

ISSN 1814-6023 (Print)

ISSN 2524-2350 (Online)

УДК 616-008.852:616-007.15:611.018.3/4:611.77:577.213.6

<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2023-20-4-308-315>

Поступила в редакцию 29.06.2023

Received 29.06.2023

**Д. В. Букач¹, О. Л. Эйсмонт¹, М. П. Потапнев², В. И. Асаевич², П. В. Лицкевич²,
Ф. Н. Карпенко², С. И. Кривенко³, В. Г. Богдан⁴, В. В. Усов⁵, К. Е. Хახелько⁶**

¹Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии, Минск, Республика Беларусь

²Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий,
Минск, Республика Беларусь

³Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии,
Минск, Республика Беларусь

⁴Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

⁵6-я городская клиническая больница, Минск, Республика Беларусь

⁶Минская областная клиническая больница, Минский район, аг. Лесной, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТОЛОГИЧНОЙ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЕННОЙ РАСТВОРИМЫМИ ФАКТОРАМИ ТРОМБОЦИТОВ, В СИМПТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ОСТЕОАРТРИТА КОЛЕННОГО СУСТАВА

Аннотация. Цель исследования – определить переносимость стандартизированной аутологичной плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов (ПОРФТ), при ее внутрисуставном введении и ее влияние на состояние пациентов с остеоартритом коленных суставов (КОА) по результатам анкетирования.

Пациенты с КОА получали стандартную медикаментозную терапию ($n = 19$) или дополнительно стандартизованную ПОРФТ аутологичную (аналог обогащенной тромбоцитами плазмы/platelet-rich plasma ОТП/PRP) ($n = 21$). Внутрисуставное введение 6 мл ПОРФТ аутологичной проводили трехкратно с интервалом в 2 недели. Оценивали безопасность введения, а также анкетировали пациентов с оценкой по шкалам ВАШ, WOMAC через 2 недели, 1 и 3 мес. от начала лечения.

Показано, что трехкратное внутрисуставное введение стандартизированной ПОРФТ аутологичной безопасно для пациента. При этом через 1 и 3 мес. снижались болевой синдром (оценка по шкале ВАШ), улучшалось функциональное состояние коленного сустава (оценка по шкале WOMAC). Все показатели были достоверно лучше, чем в контрольной группе пациентов.

Ключевые слова: плазма, обогащенная растворимыми факторами тромбоцитов/ПОРФТ, остеоартрит коленного сустава

Для цитирования: Использование аутологичной плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов, в симптоматической терапии остеоартрита коленного сустава / Д. В. Букач [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. наук. – 2023. – Т. 20, № 4. – С. 308–315. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2023-20-4-308-315>

**Dmitry V. Bukach¹, Oleg L. Eismont¹, Michael P. Potapnev², Vadim I. Asaevich², Pavel V. Litskevich²,
Fedor N. Karpenko², Svetlana I. Krivenko³, Vasily G. Bogdan⁴, Valery V. Vusau⁵, Konstantin E. Hahelko⁶**

¹Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus

²Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnologies, Minsk, Republic of Belarus

³Minsk Scientific and Practical Center for Surgery, Transplantation and Hematology, Minsk, Republic of Belarus

⁴National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

⁵6th City Clinical Hospital, Minsk, Republic of Belarus

⁶Minsk Regional Clinical Hospital, Minsk district, ag. Lesnoy, Republic of Belarus

USE OF AUTOLOGOUS PLATELET-RICH PLASMA IN KNEE OSTEOARTHRITIS SYMPTOMATIC TREATMENT

Abstract. Among the conservative methods of treatment of osteoarthritis the use of plasma enriched with soluble platelet factors /platelet-rich plasma (PORFT/PRP) is becoming increasingly attractive.

The aim of the study was to determine the tolerability and effect of intra-articular administration of standardized autologous PRP on patients with knee osteoarthritis status based on the survey results. Patients with knee osteoarthritis (OA) received standard drug therapy ($n = 19$) or additionally standardized autologous platelet-rich plasma (PRP) ($n = 21$). Intra-articular injection of 6 ml of PRP was carried out three times every two weeks. The administration safety was assessed. Patients were questioned with an assessment of VAS and WOMAC scales in 2 weeks, 1 month and 3 months after starting the treatment. It was shown that three-time intra-articular administration of standardized autologous PRP was safe for a patient. At the same time, the pain syndrome decreased (VAS score) and the knee joint function improved (WOMAC score) after

1 and 3 months. All indicators were significantly better compared to the control group. We concluded that standardized autologous PORFT with three intra-articular injections is safe and has an analgesic effect and preserves the function of the knee joint already within 1–3 months of observation.

