

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 53-61.

Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 1. P. 53-61.

Научная статья

УДК 616.728.38-089.844

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-53-61>**Сравнение результатов восстановления передней крестообразной связки коленного сустава с использованием аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы и из связки надколенника с двумя костными блоками****Е.Н. Гончаров^{1,2}, Н.Г. Гончаров^{1,2}, Э.Н. Безуглов³, А.А. Ветошкин⁴, И.А. Резуненко², С.Х. Оганесян⁵, О.А. Коваль²**¹ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия² Центральная клиническая больница Российской академии наук, Москва, Россия³ Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия⁴ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова, Санкт-Петербург, Россия⁵ Городская клиническая больница № 17 Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия**Автор, ответственный за переписку:** Евгений Николаевич Гончаров, goncharoven@gmail.com**Аннотация**

Введение. Растущие знания и понимание биомеханики и кинематики коленного сустава побуждают к поиску новых хирургических техник и новых трансплантатов ПКС. **Цель.** Оценка среднесрочных результатов первичного артроскопического восстановления передней крестообразной связки коленного сустава с использованием аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы и сравнение результатов с контрольной группой пациентов, получивших первичное артроскопическое восстановление передней крестообразной связки с использованием аутотрансплантата из связки надколенника с двумя костными блоками. **Материалы и методы.** В период 2017–2018 гг. было прооперировано 108 пациентов, из которых сформировано две группы: 55 пациентов – артроскопическое восстановление ПКС с использованием аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы; 53 пациента – артроскопическое восстановление ПКС с трансплантатом из связки надколенника с двумя костными блоками. Оценка функции коленного сустава в двух группах основывалась на клиническом осмотре, сборе анамнеза, результатах функциональных тестов, результатах МРТ, на данных инструментальных методов диагностики (КТ-1000) после оперативного лечения, ответах пациентов при заполнении шкал до операции и через два года после операции (Tegner Lysholm, IKDC). Дополнительно пациентам исследуемой группы перед оперативным вмешательством и через 24 месяца после него производили исследование на плантографе. Также проводили оценку после оперативного вмешательства по шкале AOFAS. **Результаты.** В группе 1 средний показатель по шкале Tegner Lysholm до операции составил $69,2 \pm 10,7$ балла, после операции – $92,2 \pm 10,4$ балла; по шкале IKDC до операции – $68,2 \pm 10,6$ %, после операции – $90,1 \pm 9,5$ %. КТ-1000 – $3,7 \pm 1,4$ мм, AOSAF – $95,3 \pm 7,5$ %. Разрыв аутотрансплантата в течение 2-х лет после операции выявлен у 4 из 50 пациентов, что составило 8 %. Измерения на плантографе ПКС-01 через 24 месяца после операции не выявили изменений в своде стопы. В группе 2 средний показатель по шкале Tegner Lysholm до операции составил $70,2 \pm 11,6$ балла, после операции – $94,3 \pm 8,7$ балла. Среднее значение по шкале IKDC до операции – $68,6 \pm 8,7$ %, после операции – $91,5 \pm 8,2$ %. КТ-1000 – $3,4 \pm 1,2$ мм. Разрыв аутотрансплантата в течение 2-х лет после операции выявлен у 3 из 50 пациентов, что составило 6 %. **Заключение.** Результаты выполненных операций в двух группах можно оценить как хорошие, статистически значимых различий не выявлено, что указывает на то, что аутотрансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы является альтернативным вариантом при первичном восстановлении ПКС.

