

пластической эстетической хирургии // Московский хирургический журнал. 2019. № 3. С. 77-80.

Kochubey V.V. The need of Russian women in plastic aesthetic surgery / V.V. Kochubey. – Text: direct // Moscow Surgical Journal. 2019. – No. 3. – P. 77-80

4. Лапутин Е.Б. Мастер-класс пластического хирурга. М.: Литтерра: «Косметик интернет форум», 2007. 312 с.

Laputin E.B. Master class of plastic surgeon. – Moscow: Litterra: «Cosmeticeenl forum», 2007. 312 p.

5. Нгуен Д.К., Южаков М.М. Обзор методов оценки психо-эмоционального состояния человека // VI Научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии», 27-30 мая 2015 г. Томск, 2015. С.109-112

Nguyen D.K. Review of methods for assessing the psycho-emotional state of a person / D.K. Nguyen, M.M. Yuzhakov // VI Scientific-practical conference «Information-measuring equipment and technologies», May 27-30, 2015. – Tomsk, 2015. – P.109-112.

6. Палатина О.М. Клинико-психопатологическая и психосоциальная характеристика па-

циентов, перенесших пластические операции: Автореф. дис.... к.м.н. СПб., 2021. 27 с.

Palatina O.M. Clinical-psychopathological and psychosocial characteristics of patients who have undergone plastic surgery Specialty 14.01.06 – Psychiatry AUTHOREFERATE of the dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences St. Petersburg 2021. 27 p.

7. Петрова Н.Н., Спесивцев Ю.А., Грибова О.М. Личностно-психологические и психопатологические особенности пациентов эстетической хирургии // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 11. Медицина. 2013. №1.С.94-103.

Petrova N.N. Personal-psychological and psychopathological features of patients of aesthetic surgery / N.N. Petrova, Yu.A. Spesivtsev, O.M. Gribova // Bulletin of St. Petersburg University. Episode 11. Medicine. – 2013. – No. 1. – P. 94–103.

8. Петрова Н.Н., Калакуцкий Н.В., Палатина О.М. Клиническая и психосоциальная характеристика пациентов пластической хирургии // Российский медицинский журнал. 2017. Т.23, №6. С.315-320.

Petrova N.N. Clinical and psychosocial characteristics of plastic surgery patients / N.N. Petro-

va, N.V. Kalakutsky, O.M. Palatina // Russian Medical Journal. – 2017. – Vol.23. – No. 6. – P. 315–320.

9. Психологические исследования внешности и образа тела: коллективная монография / отв. ред. А.Г. Фаустова; ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Рязань: ОТСИОП, 2022. 223 с.

Psychological studies of appearance and body image: a collective monograph / отв. editor A.G. Faustova; FSBEI HE RyazSMU of the Ministry of Health of Russia. – Ryazan': OTSiOP, 2022. – 223 p.

10. Руководство по оценке качества жизни в стоматологии / О.О. Янушевич, К.Г. Гуревич, А.М. Панин [и др.]. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 144 с.

Manual for assessing the quality of life in dentistry / O.O. Yanushevich, K.G. Gurevich, A.M. Panin [et al.] - Moscow: GEOTAR-Media, 2021. - 144 p.

11. Челюстно-лицевая хирургия: учебник / под ред. А.Ю. Дробышева, О.О. Янушевича. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 880 с.

Maxillofacial surgery: a textbook / ed. by A.Y. Drobyshev, O.O. Yanushevich. - Moscow: GEOTAR-Media, 2021. - 880 p.

Н.В. Зайцева, А.А. Субботина, О.В. Долгих

МАРКЕРЫ КОСТНОГО МЕТАБОЛИЗМА И ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА *eNOS* У ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

DOI 10.25789/YMJ.2023.82.28

УДК 616.71

Проведено изучение особенностей метаболизма костной ткани у детского населения региона Восточной Сибири с целью обоснования маркеров формирования патологии костно-мышечной системы. Установлено, что у детей с патологией опорно-двигательного аппарата значительно повышены уровни содержания в крови N-остеокальцина, ионизированного кальция и щелочной фосфатазы по сравнению с группой детей без патологии ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют, что одним из этиологических факторов развития нарушений костного метаболизма является полиморфизм G894T кандидатного гена эндотелиальной NO-синтазы, ассоциированный с высокой частотой встречаемости аллеля T гена *eNOS* G894T, а сам маркер следует отнести к предикторам формирования патологии опорно-двигательного аппарата у детей региона Восточной Сибири.