Keywords: plasma enriched in soluble platelet factors/PORFT, osteoarthritis of the knee

For citation: Bukach D. V., Eismont O. L., Potapnev M. P., Asaevich V. I., Litskevich P. V., Karpenko F. N., Krivenko S. I., Bogdan V. G., Vusau V. V., Nahelko K. E. Use of autologous platelet-rich plasma in knee osteoarthritis symptomatic treatment. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2023, vol. 20, no. 4, pp. 308–315 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2023-20-4-308-315>

Введение. Многочисленные клинические исследования, проведенные за последние 10–15 лет, показали возможность внутрисуставного введения обогащенной тромбоцитами плазмы/platelet-rich plasma/плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов (ОТП/PRP/ПОРФТ) для лечения остеоартрита коленного сустава (КОА). Отмечено, что среди нехирургических методов лечения внутрисуставное введение ПОРФТ более эффективно снижает болевой синдром, улучшает функции суставов, снижает скованность, повышает качество жизни пациентов в сравнении с введением кортикостероидов или препаратов гиалуроновой кислоты. Применение ПОРФТ-терапии дает более длительный эффект – в течение 6–12 мес., хотя мало влияет на исход заболевания и не исключает необходимость в хирургическом лечении КОА [1–5]. Во многих исследованиях отмечена вариабельность клинических эффектов применения ПОРФТ-терапии, связанной прежде всего с отсутствием общепринятых стандартов ее получения, качества вводимого продукта и схем его применения [6, 7]. В то же время клиническое использование ПОРФТ-терапии у пациентов с остеоартритом (ОА) постоянно расширяется, и она начинает рассматриваться в качестве эффективной как на начальных, так и на более поздних стадиях развития заболевания с аналогичным клиническим результатом [8].

Цель исследования – определить переносимость стандартизированной аутологичной плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов, при ее внутрисуставном введении и ее влияние на состояние пациентов с остеоартритом коленных суставов (КОА) по результатам анкетирования.

Материалы и методы исследования. Работа выполнена на базе травматолого-ортопедических отделений государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» (ГУ РНПЦТО), учреждения здравоохранения «6-я городская клиническая больница» г. Минска (УЗ 6 ГКБ), учреждения здравоохранения «Минская областная клиническая больница» (УЗ МОКБ) в период с марта 2021 г. по май 2022 г. Применение ПОРФТ аутологичной было обсуждено и одобрено на заседаниях этических комитетов ГУ РНПЦТО (протокол № 2 от 16.03.2021 г.), УЗ 6 ГКБ (протокол № 9 от 24.06.2021 г.), УЗ МОКБ (протокол № 15 от 17 мая 2021 г.). Всего в исследование было включено 40 пациентов обоего пола с установленным диагнозом КОА I–III стадии по Kellgren и Lawtence.

Критерии включения в исследование: возраст пациентов от 18 до 65 лет, КОА I–III стадии по Kellgren и Lawtence, ежедневная боль при ходьбе и физических нагрузках, уровень тромбоцитов не менее $150 \cdot 10^9/\text{л}$, уровень лейкоцитов в крови в пределах $(4,0–9,0) \cdot 10^9/\text{л}$.

Критерии исключения из исследования: системные воспалительные заболевания в стадии обострения, системные иммунные заболевания или инфекции сустава, контрактура сустава, нестабильность сустава, осевые деформации сустава более 10° , внутрисуставное введение глюкокортикостероидов в течение последних 6 мес., прием нестероидных противовоспалительных и других средств в течение последних 48 ч, уровень тромбоцитов крови менее $150 \cdot 10^9/\text{л}$, уровень лейкоцитов крови более $9,0 \cdot 10^9/\text{л}$.