Ключевые слова: передняя крестообразная связка, пластика, сухожилие длинной малоберцовой мышцы, связка надколенника, коленный сустав, нестабильность

Для цитирования: Сравнение результатов восстановления передней крестообразной связки коленного сустава с использованием ауто-трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы голени и из связки надколенника с двумя костными блоками / Е.Н. Гончаров, Н.Г. Гончаров, Э.Н. Безуглов, А.А. Ветошкин, И.А. Резуненко, С.Х. Оганесян, О.А. Коваль // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 53-61. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-53-61>

Original article**Comparison of results of the anterior cruciate ligament reconstruction of the knee joint using peroneus longus tendon autograft or patellar tendon autograft with two bone blocks****E.N. Goncharov^{1,2}, N.G. Goncharov^{1,2}, E.N. Bezuglov³, A.A. Vetoshkin⁴, I.A. Rezunencko², S.Kh. Oganesyanyan⁵, O.A. Koval²**¹ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia² Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia³ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation⁴ The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russia⁵ City Clinical Hospital № 17, Moscow, Russian Federation**Corresponding author:** Evgeniy N. Goncharov, goncharoven@gmail.com**Abstract**

Introduction Growing knowledge and understanding of the biomechanics and kinematics of the knee are prompting the search for new surgical techniques and new ACL grafts. **Purpose** Evaluation of the medium-term results of primary arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using peroneus longus tendon autograft and comparing the results with the control group of patients who underwent primary arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using patellar tendon autograft with two bone blocks. **Materials and methods** 108 patients were operated on in 2017–2018. They were divided into two groups. 55 patients underwent reconstruction of ACL using peroneus longus ligament autograft – group 1 (study group). 53 patients underwent reconstruction of ACL using patella tendon autograft – group 2 (control group). Evaluation of the knee joint function was based on clinical examination, medical history, results of functional tests, MRI results, on the data of instrumental diagnostic methods (CT-1000) after the surgical treatment, patient responses when filling out scales before surgery and two years after the surgery (Tegner Lysholm, IKDC). Additionally, the patients of the study group underwent a study on a plantograph before surgery and 24 months after it. Postoperative evaluation was also performed using the AOFAS scale. **Results** In group 1, the average score on the Tegner Lysholm scale before surgery was 69.2 ± 10.7 points, after surgery – 92.2 ± 10.4 points; on the IKDC scale before surgery – 68.2 ± 10.6 %, after surgery – 90.1 ± 9.5 %. KT-1000 – 3.7 ± 1.4 mm, AOSAF – 95.3 ± 7.5 %. An autograft rupture within 2 years after the surgery was detected in 4 out of 50 patients, which amounted to 8 %. Measurements on the PLS-01 plantograph 24 months after the operation did not reveal changes in the arch of the foot. In group 2, the average score on the Tegner Lysholm scale before surgery was 70.2 ± 11.6 points, after surgery it was 94.3 ± 8.7 points. The mean value on the IKDC scale before surgery was 68.6 ± 8.7 %, after surgery it was 91.5 ± 8.2 %. KT-1000 – 3.4 ± 1.2 mm. Autograft rupture within 2 years after the surgery was detected in 3 out of 50 patients, which

© Гончаров Е.Н., Гончаров Н.Г., Безуглов Э.Н., Ветошкин А.А., Резуненко И.А., Оганесян С.Х., Коваль О.А., 2022

amounted to 6 %. **Conclusion** The results of the operations performed in the two groups can be assessed as good, no statistically significant differences were found, which indicates that the peroneus longus tendon autograft is an alternative option for primary ACL repair.

Keywords: anterior cruciate ligament, plasty, peroneus longus tendon, patellar tendon, knee joint, instability

For citation: Goncharov E.N., Goncharov N.G., Bezuglov E.N., Vetoshkin A.A., Rezunenkov I.A., Oganessian S.Kh., Koval O.A. Comparison of results of the anterior cruciate ligament reconstruction of the knee joint using peroneus longus tendon autograft or patellar tendon autograft with two bone blocks. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 1, pp. 53-61. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-53-61>

