOI: https://doi.org/10.1097/md.0000000000028935.

48. Wu J., Zhou J., Liu C., Zhang J., Xiong W., Lv Y., Liu R., Wang R., Du Zh., Zhang G., Liu Q. A Prospective Study Comparing Platelet-Rich Plasma and Local Anesthetic (LA)/Corticosteroid in Intra-Articular Injection for the Treatment of Lumbar Facet Joint Syndrome // Pain Practice. 2017. Vol. 17, № 7. P. 914–924. DOI: https://doi.org/10.1111/papr.12544 / Wu J, Zhou J, Liu C, Zhang J, Xiong W, Lv Y, Liu R, Wang R, Du Zh, Zhang G, Liu Q. A Prospective Study

Comparing Platelet-Rich Plasma and Local Anesthetic (LA)/Corticosteroid in Intra-Articular Injection for the Treatment of Lumbar Facet Joint Syndrome. Pain Practice. 2017;17(7):914-24. DOI: https://doi.org/10.1111/papr.12544.

49. Yun D.H., Kim H.S., Yoo S.D., Kim D.H., Chon J.M., Choi S.H., Hwang D.G., Jung P.K. Efficacy of ultrasonography-guided injections in patients with facet syndrome of the low lumbar spine // Annals of rehabilitation medicine. 2012. Vol. 36, № 1. P. 66–71. DOI: https://doi.org/10.5535/arm.2012.36.1.66 / Yun DH, Kim HS, Yoo SD, Kim DH, Chon JM, Choi SH, Hwang DG, Jung PK. Efficacy of ultrasonography-guided injections in patients with facet syndrome of the low lumbar spine. Annals of rehabilitation medicine. 2012;36(1):66-71. DOI: https://doi.org/10.5535/arm.2012.36.1.66.

50. Yu H., Zhou Z., Yu B., Sun T., Tang Q., Jia Y. The efficacy of platelet-rich plasma applicated in spinal fusion surgery: A meta-analysis // Front. Surg. 2022. Vol. 9, № 924753. DOI: https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.924753 / Yu H, Zhou Z, Yu B, Sun T, Tang Q, Jia Y. The efficacy of platelet-rich plasma applicated in spinal fusion surgery: A meta-analysis. Front. Surg. 2022;9(924753). DOI: https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.924753.

51. Zhu Y., Jin Z., Wang J., Chen S., Hu Y., Ren L., Wang Y., Song Q., Tian X., Xie F., Peng J., Peng N., Luo Y., Wang Y. Ultrasound-guided platelet-rich plasma injection and multimodality ultrasound examination of peripheral nerve crush injury // Npj Regenerative Medicine. 2020. Vol. 5, № 1. P. 1–13. DOI: https://doi.org/10.1038/s41536-020-00101-3 / Zhu Y, Jin Z, Wang J, Chen S, Hu Y, Ren L, Wang Y, Song Q, Tian X, Xie F, Peng J, Peng N, Luo Y, Wang Y. Ultrasound-guided platelet-rich plasma injection and multimodality ultrasound examination of peripheral nerve crush injury. Npj Regenerative Medicine. 2020;5(1):1-13. DOI: https://doi.org/10.1038/s41536-020-00101-3.

52. Zielinski M.A., Evans N.E., Bae H., Kamrava E., Calodney A., Remley K., Benyamin R., Franc D., Peterson M.R., Lovine J., Barrows H.R., Mahdavi K., Kuhn T.P., Jordan S. Safety and Efficacy of Platelet Rich Plasma for Treatment of Lumbar Discogenic Pain: A Prospective, Multicenter, Randomized, Double-blind Study // Pain Physician. 2022. Vol. 25, № 1. P. 29–34 / Zielinski MA, Evans NE, Bae H, Kamrava E, Calodney A, Remley K, Benyamin R, Franc D, Peterson MR, Lovine J, Barrows HR, Mahdavi K, Kuhn TP, Jordan S. Safety and Efficacy of Platelet Rich Plasma for Treatment of Lumbar Discogenic Pain: A Prospective, Multicenter, Randomized, Double-blind Study. Pain Physician. 2022;25(1):29-34.

Библиографическая ссылка:
Мухамедов Д.Ю., Бочаров В.А., Ермилов О.В. К вопросу о практическом применении богатой тромбоцитами плазмы при патологии осевого скелета (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2024. № 4. С. 14–22. DOI: 10.24412/1609-2163-2024-4-14-22. EDN LSBBOK.

Bibliographic reference:
Mukhamedov DYu, Bocharov VA, Ermilov OV. K voprosu o prakticheskom primenenii bogatoy trombotsitami plazmy pri patologii osevogo skeleta (obzor literatury) [On the practical application of platelet-rich plasma in the pathology of the axial skeleton (literature review)]. Journal of New Medical Technologies. 2024;4:14-22. DOI: 10.24412/1609-2163-2024-4-14-22. EDN LSBBOK. Russian.