В соответствии с задачами исследования пациенты с КОА были распределены на две группы, сравнимые по возрасту и полу: в группу контроля ($n = 19$) вошли пациенты в возрасте $55,5 \pm 5,96$ (42; 65) года (соотношение мужчин и женщин 17 : 4); в группу исследования ($n = 21$) – пациенты в возрасте $53,5 \pm 7,79$ (36; 64) года (соотношение мужчин и женщин 1 : 18). Существенных различий по возрасту ($p = 0,37$) и соотношению мужчин и женщин не было ($p = 0,19$). Все пациенты получали стандартное лечение анальгетиками (парацетамол), нестероидными противовоспалительными

тельными препаратами (НПВП) (нимесулид), хондропротекторами (глюкозамина сульфат/гидрохлорид, хондроитина сульфат); лечебную физкультуру, физиотерапию, временно обеспечивались ортезами, надколенниками и т. д. Пациенты были информированы о том, что включение их в группу предполагает внутрисуставное введение изделия медицинского назначения «ПОРФТ аутологичная» производства государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий» (ГУ «РНПЦ ТиМБ»). Процедуру внутрисуставного введения ПОРФТ аутологичной проводили после получения подписанного пациентами информированного согласия. Пациенты группы исследования направлялись в РНПЦ ТиМБ, где после сдачи общего анализа крови и обследования на ВИЧ, вирусные гепатиты В и С, сифилис у них производили забор 400 мл крови. Дозу крови, стабилизированной консервирующим раствором АСДА, фракционировали и получали около 50 мл тромбоцитов, из которых приготавливали ПОРФТ (как изделие медицинского назначения «Плазма, обогащенная растворимыми факторами тромбоцитов, аутологичная ТУ ВУ 190572781.050-2022»). Стандартизированную ПОРФТ аутологичную после прохождения контроля качества в РНПЦ ТиМБ отпускали в организации по месту лечения пациентов для внутрисуставного введения в условиях процедурного кабинета в объеме 6 мл ПОРФТ аутологичной 3 раза каждые 2 недели.

Состояние пациентов оценивали на этапе включения в исследование, а также через 2 недели, 1 и 3 мес. после введения ПОРФТ аутологичной. Путем опроса оценивали интенсивность болевого синдрома в коленном суставе (по шкале ВАШ) и функциональное состояние коленного сустава (оценка боли, скованности и функции по шкале WOMAC), подсчитывали количество баллов.

Статистическая обработка данных. Данные представлены как средние значения параметров \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$), минимальное и максимальное значения. Достоверность различий между параметрами оценивали при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Проведение терапии КОА с использованием аутологичной ПОРФТ сопровождалось субъективным чувством «заполнения» полости сустава, проходящим в течение нескольких часов после инъекции. Редко (у 3 (14,1 %) пациентов) при проведении первых инъекций ПОРФТ аутологичной отмечалась болевая реакция в области сустава, проходящая самостоятельно в течение суток без дополнительного медикаментозного вмешательства.

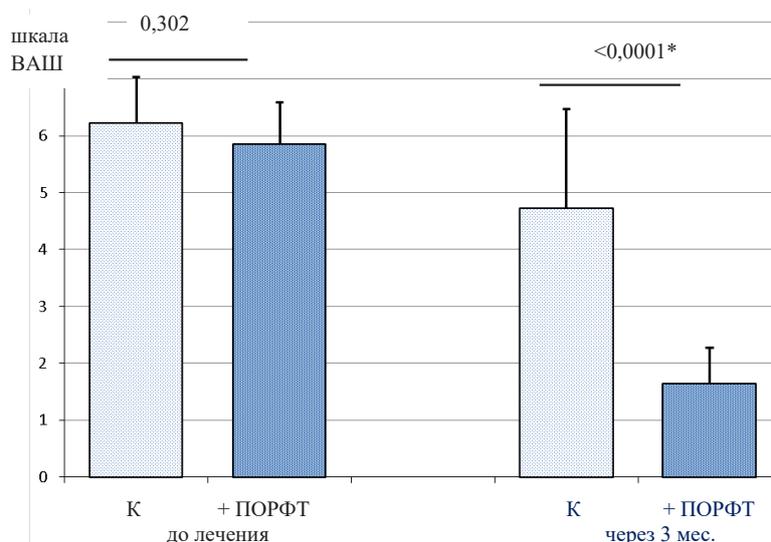


Рис. 1. Сравнительная характеристика болевого синдрома по шкале ВАШ у пациентов с остеоартритом коленного сустава в группе контроля (К, $n = 21$) и в группе исследования (+ПОРФТ, $n = 18$) до и через 3 мес. после проведения консервативной терапии с использованием ПОРФТ аутологичной

Fig. 1. Comparative characteristics of the pain syndrome according to the VAS scale in patients with knee osteoarthritis of the control group (K, $n = 21$) and the study group (+PRP, $n = 18$) before and 3 months after conservative therapy using autologous PRP-therapy

В остальных случаях переносимость терапии была удовлетворительная, без выраженных реакций и осложнений в течение всего времени наблюдения.