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) – одна из самых часто встречающихся травм коленного сустава у физически активных людей [1], а история артроскопического восстановления ПКС насчитывает более 30 лет [2, 3]. В современной хирургической практике существует большое количество хирургических техник, используемых трансплантатов и методов их фиксации в костных каналах. Считается, что трансплантатами выбора при первичном восстановлении ПКС являются аутооттрансплантаты из сухожилий нежной и полусухожильной мышц и связки надколенника с двумя костными блоками (ВТВ) [4, 5]. Однако, как и при использовании любого аутооттрансплантата, наравне с плюсами, существуют и минусы, к примеру, использование трансплантата ВТВ имеет высокие показатели боли в переднем отделе коленного сустава, в месте забора трансплантата (в 60 % случаев), риск развития остеоартроза и разрыва ПКС контралатеральной конечности [6]. Использование аутооттрансплантата из сухожилий нежной и полусухожильной мышц бедра может вызывать мышечный дисбаланс между мышцами-сгибателями и мышцами-разгибателями голени, что увеличивает риск разрыва аутооттрансплантата [7, 8].

Ксено- и аллотрансплантаты ПКС, ввиду различных причин, таких, к примеру, как повышенный риск разрыва трансплантата, сохранение остаточного Lachman и pivot-shift в отсроченном послеоперационном периоде, высокая цена, используются в практике

реже [9–14]. Растущие знания и понимание биомеханики и кинематики коленного сустава мотивируют на поиск новых хирургических техник, направленных на сохранение динамических стабилизаторов коленного сустава. Одним из перспективных вариантов аутооттрансплантата ПКС является сухожилие длинной малоберцовой мышцы голени (СДММГ). Данный трансплантат имеет ряд преимуществ, например, скорость забора, толщина трансплантата, отсутствие влияния на динамические стабилизаторы коленного сустава – эти свойства помогают избежать осложнений, связанных с забором вышеописанных аутооттрансплантатов, позволяя его использовать при артроскопическом восстановлении ПКС [15, 16]. Однако на сегодняшний день в мире и в России недостаточно изучены возможности использования данного аутооттрансплантата при артроскопическом восстановлении ПКС и влияние забора последнего на функцию стопы, в связи с чем данная тема требует освещения.

Цель исследования – оценка среднесрочных результатов первичного артроскопического восстановления передней крестообразной связки коленного сустава с использованием аутооттрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы голени и сравнение результатов с контрольной группой пациентов, получивших первичное артроскопическое восстановление передней крестообразной связки с использованием аутооттрансплантата из связки надколенника с двумя костными блоками.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Тип исследования: моноцентровое проспективное продлённое рандомизированное сравнительное контролируемое исследование.

В период с 2017 по 2018 год было прооперировано 108 пациентов, соответствующих критериям включения в исследование:

55 пациентов, получивших лечение в объеме артроскопического восстановления ПКС с использованием аутооттрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы голени – группа 1 (исследуемая);

53 пациента, получившие лечение в объеме артроскопического восстановления ПКС с трансплантатом из связки надколенника с двумя костными блоками – группа 2 (контрольная).

Выбор типа аутооттрансплантата осуществлялся случайным образом. Поочередно были прооперированы обе группы пациентов с использованием обозначенных аутооттрансплантатов без привязки к каким-либо критериям.

Хирургическое лечение проводилось с использованием единой техники, инструментов и расходного материала.

Критерии включения пациентов в исследование:

- занятия спортом не менее трех раз в неделю;

- отсутствие травм в анамнезе, нестабильности голеностопного сустава (группа 1);
- возраст от 18 до 50 лет;
- отсутствие каких-либо хирургических вмешательств на оперируемом коленном суставе;
- согласие на проведение МРТ коленного сустава до выполнения хирургического лечения;
- отсутствие неврологических и психических расстройств;
- согласие на заполнение анкет и участие в исследовании.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- плоскостопие двустороннее 3–4 ст. (группа 1);
- мультилигаментарные повреждения;
- полнослойные дефекты суставного хряща коленного сустава.

