

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ, В ЛЕЧЕНИИ ТЕНДИНОПАТИИ СВЯЗКИ НАДКОЛЕННИКА

**Р.А. Симонов**, roma.simonow2017@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3173-177X>

**А.С. Самойлов**, asamoilov@fmbcfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1227-2332>

**Н.В. Рылова**, nrilova@fmbcfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9248-6292>

Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия

**Аннотация.** Цель исследования: оценка эффективности применения аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами (АПОТ), у профессиональных спортсменов и спортсменов-любителей в лечении тендинопатии связки надколенника (ТССН). **Материалы и методы.** Обобщены результаты лечения 40 спортсменов с ТССН. Диагнозы верифицированы с помощью МРТ (магнитно-резонансная томография). Объектами исследования были как профессиональные спортсмены, так и любители. Все спортсмены были разделены на две группы по 20 человек. В группу I включили пациентов, в лечении которых использовали двукратную инъекцию аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами (АПОТ), с промежутком между инъекциями 7 сут, а также стандартные методы лечения: лечебная физическая культура (ЛФК) и физиотерапия. Группу II (группа контроля) составили пациенты, в лечении которых применяли только стандартный протокол (ЛФК и физиотерапия). Результаты исследования оценивали с помощью теста приседания на одной ноге на доске с наклоном 25° (SLDS – Single leg decline squat), VISA-P-опросника Викторианского института спорта, оценивающего состояние собственной связки надколенника. **Результаты.** Установлено, что использование около-сухожильных инъекций АПОТ – полезная методика терапии пациентов с ТССН, профессиональные спортсмены и спортсмены-любители имеют одинаково положительную динамику при комплексном лечении с использованием инъекций богатой тромбоцитами аутологичной плазмы. **Заключение.** Для повышения эффективности лечения спортсменов с тендинопатией собственной связки надколенника рекомендуется использовать аутологичную плазму, обогащенную тромбоцитами, в виде двукратных паратенониальных инъекций (с промежутком между инъекциями 7 сут) совместно со стандартным лечением в виде ограничения нагрузок, физиотерапии и реабилитационных упражнений.

**Ключевые слова:** обогащенная тромбоцитами плазма, тендинопатия собственной связки надколенника, колено прыгуна

**Для цитирования:** Симонов Р.А., Самойлов А.С., Рылова Н.В. Эффективность использования плазмы, обогащенной тромбоцитами, в лечении тендинопатии связки надколенника // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 1. С. 193–198. DOI: 10.14529/hsm250124

Original article  
DOI: 10.14529/hsm250124

## EFFICACY OF AUTOLOGOUS PLATELET-RICH PLASMA IN THE MULTIMODAL TREATMENT OF PATELLAR TENDINOPATHY IN ATHLETES

**R.A. Simonov**, roma.simonow2017@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3173-177X>

**A.S. Samoilov**, asamoilov@fmbcfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1227-2332>

**N.V. Rylova**, nrilova@fmbcfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9248-6292>

Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

**Abstract. Aim.** This study aims to establish an evidence-based foundation for the efficacy of autologous platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of patellar tendinopathy among both professional and amateur athletes. **Materials and methods.** A retrospective analysis involved 40 professional and amateur athletes

diagnosed with patellar tendinopathy, confirmed via magnetic resonance imaging (MRI). Participants were stratified into 2 groups of 20 individuals each. Group I received 2 injections of PRP administered at a 7-day interval, supplemented by standard therapeutic interventions, including physical therapy and physiotherapy. Group II received only the standard treatment protocol without PRP injections. Treatment outcomes were evaluated with the following: 1. the Single Leg Decline Squat (SLDS) test, performed on a 25-degree incline board; 2. the Victorian Institute of Sports Assessment for Patellar Tendinopathy (VISA-P) score, which quantifies the functional status of the patellar tendon. **Results.** The findings demonstrate that PRP injections significantly enhance therapeutic outcomes in patients with patellar tendinopathy. Both professional and amateur athletes exhibited comparable improvements when PRP was integrated into a comprehensive treatment regimen. **Conclusion.** Two injections of autologous platelet-rich plasma administered at a 7-day interval are recommended to optimize the treatment of patellar tendinopathy in athletes. This approach, when combined with standard protocols, represents a clinically effective strategy for managing this condition.