Болевой синдром является ведущим клиническим проявлением ОА, поэтому нами в первую очередь была проведена его оценка по шкале ВАШ в разные сроки наблюдения. Как видно на рис. 1, после проведенного курса лечения (через 3 мес. после первой из трех инъекций ПОРФТ) боли в коленном суставе при ходьбе значительно уменьшились, в то время как у пациентов группы контроля, получавших стандартную медикаментозную терапию, уменьшение болевого синдрома наблюдалось в значительно меньшей степени. Как следует из табл. 1, снижение болевого синдрома наблюдалось у пациентов обеих групп. При этом в контрольной группе уровень болевого синдрома по результатам консервативного лечения снизился на 24,1 % от исходного, а в группе контроля – на 82 % от исходного ($p \ll 0,0001$). Введение ПОРФТ аутологичной приводило к достаточно выраженному терапевтическому эффекту уже в ранние сроки – через 0,5 и 1 мес. после начала терапии. Болевой синдром продолжал снижаться к 3-му месяцу наблюдения за пациентами группы исследования, в то время как в контрольной группе в эти сроки он стабилизировался и даже стал возрастать.

Оценка активности заболевания (функциональное состояние коленного сустава) по шкале WOMAC выявило аналогичную картину. Как видно на рис. 2, через 3 мес. после начала внутрисуставного введения ПОРФТ аутологичной активность заболевания снизилась на 61,3 %, в то время как у пациентов группы контроля, получавших медикаментозную терапию, – на 25 % ($p \ll 0,0001$). Разница между показателями активности заболевания у пациентов обеих групп начинала проявляться уже через 2 недели после введения ПОРФТ аутологичной и прогрессивно возрастала через 1 и 3 мес. наблюдения (табл. 2).

Группы пациентов с КОА, получавших или не получавших внутрисуставно ПОРФТ аутологичную, сравнивали также по клиническому состоянию пациентов. Как видно из табл. 3, через 3 мес. после терапии КОА улучшение наблюдалось как у пациентов группы контроля, так и у пациентов группы исследования, при этом внутрисуставное введение ПОРФТ аутологичной приводило к более выраженному улучшению клинического состояния пациентов по сравнению с пациентами, получавшими только медикаментозную терапию ($p = 0,00025$).

Учитывая прогрессирующее течение КОА, приводящее к тяжелой стадии заболевания и необходимости эндопротезирования суставов, большое внимание уделяется консервативному лечению и возможности отсрочить операцию [7]. При лечении ОА для внутрисуставного введения используют стероидные препараты, гиалуроновую кислоту, ОТП/PRP/ПОРФТ [8, 9]. При этом, по результатам сравнительных исследований, более высокая терапевтическая эффективность ПОРФТ при оценке по шкалам ВАШ, WOMAC, KOOS была при сроках наблюдения 6 и 12 мес. PRP/ПОРФТ рассматривают как аутологичный препарат, приготовленный из крови пациента. В то же время известно, что такой препарат не может быть стандартизован как по исходному

Т а б л и ц а 1. Выраженность болевого синдрома по шкале ВАШ у пациентов с остеоартритом коленного сустава в процессе лечения с использованием ПОРФТ аутологичной

Table 1. Pain syndrome level according to the VAS scale in patients with knee osteoarthritis during autologous PRP-therapy

Группа пациентов	Выраженность болевого синдрома, баллы			
	через 0 мес. (1)	через 0,5 мес. (2)	через 1 мес. (3)	через 3 мес. (4)
Контроль (К)	6,22 ± 0,81 (4–8) (n = 18)	5,17 ± 0,72 (4–6) (n = 12) $p_{2-3} = 0,001$	4,08 ± 0,67 (3–5) (n = 12) $p_{2-4} \ll 0,0001$	4,72 ± 1,67 (2–8) (n = 18) $p_{2-5} = 0,0016$
Исследование (И) (+ПОРФТ) (n = 21)	5,86 ± 1,28 (2–8) $p_{1к-1и} = 0,3$	4,24 ± 1,22 (2–7) $p_{1-2} = 0,0001$ $p_{2к-2и} < 0,0001$	2,52 ± 0,93 (0–4) $p_{1-3} \ll 0,0001$ $p_{3к-3и} \ll 0,000$	1,64 ± 0,69 (0–3) $p_{1-4} \ll 0,0001$ $p_{4к-4и} \ll 0,0001$