Оценка функции коленного сустава в двух группах основывалась на клиническом осмотре, сборе анамнеза жизни и заболевания, результатах клинических тестов, оценке результатов МРТ, на данных инструментальных методов диагностики (КТ-1000) после оперативного лечения, ответах пациентов при заполнении шкал до операции и через два года после операции (Lysholm Knee

Questionnaire, IKDC-2000). Дополнительно пациентам исследуемой группы перед оперативным вмешательством и через 24 месяца после него производили исследование на плантографе компьютерном (ПКС-01) с расчетом индекса Чижина и Шритера с целью оценки возможного влияния забора аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы на свод стопы – формирование плоскостопия. Также проводили оценку после оперативного вмешательства по шкале AOFAS.

Статистический анализ

Задачи данной работы предусматривали расчет средних значений с доверительными интервалами таких показателей как Lysholm Knee Questionnaire, IKDC-2000, KT-1000 (после операции) для обеих групп пациентов (основные показатели указаны в таблице 1).

Нормальность распределения проверялась с помощью одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова (табл. 2).

В данном случае на уровне доверительней вероятности 95 % только данные по LKQ до операции имеют нормальное распределение. Так как остальные показатели распределены не нормально, то проверка различий будет проводиться посредством непараметрических методов сравнения. В данном случае воспользуемся критерием Манна-Уитни. Непараметрическим сравнением для независимых выборок (табл. 3).

Средние ранги по группам в контрольной группе по выборке превышают исследуемую. Посмотрим на значимость данных различий (табл. 4).

Таблица 1

Результаты опросников

Статистика		Показатели			
		LKQ до операции	LKQ после операции	IKDC-2000 до операции	IKDC-2000 после операции
N	допустимо	100	100	100	100
	пропущенные	1	1	1	1
Среднее значение		69,739	93,24	65,661	89,89
Стандартная ошибка среднего значения		1,0878	0,9642	1,7108	1,2665
Медиана		70	97	69,55	93,1
Мода		63	100	67,8 ^a	97,7
Стандартное отклонение		10,8779	9,6422	17,1084	12,6649
Минимум		41	54	0	0
Максимум		94	100	87,4	100
Процентили	25	63	90	59	88,5
	50	70	97	69,55	93,1
	75	78	100	76,725	96,6

Примечание: LKQ – Lysholm Knee Questionnaire; ^a – существует несколько модальных значений, показано наименьшее значение.

Таблица 2

Одновыборочный критерий Колмогорова-Смирнова

N		LKQ до операции	LKQ после операции	IKDC-2000 до операции	IKDC-2000 после операции
		100	100	100	100
Параметры нормального распределения ^{a, b}	среднее значение	69,739	93,24	65,661	89,89
	среднеквадратичное отклонение	10,8779	9,6422	17,1084	12,6649
Наибольшие экстремальные расхождения	абсолютная	0,088	0,242	0,151	0,232
	положительные	0,074	0,242	0,108	0,212
	отрицательные	-0,088	-0,185	-0,151	-0,232
Статистика критерия		0,088	0,242	0,151	0,232
Асимптотическая значимость (двусторонняя)		0,055 ^c	0,000 ^c	0,000 ^c	0,000 ^c

Примечание: LKQ – Lysholm Knee Questionnaire; ^a – проверяемое распределение является нормальным; ^b – вычислено из данных; ^c – коррекция значимости Лильефорса.

Таблица 3

Критерий Манна-Уитни

	Группа	N	Средний ранг	Сумма рангов
LKQ до операции	контрольная	50	51,63	2581,5
	исследуемая	50	49,37	2468,5
	Всего	100		
LKQ после операции	контрольная	50	54,58	2729
	исследуемая	50	46,42	2321
	Всего	100		
IKDC-2000 до операции	контрольная	50	53,12	2656
	исследуемая	50	47,88	2394
	Всего	100		
IKDC-2000 после операции	контрольная	50	51,35	2567,5
	исследуемая	50	49,65	2482,5
	Всего	100		