Ключевые слова: болезни костно-мышечной системы, полиморфизм G894T гена *eNOS*, N-остеокальцин, ионизированный кальций.

We have examined bone metabolism in children living in Eastern Siberia; the aim was to substantiate markers of musculoskeletal diseases. As a result, we have established that children with diseases of the musculoskeletal system have statistically significantly higher levels of N-osteocalcin, ionized calcium and alkaline phosphatase in blood than children without them ($p < 0.05$). The obtained results indicate that the G894T polymorphism of the candidate endothelial NO-synthase gene, associated with a high frequency of the T allele of the *eNOS* G894T gene is one of the etiological factors in the development of bone metabolism disorders, and the marker itself should be attributed to the predictors of the formation of pathology of the musculoskeletal system in children of the region from Eastern Siberia.

Keywords: diseases of the musculoskeletal system, the G894T polymorphism of the *eNOS* gene, N-osteocalcin, ionized calcium.

Федеральный НЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, г. Пермь: **ЗАЙЦЕВА Нина Владимировна** – д.м.н., акад. РАН, проф., научн. руковод., ORCID: 0000-0003-2356-1145, **СУББОТИНА Алена Александровна** – м.н.с., ORCID: 0000-0002-3579-4125, **ДОЛГИХ Олег Владимирович** – д.м.н., зав. отделом, oleg@fcrisk.ru, ORCID:0000-0003-4860-3145.

Введение. Здоровье детского населения является одним из наиболее чувствительных индикаторов состояния общества. На данный момент наблюдается высокий уровень детской заболеваемости по всем группам нозологий [1]. Отмечаются высокие темпы роста патологии костно-мышечной системы у детского контингента дошкольного возраста – в 2,6 раза [12].

Нарушение формирования костной массы в детском возрасте создает предпосылки для развития остеопороза во взрослом возрасте. Среди ряда причин формирования остеопенических состояний у детей наибольшее значение имеют генетические факторы, нарушения минерального и витаминного обменов, неполноценное питание, различные патологические процессы и др. [6].

Использование некоторых биохимических показателей позволяет оценить состояние метаболизма костной ткани, выявить его нарушения, влекущие за собой развитие поврежденных опорно-двигательного аппарата [9].

Одним из перспективных и часто изучаемых маркеров образования кости является белок остеокальцин. Он является главным белком матрикса костей (молекулярная масса 5 800 Да) и синтезируется преимущественно остеобластами. Содержание этого белка в сыворотке крови отражает состояние костного метаболизма в целом [3, 10]. Ионизированный кальций – это кальций, который свободно циркулирует в крови и не связан с белками. Уровень ионизированного кальция лучше отражает метаболизм кальция, чем уровень общего кальция [4]. Щелочная фосфатаза – это фермент, участвующий в обмене фосфорной кислоты. Ее активность возрастает при развитии патологических процессов костной ткани [8]. На сегодняшний день особую актуальность представляют исследования по выявлению ассоциаций генетической предрасположенности к развитию патологических процессов в костной ткани и маркерами ее фенотипической реализации, то есть идентификация генетических и метаболомных предикторов патологических состояний.

Цель работы – изучение маркеров формирования патологии костно-мышечной системы, ассоциированной с особенностями показателей костного метаболизма и полиморфизмом гена *eNOS* G894T у детского населения региона Восточной Сибири.

Материалы и методы. Для исследования были выбраны 116 детей, проживающих в одном из регионов Восточной Сибири. Группа наблюдения – 69 детей 4-7 лет (34 мальчика, 35 девочек) с патологией костно-мышечной системы (преимущественно дорсопатии и дорсалгии). Группа сравнения – 47 детей 3-7 лет (21 мальчик, 26 девочек) без патологий опорно-двигательного аппарата.

В ходе исследования использован комплекс биохимических и молекулярно-генетических методов. Для этого у обследуемых детей после подписания информированного добровольного согласия на медицинское вмешательство родителями были забраны следующие биологические среды: кровь для определения уровней N-остеокальцина методом ИФА с использованием моноклональных антител к остеопротенину, ионизированного кальция ион-селективным методом и щелочной фосфа-

тазы кинетическим колориметрическим методом; буккальный эпителий для определения генотипа по полиморфизму G894T (Glu298Asp) гена *eNOS* методом полимеразной цепной реакции с дальнейшей аллельной дискриминацией кривых амплификации.