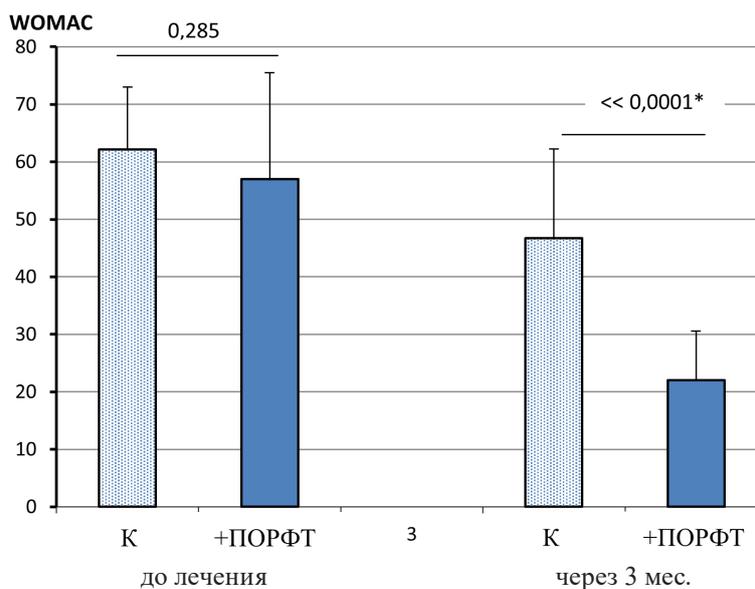


Рис. 2. Сравнительная характеристика функционального состояния по шкале WOMAC у пациентов с остеоартритом коленного сустава в группе контроля (К, $n = 21$) и в группе исследования (+ПОРФТ, $n = 18$) до и через 3 мес. после проведения консервативной терапии с использованием ПОРФТ аутологичной

Fig. 2. Comparative characteristics of the functional state according to the WOMAC scale in patients with knee osteoarthritis of the control group (K, $n = 21$) and the study group (+PRP, $n = 18$) before and 3 months after conservative therapy using autologous PRP-therapy

Т а б л и ц а 2. Динамика функционального состояния коленного сустава по шкале WOMAC в процессе терапии с использованием ПОРФТ

Table 2. Dynamics of knee functional state according to WOMAC scale during PRP-therapy

Группа пациентов	Активность заболевания по шкале WOMAC, баллы			
	через 0 мес. (1)	через 0,5 мес. (2)	через 1 мес. (3)	через 3 мес. (4)
Контроль (К)	62,26 ± 10,84 (31–74) ($n = 19$)	58,927 ± 4,37 (51–67) ($n = 13$) $p_{2-3} = 0,3$	51,54 ± 6,12 (40–59) ($n = 13$) $P_{2-4} = 0,003$	46,74 ± 15,51 (21–78) ($n = 19$) $p_{2-5} = 0,001$
Исследование (И) (+ПОРФТ) ($n = 21$)	57,0 ± 18,46 (5–75) $p_{2К-2И} = 0,285$	46,48 ± 16,08 (3–66) $p_{2-3} = 0,055$ $p_{К-3И} < 0,011$	30,95 ± 12,6 (0–50) $p_{2-4} << 0,0001$ $p_{4К-4И} << 0,0001$	22,05 ± 8,47 (0–35) $p_{2-5} << 0,0001$ $p_{5К-5И} << 0,0001$

Т а б л и ц а 3. Динамика клинического состояния пациентов с остеоартритом коленного сустава в процессе терапии с использованием ПОРФТ

Table 3. Dynamics of the patients' clinical state with osteoarthritis of the knee joint during PRP-therapy

Группа пациентов	Активность заболевания, баллы	
	через 0 мес. (1)	через 3 мес. (2)
Контроль (К) ($n = 19$)	16,32 ± 0,82 (15–18)	15,32 ± 0,95 (14–17) $p_{1-2} = 0,013$
Исследование (И) (+ПОРФТ) ($n = 21$)	16,1 ± 0,94 (15–18) $p_{2К-2И} = 0,437$	14,19 ± 0,81 (13–15) $p_{1-2} << 0,0001$ $p_{2К-2И} = 0,00025$