**Keywords:** platelet-rich plasma, patellar tendinopathy, jumper's knee

**For citation:** Simonov R.A., Samoilov A.S., Rylova N.V. Efficacy of autologous platelet-rich plasma in the multimodal treatment of patellar tendinopathy in athletes. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(1):193–198. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250124

**Введение.** Спортсмены, выполняющие быстрые ускорения, замедления, смены направления, часто повторяющиеся движения или любое сочетание этих действий с участием в движении коленного сустава, подвержены риску повреждения сухожилия надколенника [6]. Микротравматизация приводит к нарушению работы клеток сухожилия – теноцитов. При повреждении клеток сухожилия спортсмены с нормальной или излишней физической нагрузкой имеют риски дегенеративной тендинопатии, запускается процесс «непрерывной тендинопатии» [15].

Тендинопатия связки надколенника (или «колени прыгуна») – это микротравма при чрезмерной нагрузке коленного сустава. Определить распространенность тендинопатии надколенника сложно, так как травмы связанные с чрезмерной нагрузкой часто не регистрируются из-за отсутствия предъявления жалоб спортсменами [2]. По литературным данным, тендинопатия связки надколенника составляет 10 % всех патологий коленного сустава, что делает ее одной из наиболее распространенных заболеваний этого сустава [6, 14]. Тендинопатия связки надколенника встречается как у профессиональных спортсменов, так и у спортсменов-любителей. Частота выявления «коленного сустава прыгуна» высока в видах спорта, характеризующихся высокими требованиями к скорости и силе разгибателей ног, таких как баскетбол, волейбол, футбол и легкая атлетика, где эта патология может выявляться у 40–50 % спортсменов [15].

Опыт показывает, что в терапии повреж-

дений связочного аппарата спортсменов необходимы комплексные программы с разнообразными методиками лечения. Метод PRP-терапии (с англ. Platelet Rich Plasma – плазма, обогащенная тромбоцитами) показал обнадеживающие результаты в лечении поврежденных связок и сухожилий [8–12].

Плазма, обогащенная тромбоцитами (АПОТ, PRP), – это аутологичная сыворотка, содержащая высокие концентрации тромбоцитов (как минимум, в 2 раза больше, чем в цельной крови) и полученная путем центрифугирования. После разделения крови на фракции путем центрифугирования тромбоциты, содержащие большое количество факторов роста, вводят паратеноноially. АПОТ запускает множество биологических процессов: стимулирует пролиферацию клеток, их дифференцировку и хемотаксис, ангиогенез, синтез внеклеточного матрикса, в том числе стимулирует продукцию коллагена, обладает анальгезирующим и противовоспалительным эффектами [1, 3–5, 13].

Распространение методики PRP-терапии (лечение с помощью АПОТ) в медицине началось с 2003 года, когда М. Sanchez с группой исследователей [7] впервые продемонстрировали эффективность этого метода в терапии повреждения суставного хряща у спортсмена. Со временем была расширена доказательная база применения АПОТ, однако в настоящее время появляется всё больше вопросов относительно ее эффективности и методики применения при дегенеративных изменениях связок и сухожилий.

**Цель исследования:** оценка эффективности использования аутологичной плазмы, богатой тромбоцитами, в лечении тендинопатии связки надколенника у профессиональных спортсменов и спортсменов-любителей.

**Материалы и методы.** Были проанализированы результаты лечения 40 спортсменов обоих полов в возрасте от 12 до 40 лет с ТССН, которые проходили лечение с 2017 по 2023 год на базе медицинского центра ПФК ЦСКА,

клиники К+31 Сити, клиники «Ремедика». Объектами исследования были как профессиональные спортсмены, так и любители: футболисты, волейболисты, баскетболисты и легкоатлеты. Все пациенты были разделены на две группы по 20 человек (табл. 1–3). Диагнозы верифицированы с помощью данных исследований МРТ. Метод PRP-терапии использовали в экспериментальной группе (группа I). Этой группе пациентов производилось двукратная

Таблица 1  
Table 1

Распределение пациентов на группы  
Distribution of study participants by treatment group

	Группа пациентов Patient group	Группа I Group I (n = 20)	Группа II Group II (n = 20)
Метод лечения Treatment method	Лечебная физическая культура Therapeutic exercise	+	+
	Физиотерапия Physiotherapy	+	+
	Плазма богатая тромбоцитами Platelet-rich plasma	+	–

*Примечание:* «+» – используемый метод, «–» – метод, не применяемый в лечении.