Примечание: LKQ – Lysholm Knee Questionnaire

Таблица 4

Статистические критерии

	LKQ до операции	LKQ после операции	IKDC-2000 до операции	IKDC-2000 после операции
U Манна-Уитни	1193,5	1046	1119	1207,5
W Вилкоксона	2468,5	2321	2394	2482,5
Z	-0,39	-1,429	-0,904	-0,294
Асимптотическая значимость (двусторонняя)	0,696	0,153	0,366	0,769

Примечание: LKQ – Lysholm Knee Questionnaire

Как мы видим, при 95 % доверительной вероятности между исследуемой и контрольной группой значимые различия отсутствуют (для подтверждения значимых различий показатели асимптотической значимости не должны превышать 0,05 при уровне доверительной вероятности 95 %).

Произвели проверку различий в долях пациентов, имеющих повторный разрыв, в исследуемой и контрольных группах посредством Z-критерия. Выполнили изучение связи диаметра костного канала в исследуемой группе с такими антропометрическими показателями как вес, рост и возраст пациента, что осуществили посредством вычисления коэффициента корреляции Пирсона. Статистическую обработку производили в программах Excel и SPSS. Порог статистической значимости – $p < 0,05$. В статистическую обработку были включены все пациенты, в том числе и пациенты с осложнениями в послеоперационном периоде (разрыв аутотрансплантата ПКС, развитие нестабильности голеностопного сустава (для исследуемой группы), повреждение ветви икроножного нерва (для исследуемой группы)).

В данном случае, на уровне доверительной вероятности 95 % только данные по значению «Lysholm Knee Questionnaire до операции» имеют нормальное распределение. Так как остальные показатели распределены не нормально, проверку различий провели посредством непараметрических методов сравнения – в данном случае использовали критерий Манна-Уитни. Средние ранги в контрольной группе по выборке превышали исследуемую. При 95 % доверительной вероятности между исследуемой и контрольной группами значимые различия отсутствуют. Касательно статистики случаев повторного разрыва трансплантата – для данных выборки z-критерий является незначимым.

Хирургическая техника

Перед восстановлением передней крестообразной связки у пациентов обеих групп проводили диагностическую артроскопию, выполняли необходимые лечебные мероприятия (резекция/шов менисков, иссечение гипертрофированных складок и гипертрофированной синовиальной выстилки сустава, подготовка к формированию костных каналов). По окончании лечебно-диагностической артроскопии переходили к забору аутотрансплантата и основному хирургическому этапу.

Оперативное лечение пациентов в группе 1 (исследуемая) осуществляли с использованием однопучковой техники с формированием анатомических каналов через передне-медиальный порт. Для восстановления ПКС использовали аутотрансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы ипсилатеральной нижней конеч-

ности. Диаметр костных каналов зависел от диаметра полученного трансплантата. Фиксацию трансплантата осуществляли при помощи биодеградируемых интерферентных винтов (состав композитный – «полимолочная кислота – гидроксиапатит»): диаметр винта соответствовал диаметру канала, длина 25 мм – для бедренного канала и 30 мм для большеберцового канала.

Для забора трансплантата определяли ход сухожилия длинной малоберцовой мышцы путём инверсии стопы, после чего выполняли разрез кожи по ходу сухожилия по заднему краю латеральной лодыжки длиной около 2 см (рис. 1).



Рис. 1. Разрез кожи в проекции СДМБМ (сухожилие длинной малоберцовой мышцы) левой голени

При помощи сосудистых ножниц производили мобилизацию кожи в проксимальном и дистальном направлениях по ходу сухожилия. Производили рассечение фасции, после чего при помощи зажима (диссектор, зажим Бильрота) производили выделение СДМБМ (рис. 2).