материалу (сырью) – периферической крови, так и по конечным параметрам, обеспечивающим во всех случаях благоприятный терапевтический эффект [10, 11]. Из этого следует, что для получения эффективного препарата PRP/ПОРФТ подходит периферическая кровь менее 50 % пациентов. Факторами, снижающими или отменяющими терапевтическое действие препарата PRP/ПОРФТ, являются: сниженное (менее $1 \cdot 10^{12}/л$) или повышенное (более $2 \cdot 10^{12}/л$) содержание тромбоцитов в препарате; повышенное содержание лейкоцитов (нейтрофилов), «сдвиг влево» как результат наличия «юных» форм нейтрофилов; признаки системного воспаления (наличие С-реактивного белка в крови) в периферической крови пациента; длительная история заболевания; высокая активность патологического процесса; пожилой возраст пациентов (более 60 лет). Приготовление аутологичной ПОРФТ без учета указанных признаков не обеспечивает терапевтическую активность, характерную для PRP/ПОРФТ [12]. Альтернативным подходом при наличии противопоказаний или ограничений для приготовления ПОРФТ аутологичной может являться ПОРФТ аллогенная, получаемая от здоровых лиц молодого возраста.

Полученные результаты показали, что аутологичная ПОРФТ у пациентов с ОА не вызывает реакций и осложнений при внутрисуставном введении и эффективно устраняет/ослабляет признаки воспаления – уже через 1 мес. после первой (из трех последовательных) инъекций. При этом терапевтический эффект ПОРФТ характеризуется стабилизацией воспалительного процесса и уменьшением болевого синдрома в течение не менее 3 мес., в то время как медикаментозная терапия оказывает временный и менее выраженный терапевтический эффект. Полученные нами данные совпадают с результатами других наблюдений о безопасности и клинической эффективности применения PRP/ПОРФТ, что в большинстве случаев позволяет достоверно снизить болевой синдром, сохранить в течение 6–12 мес. двигательную активность коленных суставов и отсрочить потребность в хирургическом лечении [2, 8, 9, 12].

Заключение. Стандартизированная ПОРФТ аутологичная может быть использована для многократного внутрисуставного введения пациентам для терапии остеоартрита коленных суставов. Применение ПОРФТ позволяет добиться обезболивающего эффекта в ранние сроки, сохранить двигательную активность, предохранить от быстрого прогрессирования остеоартрита сустава.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства здравоохранения Республики Беларусь (проект № 20192192 от 23.08.19).

Acknowledgements. The work was carried out with the financial support from the Ministry of Health of the Republic of Belarus (project No. 20192192 dated of 08.23.19).

Список использованных источников

1. Каратеев, А. Е. Остеоартрит: современная клиническая концепция и некоторые перспективные терапевтические подходы / А. Е. Каратеев, А. М. Лиля // Науч.-практ. ревматол. – 2018. – Т. 56, N 1. – С. 70–81.
2. PRP injections for the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials / G. Filardo [et al.] // Cartilage. – 2021. – Vol. 13, suppl. 1. – P. 364S–375S. <https://doi.org/10.1177/1947603520931170>
3. How does platelet-rich plasma compare clinically to other therapies in the treatment of knee osteoarthritis? A systemic review and meta-analysis / L. A. V. Costa [et al.] // Am. J. Sport Med. – 2022. – Vol. 51, N 4. – P. 1074–1086. <https://doi.org/10.1177/03635465211062243>
4. Kim, J.-H. Are leukocyte-poor or multiple injections of platelet-rich plasma more effective than hyaluronic acid for knee osteoarthritis? A systemic review and meta-analysis of randomized controlled trials / J.-H. Kim, Y.-B. Park, C.-W. Ha // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2022. – Vol. 143, N 7. – P. 3879–3897. <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04637-5>
5. Современные аспекты применения плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов, в лечении травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата / М. П. Потопнев [и др.] // Спорт. медицина: наука и практика. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 33–45.
6. Andia, I. Platelet-rich plasma for managing pain and inflammation in osteoarthritis / I. Andia, N. Maffulli // Nat. Rev. Rheumatol. – 2013. – Vol. 9. – P. 721–730. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2013.141>
7. Cook, C. S. Clinical update: why PRP should be your first choice for injection therapy in treating osteoarthritis of the knee / C. S. Cook, P. A. Smith // Cur. Rev. Musculoskel. Med. – 2018. – Vol. 11. – P. 583–592. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9524-x>
8. The use of platelet-rich plasma in studies with early knee osteoarthritis versus advanced stages of the disease: a systematic review and meta-analysis of 31 randomized clinical trials / F. Vilchez-Cavazos [et al.] // Arch. Orthopaed. Trauma Surg. – 2022. – Vol. 143, N 3. – P. 1393–1408. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-04304-1>