Статистическая обработка полученных количественных данных была выполнена в программе Statistica 6.0 и представлена в виде $\bar{X} \pm SE$ – средней арифметической величины ($\bar{X}$) и стандартной ошибки среднего (SE). Различия считались значимыми, если соответствующие p значения были меньше, чем 0,05. Расчет распределения частоты генотипов и аллелей и соблюдения равновесия Харди-Вайнберга в группах наблюдения и сравнения проводился с помощью онлайн-программы «Gen-Expert». Силу ассоциации анализируемых признаков определяли с помощью величины отношения шансов (OR). Для OR рассчитывали доверительный интервал (CI) при 95% уровне значимости.

Результаты. Состояние костного обмена оценивалось по уровню основных маркеров метаболизма костной ткани – N-остеокальцина, ионизированного кальция и щелочной фосфатазы. При сравнении этих показателей установлено, что в основной группе уровень N-остеокальцина статистиче-

ски значимо, в 2,6 раза ($p < 0,05$), превышал аналогичные показатели группы сравнения, при этом у 50% детей группы наблюдения отмечается превышение референтного уровня. Концентрация ионизированного кальция была повышена у всех детей группы наблюдения относительно референтного уровня и в 1,2 раза относительно группы сравнения. При этом значения щелочной фосфатазы находились в диапазоне физиологической нормы у 90% детей, но выше в 1,2 раза показателей группы сравнения (табл. 1).

Генетический анализ на установление генотипа по полиморфизму G894T гена *eNOS* выявил, что распределение частоты генотипов в группах соответствует равновесию Харди-Вайнберга, поэтому данные могут быть проанализированы с применением общей и мультипликативной моделей наследования (для группы наблюдения $p = 1,00$; для группы сравнения $p = 0,16$).

Изучение встречаемости генотипов установило следующую частоту в группе детей с заболеваниями костно-мышечной системы: G/G – 52,2%, G/T – 40,6, T/T – 7,2%. При этом наличие генотипов G/T и T/T усиливало ассоциацию с заболеваниями костно-мышечной системы в 3,9 и 1,15 раза относительно группы сравнения ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 1

Сравнительный анализ показателей костного метаболизма у детей с патологией костно-мышечной системы и здоровых детей

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения (n=69)	Группа сравнения (n=47)
N-остеокальцин, нг/см ³	27,92-67,95	72,93±11,30**/**	27,70±2,79
Ионизированный кальций, ммоль/дм ³	1,03-1,10	1,26±0,01**/**	1,06±0,02
Щелочная фосфатаза, ед/дм ³	71,00-645,00	501,21±32,24**	405,94±26,88

* Различия значимы относительно референтного уровня ($p < 0,05$); ** различия значимы относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Таблица 2

Частота генотипов и аллелей гена *eNOS* обследуемых с патологиями костно-мышечной системы и здоровых детей

Ген	Генотипы/аллели	Группа наблюдения (n=69)	Группа сравнения (n=47)	OR (95% CI)	p
<i>eNOS</i> (rs1799983)	G/G	0,522	0,787	0,29 (0,13-0,69)	0,01
	G/T	0,406	0,149	3,90 (1,53-9,95)	
	T/T	0,072	0,064	1,15 (0,26-5,04)	
	G	0,725	0,862	0,42 (0,21-0,85)	0,01
	T	0,275	0,138	2,37 (1,18-4,74)	

Анализ аллелей по мультипликативной модели наследования показал, что встречаемость аллеля Т в группе наблюдения составляет 27,5%, это почти в 2 раза выше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$) (табл. 2).

Обсуждение. В настоящее время большую распространенность приобретают дорсалгии и дорсопатии детского и подросткового возраста [11]. В нашем исследовании у 93% детей 4-7 лет с патологией опорно-двигательного аппарата встречалась дорсопатия.

Как высокий, так и низкий уровень остеокальцина в крови может указывать на потерю костной массы. Исследования на животных предполагают, что высокий уровень остеокальцина объясняется его реабсорбцией из костной ткани, которая высвобождает его, повышая уровень в крови [16]. Также повышение уровня остеокальцина в крови связывают с переломами [13], остеопорозом [17] и размягчением костей [14].