*Note:* “+” is the treatment method used, “–” is the treatment method not used in the rehabilitation protocol.

Таблица 2  
Table 2

Описательная статистика в зависимости от группы  
Descriptive statistics of quantitative variables by treatment group

Показатель Parameter	Контроль (группа II) Control Group (Group II)	Эксперимент (группа I) Experimental Group (Group I)	P
Возраст (лет), Ме [IQR] Age (years), Me [IQR]	24,00 [17,00; 30,00]	25,00 [17,00; 31,50]	0,646
ИМТ (индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> ), Ме [IQR] Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ), Me [IQR]	20,71 [20,39; 21,62]	21,97 [21,42; 22,53]	0,001*
SLDS до (баллы по ВАШ от 0 до 10), Ме [IQR] Baseline SLDS (scores from 0 to 10), Me [IQR]	6,50 [6,00; 7,00]	7,00 [6,00; 7,00]	0,864
Стаж (лет), Ме [IQR] Experience (years), Me [IQR]	13,00 [6,25; 19,00]	10,00 [6,25; 14,25]	0,238
Концентрация тромбоцитов (10 <sup>3</sup> , клеток/мл), Ме [IQR] Platelet concentration (10 <sup>3</sup> , cells/ml), Me [IQR]	222,50 [214,25; 230,00]	223,50 [215,00; 230,00]	0,689
ViSA-P до (баллы по ВАШ от 0 до 100), М (SD) Baseline ViSA-P (scores from 0 to 100), M (SD)	37,83 (9,07)	38,83 (9,07)	0,671

*Примечание:* \* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05); U – критерий Манна – Уитни; P – расчетная вероятность ошибки первого рода; Ме – медиана; IQR – интерквартильный размах.

*Note:* \* – the differences are statistically significant (p < 0.05), Mann – Whitney U test; P – type I error probability; Me – median; IQR – interquartile range.

инъекция плазмы, богатой тромбоцитами (АПОТ), в объеме 4 мл паратенониально по болевым точкам с учетом данных МРТ с промежутком между инъекциями 7 суток. Контрольную группу (группа II) составили пациенты, при лечении которых инъекцию АПОТ не использовали (см. табл. 1). В обеих группах использовали ограничение физических нагрузок, физиопроцедуры (магнитотерапия, ультразвуковая терапия, по 8 процедур каждая) и лечебную физическую культуру (ЛФК) – специальный комплекс упражнений для реабилитации спортсменов при ТССН.

Для оценки результатов терапии через 4 недели после начала лечения использовали:

– тест приседания на одной ноге на доске с наклоном 25° (SLDS – Single leg decline squat): во время стояния на пораженной ноге на доске с наклоном 25° пациента просят поддерживать вертикальное положение туловища и присесть, выполняя сгибание в коленном суставе. Тест также проводится, стоя на неповрежденной ноге. Для каждой ноги регистрируется максимальный достигнутый угол сгибания колена, в этот момент регистрируется боль по визуальной аналоговой шкале от 0 до 10 баллов. При этом боль должна оставаться локализованной в области сухожилия и не распространяться во время этого теста;

– VISA-P (Victorian Institute of Sports Assessment for the Patellar tendon) – опросник Викторианского института спорта, оценивающий состояние сухожилия надколенника. VISA-P оценивает симптомы, простые функциональные тесты и способность заниматься спортом. Максимальный балл при отсутствии симптомов для функционирующего спортсмена – 100, наименьший теоретический балл равен 0, а дисфункции – менее 80 баллов.

**Результаты.** В экспериментальной и контрольной группах, в группах профессиональных спортсменов и спортсменов-любителей нами был произведен анализ VISA-P (после/до) – математическое отношение VISA-P после к VISA-P до (табл. 4).

Выявлены значимые различия VISA-P (после/до) в экспериментальной и контрольной группах ( $p < 0,001$ ) (метод: U-критерий Манна – Уитни) в эффективности лечения.

Также был произведен анализ SLDS (до/после) – математическое отношение SLDS до к SLDS после (табл. 5).