Рис. 2. Выделение инструментом СДМБМ (сухожилие длинной малоберцовой мышцы) левой голени

Следует обратить внимание, что забор осуществляли инструментом с тупыми браншами в вентральном направлении с целью профилактики травмы прилежащих анатомических структур, в особенности *n. suralis*. Сухожилие длинной малоберцовой мышцы (СДМБМ) лежит поверхностно относительно сухожилия короткой малоберцовой мышцы. Отличительной особенностью сухожилия короткой малоберцовой мышцы является короткая и более тонкая сухожильная часть и наличие мышечных волокон на уровне забора, что позволяет провести дифференциальную оценку с целью предотвращения ошибки до прошивания трансплантата (рис. 3).



Рис. 3. Сравнение СДМБМ (сухожилие длинной малоберцовой мышцы) и сухожилия короткой малоберцовой мышцы левой голени

После выделения СДМБМ осуществляли прошивание проксимальной части швом по Кракову – 25 мм, дистальную часть прошивали биодеградируемой нитью, после чего сухожилие пересекали между прошитыми фрагментами. Дистальную часть СДМБМ подшивали к сухожильной порции сухожилия короткой малоберцовой мышцы. При помощи стриппера проксимальную часть сухожилия отделяли от мышцы и забирали трансплантат (рис. 4).



Рис. 4. Забор ауто трансплантата из СДМБМ (сухожилие длинной малоберцовой мышцы) левой голени

При помощи рассасывающегося шовного материала выполняли шов фасции, после чего нерассасывающимся материалом производили шов кожи.

По окончании процедуры забора трансплантата ассистент производил подготовку трансплантата к имплантации следующим образом: отделяли мышечные волокна от сухожилия, трансплантат складывали вдвое, проксимальный и два дистальных конца трансплантата фиксированы на станции подготовки трансплантата. Нитью производили шов по Кракову непрошитой дистальной порции на протяжении 25 мм, после чего проксимальный отдел прошивали на протяжении 25 мм биодеградируемой нитью 2/0 (рис. 5). После, на калибраторе, определяли диаметр трансплантата.



Рис. 5. Готовый ауто трансплантат

Параллельно оперирующий хирург формировал костные каналы, согласно вышеописанной технике. По готовности трансплантат проводили через сформированные каналы с последующей фиксацией биодеградируемыми винтами.

Оперативное лечение пациентов в группе 2 (контрольная) осуществляли с использованием такой же техники как в группе 1. Для восстановления ПКС использовали ауто трансплантат из связки надколенника с двумя костными блоками. Во всех случаях диаметр костных каналов – 10 мм. Фиксация трансплантата по классической методике с использованием биодеградируемых интерферентных винтов (состав композитный – «полиэтиленовая кислота – гидроксиапатит») различной длины: 8 × 25 мм – бедренный канал, 8 × 30 мм – большеберцовый канал.

Послеоперационное ведение

Протокол послеоперационного ведения был одинаковым в обеих группах пациентов. Ортез в раннем послеоперационном периоде не использовали. Разрешали передвижение с полной опорой на оперированную конечность и сгибание-разгибание в оперированном суставе в безболевого амплитуде на следующий день после операции. В течение 3-х недель пациентам рекомендовали домашний режим. К 6-й неделе после операции пациенты обеих групп имели угол сгибания в коленном суставе не менее 90°. С 3-го месяца разрешали бег по ровной поверхности, по прямой, без резкого изменения направления движения, занятия в тренажерном зале. Возврат к спортивным нагрузкам рекомендовали после восстановления мышечного корсета бедра и голени, в среднем, через 8 месяцев. Пациенты являлись на контрольные осмотры через 14, 30 дней, затем через 3, 6, 12 и 24 месяца после операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Группа 1