К одним из патогенетически важных критериев кальциевого и фосфорного обмена относятся уровень ионизированного кальция и содержание щелочной фосфатазы. Проведенными ранее исследованиями продемонстрировано, что у детей с заболеваниями костно-мышечной системы избыточные концентрации ионизированного кальция в сыворотке крови достигали $1,17 \pm 0,01$ ммоль/дм³ [5], а щелочной фосфатазы у пациентов ортопедо-травматологического отделения – 486,25 Ед/л при референтном уровне 129-417 Ед/л [2].

Оксид азота, за образование которого отвечает NO-синтаза, участвует в клеточных процессах, ответственных за обновление костной ткани. Он способствует пролиферации и дифференцировке остеобластов, а также играет ключевую роль в активности остеокластов, поскольку было показано, что снижение уровня NO усиливает остеокластогенез и связанную с ним резорбцию кости [15].

При исследовании распределения G894T полиморфных генотипов и аллелей гена eNOS получены значимые различия среди детей с недифференцированной дисплазией соединительной ткани и здоровыми детьми Санкт-Петербурга. Так, во всех группах детей с недифференцированной дисплазией соединительной ткани, характеризующейся дефектами волокнистых структур и основного вещества, участвующего в построении хрящевой и костной ткани, чаще встречались генотип Т/Т и аллель Т [7].

Заключение. Таким образом, установлено, что у детей с патологией опорно-двигательного аппарата к особенностям метаболизма костной ткани следует отнести значимо повышенные уровни содержания в крови N-остеокальцина, ионизированного кальция и щелочной фосфатазы, что свидетельствует о более низкой минерализации костей скелета у данной категории пациентов по сравнению с группой детей без патологии ($p < 0,05$). Одним из этиологических факторов развития данного состояния следует считать полиморфизм G894T кандидного гена эндотелиальной NO-синтазы (eNOS). По результатам данного исследования, в группе наблюдения встречаемость аллеля Т гена eNOS значимо выше, чем в группе сравнения ($OR = 2,37$; 95% CI 1,18-4,74; $p = 0,01$).