При оценке SLDS (до/после) в экспериментальной и контрольной группах были установлены статистически значимые различия ( $p = 0,001$ ) (U-критерий Манна – Уитни) в эффективности лечения.

При анализе SLDS (до/после) и VISA-P

Таблица 3  
Table 3

Распределение пациентов в зависимости от спортивного уровня  
Distribution of study participants by athletic level

Профессионализм Athletic level	Абсолютное число Absolute value	Относительное число, % Relative value	95 % ДИ Confidence interval
Любитель / Amateur athlete	20	50,0	36,8–63,2
Профессионал / Professional athlete	20	50,0	36,8–63,2

Примечание: ДИ – доверительный интервал.

Таблица 4  
Table 4

Анализ VISA-P (после/до)  
VISA-P analysis (after/before)

Показатель Parameter	Категория Category	VISA-P (после/до) / (after/before)			P
		Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	N	
Группа Group	Группа II / Group II	1,59	1,28–2,00	20	< 0,001*
	Группа I / Group I	2,00	1,87–2,29	20	
Профессионализм Athletic level	Любитель / Amateur athlete	1,94	1,55–2,14	20	0,923
	Профессионал / Professional athlete	1,88	1,57–2,26	20	

Примечание: здесь и в табл. 5 \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); Me – медиана; Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub> – верхний и нижний квартили соответственно; N – количество пациентов.

Note: here and in table 5 \* – the differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ); Me – median; Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub> – upper and lower quartiles; N – number of subjects.

Таблица 5  
Table 5Анализ SLDS (до/после)  
SLDS analysis (before/after)

Показатель Parameter	Категория Category	SLDS (до/после) / (before/after)			P
		Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	N	
Группа Group	Группа II / Group II	2,33	2,00–3,00	20	0,001*
	Группа I / Group I	3,50	3,00–5,00	20	
Профессионализм Athletic level	Любитель / Amateur athlete	3,00	2,33–3,50	20	0,409
	Профессионал / Professional athlete	3,25	2,33–5,75	20	

(после/до) в зависимости от профессионализма нам не удалось выявить статистически значимых различий в эффективности терапии с использованием инъекций АПОТ.

**Выводы:**

1. Применение двукратных паратенонических инъекций (с промежутком между инъекциями 7 суток) аутологичной плазмы, богатой тромбоцитами, является эффективным методом лечения тендинопатии собственной связки надколенника, позволяет достичь выраженного снижения уровня боли и улучшения функции нижней конечности.

2. Применение инъекций плазмы, богатой тромбоцитами, совместно со стандартным

протоколом терапии (ограничение физических нагрузок, магнитотерапия, ультразвуковая терапия и реабилитационные упражнения) в процессе лечения спортсменов с тендинопатией связки надколенника статистически более эффективно, чем использование только стандартного протокола при оценке уровня боли, функции нижней конечности в краткосрочной перспективе (через 4 недели с момента начала лечения).

3. Профессиональные спортсмены и спортсмены-любители имеют одинаково положительную динамику при комплексном лечении с использованием инъекций аутологичной плазмы, богатой тромбоцитами.