9. Platelet rich plasma injections for knee osteoarthritis treatment: a prospective clinical study / L. Moretti [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2022. – Vol. 11, N 9. – Art. 2640. <https://doi.org/10.3390/jcm11092640>
10. Плазма крови, обогащенная растворимыми факторами тромбоцитов: получение, стандартизация, медицинское применение / М. П. Потапнев [и др.] // *Здравоохранение.* – 2018. – № 10. – С. 38–44.
11. Возможности аутодонорства крови при получении плазмы, обогащенной растворимыми факторами тромбоцитов, для лечения диабетических язв кожи / М. П. Потапнев [и др.] // *Мед. журн.* – 2016. – № 2. – С. 91–94.
12. Andia, I. A contemporary view of platelet-rich plasma therapies: moving toward refined clinical protocols and precise indications / I. Andia, N. Maffulli // *Regen. Med.* – 2018. – Vol. 13, N 6. – P. 717–728. <https://doi.org/10.2217/rme-2018-0042>

References

1. Karateev A. E., Lila A. M. Osteoarthritis: current clinical concept and some promising therapeutic approaches. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Rheumatology science and practice], 2018, vol. 56, no. 1, pp. 70–81 (in Russian).
2. Filardo G., Previtali D., Napoli F., Candrian C., Zaffagnini S., Grassi A. PRP injections for the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Cartilage*, 2021, vol. 13, suppl. 1, pp. 364S–375S. <https://doi.org/10.1177/1947603520931170>
3. Costa L. A. V., Lenza M., Irrgang J. J., Fu F. H., Ferretini M. How does platelet-rich plasma compare clinically to other therapies in the treatment of knee osteoarthritis? A systemic review and meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 2022, vol. 51, no. 4, pp. 1074–1086. <https://doi.org/10.1177/03635465211062243>
4. Kim J.-H., Park Y.-B., Ha C.-W. Are leukocyte-poor or multiple injections of platelet-rich plasma more effective than hyaluronic acid for knee osteoarthritis? A systemic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2022, vol. 143, no. 7, pp. 3879–3897. <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04637-5>
5. Potapnev M. P., Zagorodnyi G. M., Krivenko S. I., Bogdan V. G., Svirskii A. O., Yasyukevich A. S., Asaevich V. I., Bukach D. V., Eismont O. L. Modern aspects of the use of plasma enriched in soluble platelet factors in the treatment of injuries and diseases of the musculoskeletal system. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports medicine: research and practice], 2019, vol. 9, no. 4, pp. 33–45 (in Russian).
6. Andia I., Maffulli N. Platelet-rich plasma for managing pain and inflammation in osteoarthritis. *Nature Reviews Rheumatology*, 2013, vol. 9, pp. 721–730. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2013.141>
7. Cook C. S., Smith P. A. Clinical update: why PRP should be your first choice for injection therapy in treating osteoarthritis of the knee. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 2018, vol. 11, pp. 583–592. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9524-x>
8. Vilchez-Cavazos F., Blazquez-Saldana J., Gamboa-Alonso A., Pena-Martinez V., Acosta-Olivo C., Sanchez-Garcia A., Simental-Mendia M. The use of platelet-rich plasma in studies with early knee osteoarthritis versus advanced stages of the disease: a systematic review and meta-analysis of 31 randomized clinical trials. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2022, vol. 143, no. 3, pp. 1393–1408. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-04304-1>
9. Moretti L., Maccagnano G., Coviello M., Cassano G. D., Franchini A., Laneve A., Moretti B. Platelet rich plasma injections for knee osteoarthritis treatment: a prospective clinical study. *Journal of Clinical Medicine*, 2022, vol. 11, no. 9, art. 2640. <https://doi.org/10.3390/jcm11092640>
10. Potapnev M. P., Krivenko S. I., Bogdan V. G., Kosmacheva S. M., Shlyaga O. L., Karpenko F. N. Platelet-rich derived plasma: manufacture and medical application. *Zdravookhranenie* [Healthcare], 2018, no. 10, pp. 38–44 (in Russian).
11. Potapnev M. P., Kondratenko G. G., Troyanov A. A., Karman A. D., Krivenko S. I., Nazarova E. A., Levandovskaya O. V. Blood autodonation possibilities for platelet-rich plasma preparation to treat diabetic foot ulcers. *Meditsinskii zhurnal* [Medical journal], 2016, no. 2, pp. 91–94 (in Russian).
12. Andia I., Maffulli N. A contemporary view of platelet-rich plasma therapies: moving toward refined clinical protocols and precise indications. *Regenerative Medicine*, 2018, vol. 13, no. 6, pp. 717–728. <https://doi.org/10.2217/rme-2018-0042>