Литература

1. Василенко А.М., Тихонова Т.Г. Рефлексотерапия заболеваний костно-мышечной системы у детей и подростков: учебно-методическое пособие // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2018; 17(6): 352-377.
2. Василенко А.М., Тихонова Т.Г. Reflexotherapy of diseases of the musculoskeletal system in children and adolescents. Education and methodological guide. Russian Journal of Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation. 2018; 17(6): 352-377. DOI: 10.17816/1681-3456-2018-17-6-352-377
3. Галиatina TA, Ustiantseva IM, Khokhlova OI. Particular of the bone metabolism in children with the extremities' fractures. Bulletin of Siberian medicine. 2013; 12 (6): 17-24.
4. Дегтярев О.В., Сазыкина У.А., Лазарева Е.Н. Диагностическая значимость остеокальцина при лепрозных остеодеструктивных осложнениях // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2013; 5: 54-56.
5. Degtyarev OV, Sazykina UA, Lazareva EN. Diagnostic significance of osteocalcin in leprosy osteodestructive complications. Russian journal of skin and venereal diseases. 2013; 5: 54-56.
6. Дунай Л.В., Пешкова А.В. Внедрение новых технологий биохимических исследований в клинику // Мать и дитя в Кузбассе. 2004; 3 (18): 39-40.
7. Dunay LV, Peshkova AV. Implementation of new technologies for biochemical research in the clinic. Mother and Baby in Kuzbass. 2004; 3 (18): 39-40.
8. Жданова-Заплесвичко И.Г., Землянова М.А., Пешкова Е.В. Оценка нарушений биохимических показателей состояния костной ткани у детей в условиях аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов в зоне влияния предприятия по производству алюминия // Вестник Пермского университета. Биология. 2017; 2: 216-221.
9. Zhdanova-Zaplesvichko IG, Zemlyanova MA, Peshkova EV. Assessing breaches of biochemical indicators of the state of bone tissue in children under conditions the airborne impact priority of chemical factors in the zone of influence companies producing aluminum. Bulletin of Perm University. Biology. 2017; 2: 216-221.
10. Зайцева Н.В., Пермяков И.А., Устинова О.Ю., Верихов Б.В. Гигиеническая оценка химического техногенного воздействия на состояние костно-мышечной системы у детей // Здоровье семьи – 21 век. Электронное периодическое издание. 2010; 3 (3): 5 (1-20).
11. Zaitseva NV, Permyakov IA, Ustinova OYu, Verikhov BV. Hygienic assessment of industrial chemical impact on the musculoskeletal system in children. Family health in XXI century. Electronic periodical. 2010; 3 (3): 5 (1-20).
12. Костик И.А., Чухловина М.Л., Ларионова В.И., Кадурина Т.И. Генетические маркеры сосудистой патологии у детей с недифференцированной дисплазией соединительной ткани // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2008; 2: 21-25.
13. Kostik IA, Chukhlovina ML, Larionova VI, Kadurina TI. Genetic markers of the vascular pathology in children with nondifferentiated connective tissue dysplasia. Medical news of the North Caucasus. 2008; 2: 21-25.
14. Любимова Н.В., Кушлинский Н.Е. Биохимические маркеры метастазирования в кости // Успехи молекулярной онкологии. 2015; 2 (1): 61-75.
15. Lyubimova NV, Kushlinskiy NE. Biochemical markers of bone metastasis. Advances in molecular oncology. 2015; 2 (1): 61-75. DOI: 10.17650/2313-805X.2015.2.1.061-075.
16. Никонova TA, Dovgal DA, Khokhlova OI, Ustyantseva IM. Особенности минерального обмена у детей с патологией опорно-двигательного аппарата // Политравма. 2010; 2: 52-54.
17. Nikonova TA, Dovgal DA, Khokhlova OI, Ustyantseva IM. The features of mineral metabolism in children with locomotorium pathology. Polytrauma. 2010; 2: 52-54.
18. Панкратова Ю.В., Пигарова Е.А., Дзеранова Л.К. Витамин К-зависимые белки: остеокальцин, матриксный Gla-белок и их внекостные эффекты // Ожирение и метаболизм. 2013; 2: 11-18.
19. Pankratova YuV, Pigarova EA, Dzeranova LK. Vitamin K-dependent proteins: osteocalcin, matrix Gla-protein and extra osseous effects. Obesity and Metabolism. 2013; 2: 11-18.
20. Покатилов А.Б., Новак А.П., Сарванова С.В., Ярошенко И.П. О тревожных тенденциях роста заболеваемости костно-мышечной системы у детей и подростков и перспективах их профилактики // Главный врач Юга России. 2020; 1 (71): 19-22.
21. Pokatilov AB, Nova AP, Sarvanova SV, Yaroshenko IP. Worrisome trends in the incidence of musculoskeletal system in children and adolescents and prospects their prevention. Glavnyy vrach Yuga Rossii. 2020; 1 (71): 19-22.
22. Храмов П.И., Березина Н.О. Сравнительная оценка состояния костно-мышечной системы у дошкольников старших и подготовительных групп в динамике учебного года // Актуальные проблемы медицины. 2014; 24 (195); 28/1: 108-109.
23. Khramtsov PI, Berezina NO. Comparative evaluation of the musculoskeletal system for preschoolers of senior and preparatory groups during the school year. Challenges in modern medicine. 2014; 24 (195); 28/1: 108-109.
24. Акesson K, Vergnaud P, Delmas PD, Obrant KJ. Serum osteocalcin increases during fracture healing in elderly women with hip fracture. Bones. 1995; 16 (4): 427-430.

14. Demiaux B, Arlot ME, Chapuy MC, Meunier PJ, Delmas PD. Serum osteocalcin is increased in patients with osteomalacia: correlations with biochemical and histomorphometric findings. *The journal of clinical endocrinology and metabolism*. 1992; 74 (5): 1146-1151. DOI: 10.1210/jcem.74.5.1569162.

15. Nichols SP, Storm WL, Koh A, Schoen-

fisch MH. Local delivery of nitric oxide: targeted delivery of therapeutics to bone and connective tissues. *Advanced drug delivery reviews*. 2012; 64 (12): 1177-1188. DOI:10.1016/j.addr.2012.03.002.

16. Shao J, Wang Z, Yang T, Ying H, Zhang Y, Liu S. Bone regulates glucose metabolism as an endocrine organ through osteocalcin. *International journal of endocrinology*. 2015: e967673. DOI: 10.1155/2015/967673.

17. Singh S, Kumar D, Kumar Lal A. Serum osteocalcin as a diagnostic biomarker for primary osteoporosis in women. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2015; 9 (8): RC04-RC07. DOI: 10.7860/JCDR/2015/14857.6318.

СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

DOI 10.25789/YMJ.2023.82.29

УДК 616.6-089.843-032

А.А. Будаев, В.Б. Бондарев, Н.В. Боровкова,
А.М. Файн, М.С. Макаров, А.Ю. Ваза, О.Л. Евдокимова,
М.В. Незнанова, М.В. Сторожева, А.С. Миронов,
А.Ю. Николаев, Ю.В. Андреев, И.Н. Пономарев

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КРИОКОНСЕРВИРОВАННЫМ АЛЛОГЕН- НЫМ ТРАНСПЛАНТАТОМ СУХОЖИЛИЯ ПЕРЕДНЕЙ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ МЫШЦЫ

На клиническом примере продемонстрирована эффективность использования криоконсервированного аллогенного сухожилия, стерилизованного сверхкритическим диоксидом углерода, при восстановлении передней крестообразной связки (ПКС).

По клиническому течению и времени реабилитации методика использования аллогенных сухожилий при проведении пластики ПКС была сопоставима с использованием аутологичного трансплантата. Клинический опыт использования аллогенных сухожилий на раннем послеоперационном этапе можно оценить как успешный.

Ключевые слова: передняя крестообразная связка, артроскопическое восстановление, трансплантат, сухожилия, аллогенный, стерилизация.

ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»: **БУДАЕВ Антон Аркадьевич** – н.с. <https://orcid.org/0000-0002-5864-5683>, BudaevAA@sklif.mos.ru, **БОНДАРЕВ Василий Бриджевич** – н.с., <https://orcid.org/0000-0002-1183-3644>, **БОРОВОКОВА Наталья Валерьевна** – д.м.н., зав. научн. отд., <https://orcid.org/0000-0002-8897-7523>, **ФАЙН Алексей Максимович** – д.м.н., зав. научн. отд.; проф. ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>, **МАКАРОВ Максим Сергеевич** – к.б.н., с.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-2184-2982>, **ВАЗА Александр Юльевич** – к.м.н., в.н.с., <https://orcid.org/0000-0003-4581-449X>, **ЕВДОКИМОВА Ольга Ливерьевна** – зав. Центром радиохирургии, <https://orcid.org/0000-0001-8099-9544>, **НЕЗНАНОВА Мария Викторовна** – врач рентгенолог, <https://orcid.org/0000-0002-0635-6783>, **СТОРОЖЕВА Майя Викторовна** – н.с., <https://orcid.org/0000-0003-1927-2404>, **МИРОНОВ Александр Сергеевич** – к.м.н., зав. отд., <https://orcid.org/0000-0001-9592-7682>, **АНДРЕЕВ Юлий Вадимович** – к.м.н., с.н.с., <https://orcid.org/0000-0001-8151-940X>, **ПОНОМАРЕВ Иван Николаевич** – к.м.н., с.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-2523-6939>; **НИКОЛАЕВ Александр Юрьевич** – к.ф.-м.н., с.н.с. Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, <http://orcid.org/0000-0002-0841-182X>.

A clinical example demonstrated the effectiveness of using a cryopreserved allogeneic tendon sterilized with supercritical carbon dioxide in restoring the anterior cruciate ligament (ACL). In terms of clinical course and rehabilitation time, the technique of using allogeneic tendons during ACL plasty was comparable to using an autologous graft. Clinical experience with the use of allogeneic tendons at an early postoperative stage can be assessed as successful.

Keywords: anterior cruciate ligament, arthroscopic repair, graft, tendons, allogeneic, sterilization.

Введение. Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) является частым повреждением среди травм коленного сустава, которое при отсутствии хирургического лечения приводит к хронической нестабильности и дегенеративным изменениям в суставе [5]. Оптимальным методом хирургического лечения таких травм считается артроскопическая реконструкция, которая заключается в замещении поврежденной ПКС аутологичными тканями, аллогенными трансплантатами или синтетическими имплантатами. Выбор пластического материала зависит от клинической ситуации, предпочтений хирурга, и возможностей лечебного учреждения [3].

Аутологичные ткани – наиболее часто используемый материал при артроскопических операциях по по-

воду разрывов связок коленного сустава. Этот метод пластики не лишен отрицательных эффектов, в основном связанных с наличием донорского участка [1]. Следующим перспективным методом выбора представляется использование трансплантатов на основе консервированных аллогенных сухожилий. В литературе описаны случаи применения свежемороженых, лиофилизированных и обработанных химическими растворами сухожилий [4]. Используемые методы консервирования изменяют структуру ткани сухожилия, что приводит к неудовлетворительным прочностным характеристикам таких трансплантатов. Ранее в наших публикациях было описано, что проникающие криоконсерванты и их комбинации позволяют сохранить общую архитектуру сухожилий,