**Список литературы / References**

1. Zou G., Zheng M., Chen W. et al. Autologous Platelet-rich Plasma Therapy for Refractory Pain After Low-grade Medial Collateral Ligament Injury. *Journal International Medicine Research*, 2020, vol. 48 (2), pp. 56–65. DOI: 10.1177/0300060520903636
2. Clarsen B., Myklebust G., Bahr R. Development and Validation of a New Method for the Registration of Overuse Injuries in Sports Injury Epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *Br. Journal Sports Medicine*, 2013, vol. 47 (8), pp. 495–502. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091524
3. Fallouh L., Nakagawa K., Sasho T. et al. Effects of Autologous Platelet-rich Plasma on Cell Viability and Collagen Synthesis in Injured Human Anterior Cruciate Ligament. *Journal Bone Joint Surgery American*, 2010, vol. 92 (18), pp. 2909–2916. DOI: 10.2106/JBJS.I.01158
4. Zicaro J.P., Garcia-Mansilla I., Zuain A. et al. Has Platelet-rich Plasma any Role in Partial Tears of the Anterior Cruciate Ligament? Prospective Comparative Study. *World Journal Orthop.*, 2021, vol. 12 (6), pp. 423–432. DOI: 10.5312/wjo.v12.i6.423.
5. Chalidis B., Givissis P., Papadopoulos P., Pitsilos C. Molecular and Biologic Effects of Platelet-Rich Plasma (PRP) in Ligament and Tendon Healing and Regeneration: A Systematic Review. *International Journal Molecular Science*, 2023, vol. 24 (3), pp. 27–44. DOI: 10.3390/ijms24032744
6. Cook J.L., Khan K.M., Kiss Z.S., Griffiths L. Patellar Tendinopathy in Junior Basketball Players: a Controlled Clinical and Ultrasonographic Study of 268 Patellar Tendons in Players Aged 14–18 Years. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*, 2010, vol. 10, pp. 216–220. DOI: 10.1034/j.1600-0838.2000.010004216.x
7. Sánchez M., Azofra J., Anitua E. et al. Plasma Rich in Growth Factors to Treat an Articular Cartilage Avulsion: a Case Report. *Medicine Science Sports Exerc.*, 2003, vol. 35 (10), pp. 1648–1652. DOI: 10.1249/01.MSS.0000089344.44434.50
8. Zhang J., Wang C., Li X. et al. Platelet-rich Plasma, a Biomaterial, for the Treatment of Anterior

Talofibular Ligament in Lateral Ankle Sprain. *Front Bioeng Biotechnology*, 2022, vol. 22 (10), pp. 33–39. DOI: 10.3389/fbioe.2022.1073063

9. Cruciani M., Franchini M., Mengoli C. et al. Platelet-rich Plasma for Sports-related Muscle, Tendon and Ligament Injuries: an Umbrella Review. *Blood Transfus*, 2019, vol. 17 (6), pp. 465–478. DOI: 10.2450/2019.0274-19

10. Filardo G., Di Matteo B., Kon E. et al. Platelet-rich Plasma in Tendon-related Disorders: Results and Indications. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthrosc.*, 2018, vol. 26 (7), pp. 1984–1999. DOI: 10.1007/s00167-016-4261-4

11. Paoloni J., De Vos R.J., Hamilton B. et al. Platelet-rich Plasma Treatment for Ligament and Tendon Injuries. *Clin Journal Sport Medicine*, 2011, vol. 21 (1), pp. 37–45. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31820758c7

12. Belk J.W., Kraeutler M.J., Houck D.A. et al. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Metaanalysis of Randomized Controlled Trials. *American Journal Sports Medicine*, 2020, vol. 15 (1), p. 403. DOI: 10.1186/s13018-020-01919-9

13. Cheng M., Wang H., Yoshida R., Murray M.M. Platelets and Plasma Proteins are Both Required to Stimulate Collagen Gene Expression by Anterior Cruciate Ligament Cells in Three-dimensional Culture. *Tissue Eng Part A*, 2010, vol. 16 (5), pp. 1479–1489. DOI: 10.1089/ten.TEA.2009.0199

14. Zwerver J., Bredeweg S.W., van den Akker-Scheek I. Prevalence of Jumper's knee Among Nonelite Athletes from Different Sports: a Cross-sectional Survey. *American Journal Sports Medicine*, 2011, vol. 39 (9), pp. 1984–1988. DOI: 10.1177/0363546511413370

15. Cook J.L., Rio E., Purdam C.R. et al. Revisiting the Continuum Model of Tendon Pathology: what is its Merit in Clinical Practice and Research? *Br Journal Sports Medicine*, 2016, vol. 50 (19), pp. 1187–1191. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095422

#### **Информация об авторах**

**Симонов Роман Александрович**, врач-аспирант, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия.

**Самойлов Александр Сергеевич**, доктор медицинских наук, генеральный директор, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия.

**Рылова Наталья Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия.

#### **Information about the authors**

**Roman A. Simonov**, Postgraduate student, Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Alexander S. Samoilov**, Doctor of Medical Sciences, General Director, Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Natalia V. Rylova**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Sports Nutrition, Center for Sports Medicine and Rehabilitation, Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

#### **Вклад авторов:**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Contribution of the authors:**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

**Статья поступила в редакцию 19.11.2024**

**The article was submitted 19.11.2024**