Из 55 пациентов, вошедших в эту группу, в раннем и отсроченном послеоперационном периодах для наблюдения и контрольных осмотров было доступно 50 пациентов. Средний возраст пациентов составил $33,4 \pm 8,9$ года; распределение по половому признаку в группе составило: 72 % мужчин, 28 % женщин. Три пациента были недоступны для связи и контрольных встреч в послеоперационном периоде. Через 24 месяца после операции 7 из 50 пациентов отмечали появление отека в месте забора трансплантата при физических нагрузках. На следующий день после нагрузок отёк разрешался. Также у 2-х пациентов выявлено повреждение порции икроножного нерва при заборе трансплантата, что вызвало нарушение тактильной чувствительности и парестезии в области 5-ой плюсневой кости. Через 24 месяца с момента операции отмечен регресс неврологической симптоматики, тем не менее, пациенты отмечали снижение тактильной чувствительности перманентно по сравнению с аналогичным участком контралатеральной конечности. Через 24 месяца после операции 6 из 50 пациентов испытывали незначительную боль и дискомфорт (1–2 балла по ВАШ боли) в оперированном коленном суставе при физических нагрузках.

Средний показатель по шкале Lysholm Knee Questionnaire до операции составил $69,2 \pm 10,7$ балла, после операции – $92,2 \pm 10,4$ балла. Среднее значение по шкале IKDC-2000 до операции – $68,2 \pm 10,6$ балла, после операции – $90,1 \pm 9,5$ баллов. KT-1000 по результатам оперативного лечения – $3,7 \pm 1,4$ мм, AOFAS по результатам оперативного лечения – $95,3 \pm 7,5$ %.

Разрыв аутоотрансплантата в течение 2-х лет после операции выявили у 4 из 50 пациентов, что составило 8 %. Для пациентов обеих групп, у которых был диагностирован разрыв аутоотрансплантата ПКС, диагноз ставили на контрольных встречах с пациентами, исходя из данных объективного и инструментального (по данным KT-1000 смещение голени более 5 мм) осмотров, анамнеза, с обязательным последующим МРТ-исследованием и подтверждением диагноза.

По результатам предоперационной плантографии у 12 пациентов выявили двустороннее продольно-поперечное плоскостопие 1 и 2 степени, у 12 пациентов – высокий свод стопы, у 26 пациентов были нормальные стопы. Измерения на плантографе ПКС-01 через 24 месяца после операции не выявили изменений в своде стопы, что указывало на отсутствие влияния забора аутоотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы на развитие плоскостопия.

Также в данной работе просчитан коэффициент корреляции Пирсона между диаметром костного канала в зависимости от диаметра трансплантата и такими показателями как рост, вес и возраст пациента (показатель

корреляции возраста, роста, веса и диаметра трансплантата в исследуемой группе указаны в таблице 5).

Таблица 5

Показатель корреляции возраста, роста, веса и диаметра трансплантата в исследуемой группе

Показатель связи с диаметром аутоотрансплантата	Коэффициент корреляции
Корреляция с возрастом	0,174
Корреляция с ростом	0,234
Корреляция с весом	-0,001

Как видно, все коэффициенты не превышают 0,3, из чего мы можем сделать вывод, что убедительная связь между такими антропометрическими показателями как рост, вес и возраст пациента и диаметром аутоотрансплантата в данной работе отсутствует, в связи с чем, предоперационное планирование диаметра трансплантата и костных каналов, основывающееся на вышеуказанных параметрах, затруднительно.

Группа 2

Из 53 пациентов, вошедших в эту группу, в раннем и отсроченном послеоперационном периодах для наблюдения и контрольных осмотров было доступно 50 пациентов. Средний возраст пациентов составил $27,9 \pm 7,4$ года; распределение по половому признаку в группе составило: 78 % мужчин, 22 % женщин. Пять пациентов были недоступны для связи и контрольных встреч в послеоперационном периоде. Через 24 месяца после операции 14 из 50 пациентов испытывали незначительную боль и дискомфорт (1–2 балла по ВАШ боли) в переднем отделе коленного сустава при физических нагрузках.

Оценку показателей по шкалам Lysholm Knee Questionnaire и IKDC-2000 осуществляли до и после оперативного лечения, также через 24 месяца с момента операции, пациентам производили замер остаточного показателя Лахмана с помощью KT-1000.