Информация об авторах

Букач Дмитрий Вячеславович – канд. мед. наук, вед. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии (ул. Кизhevатова, 60/4, 220024, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0001-6076-3761>. E-mail: dzmitry.bukach@gmail.com

Эйсмонт Олег Леонидович – д-р мед. наук, доцент, заведующий лабораторией. Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии (ул. Кизhevатова, 60/4, 220024, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-1002-4132>. E-mail: oleismont@tut.by

Потапнев Михаил Петрович – д-р мед. наук, профессор, заведующий отделом. Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий (Долгиновский тракт, 160, 220053, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-6805-1782>. E-mail: mpotapnev@yandex.by

Information about the authors

Dmitry V. Bukach – Ph. D. (Med.), Senior Researcher. Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopedics (60/4, Kizhevato Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0001-6076-3761>. E-mail: zmitry.bukach@gmail.com

Oleg L. Eismont – D. Sc. (Med.), Associate Professor, Head of the Laboratory. Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopedics (60/4, Kizhevato Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-1002-4132>. E-mail: oleismont@tut.by

Michael P. Potapnev – D. Sc. (Med.), Associate Professor, Head of the Department. Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnologies (160, Dolginovsky Tract, 220053, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-6805-1782>. E-mail: mpotapnev@yandex.by

Асаевич Вадим Игоревич – мл. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий (Долгиновский тракт, 160, 220053, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-2257-6452>.

Лицкевич Павел Владимирович – мл. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий (Долгиновский тракт, 160, 220053, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0009-0000-3687-1930>.

Карпенко Федор Николаевич – канд. мед. наук, директор. Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий (Долгиновский тракт, 160, 220053, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0009-0009-7890-5495>.

Кривенко Светлана Ивановна – д-р мед. наук, доцент, заместитель директора. Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии (ул. Семашко, 8, 220087, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-6813-4465>.

Богдан Василий Генрихович – д-р мед. наук, профессор, академик-секретарь Отделения мед. наук. Национальная академия наук Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0001-7849-6497>. E-mail: medic@presidium.bas-net.by

Усов Валерий Валерьевич – заведующий отделением. 6-я городская клиническая больница (ул. Уральская, 5, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0009-0000-8791-2229>.

Хахелько Константин Евгеньевич – заведующий отделением. Минская областная клиническая больница (223041, Минский район, аг. Лесной). <https://orcid.org/0009-0003-4676-9827>.

Vadim I. Asaevich – Junior Researcher. Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnologies (160, Dolginovsky Tract, 220053, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-2257-6452>.

Pavel V. Litskevich – Junior Researcher. Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnologies (160, Dolginovsky Tract, 220053, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0009-0000-3687-1930>.

Fedor N. Karpenko – Ph. D. (Med.), Director. Republican Scientific and Practical Center of Transfusiology and Medical Biotechnologies (160, Dolginovsky Tract, 220053, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0009-0009-7890-5495>.

Svetlana I. Krivenko – D. Sc. (Med.), Associate Professor, Deputy Director. Minsk Scientific and Practical Center for Surgery, Transplantation and Hematology (8, Semashko Str., 220087, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-6813-4465>.

Vasily G. Bogdan – D. Sc. (Med.), Professor, Academician-secretary of the Department of Medical Sciences. National Academy of Sciences of Belarus (66, Nezavisimosti Ave., 220072, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0001-7849-6497>. E-mail: medic@presidium.bas-net.by

Valery V. Vusau – Head of the Department. 6th City Clinical Hospital (5, Uralskaya Str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0009-0000-8791-2229>.

Konstantin E. Hahelko – Head of the Department. Minsk Regional Clinical Hospital (223041, Minsk district, ag. Lesnoy). <https://orcid.org/0009-0003-4676-9827>.