Средний показатель по шкале Lysholm Knee Questionnaire до операции составил $70,2 \pm 11,6$ балла, после операции – $94,3 \pm 8,7$ балла. Среднее значение по шкале IKDC-2000 до операции – $68,6 \pm 8,7$ балла, после операции – $91,5 \pm 8,2$ балла. KT-1000 по результатам оперативного лечения – $3,4 \pm 1,2$ мм.

Разрыв аутоотрансплантата в течение 2-х лет после операции выявлен у 3 из 50 пациентов, что составило 6 %.

Оценка

Подводя итоги, результаты выполненных операций в двух группах можно оценить как хорошие, статистически значимых различий не выявлено, что указывает на то, что аутоотрансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы является альтернативным вариантом при первичном восстановлении ПКС, позволяющим сохранить динамические стабилизаторы коленного сустава. Тенденции к формированию плоскостопия отмечено не было.

ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическая техника, механические особенности, отдаленные результаты при использовании аутоотрансплантатов из сухожилий нежной и полусухожильной мышц и из связки надколенника с двумя костными блоками хорошо изучены, отчего использование этих ви-

дов трансплантатов прогнозируемо и даёт хорошие послеоперационные результаты [5, 17–20]. Тем не менее, остаётся открытым вопрос о биомеханике коленного сустава после оперативного вмешательства. К примеру, забор аутоотрансплантата с использованием стабилизато-

ров коленного сустава может в дальнейшем негативно влиять на его функцию и нижней конечности в целом: ослабление силы сгибателей и разгибателей голени может привести к снижению функциональных показателей коленного сустава в послеоперационном периоде, не исключены и риски повреждения трансплантата [21]. Безусловно, анатомическое формирование костных каналов, полноценная реабилитация снижают риски, но поиск и использование альтернативных аутотрансплантатов, возможно, могло бы некоторым образом оказать влияние на уменьшение послеоперационных рисков, связанных с биомеханикой непосредственно коленного сустава. Одним из альтернативных и, некоторым образом, недооценённых трансплантатов, на наш взгляд, является сухожилие длинной малоберцовой мышцы голени. История использования данного трансплантата насчитывает уже более 10 лет, но «популярности» данный трансплантат в практике хирургов не получил. Работ, посвящённых исследованию и использованию данного трансплантата, не так много. Так, в некоторых исследованиях проведена оценка среднесрочных результатов после артроскопического восстановления ПКС с использованием аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы в группах пациентов [15, 16, 22]. Результаты оценены как хорошие и отличные, получен высокий рейтинг удовлетворённости пациентов результатами операции. Отрицательного влияния на функцию стопы и голеностопного сустава в послеоперационном периоде не выявлено. Авторы исследований рекомендуют данный трансплантат к использованию при первичном восстановлении ПКС. Напротив, в исследовании Angthong C. et al. авторы указывают на изменения функции голеностопного сустава и стопы в послеоперационном периоде, что влияет на качество жизни пациентов, в результате чего, авторы рекомендуют использование данного аутотрансплантата как альтернативны, например, при ревизионном восстановлении ПКС [23]. По нашим наблюдениям, изменения функции голеностопного сустава и стопы (развития нестабильности голеностопного сустава или формирования плоскостопия) у пациентов исследуемой группы выявлено не было, наиболее частой жалобой после операции был отёк в области забора трансплантата, который в подавляющем большинстве случаев разрешался по истечении года с момента оперативного лечения. Примечательно, что, по нашим наблюдениям (наблюдения не включены в работу), разрешение отёчности происходило быстрее при активной реабилитационной программе под контролем врача-реабилитолога и инструктора ЛФК. Считается, что забор сухожилия длинной малоберцовой мышцы не приводит к формированию нестабильности голеностопного сустава, так как данная структура не является стабилизатором сустава, возможно, частично функция сухожилия сохраняется при подшивании дистального фрагмента к сухожилию короткой малоберцовой мышцы. В исследовании коллег, использующих данный трансплантат с 1997 года, при проведении контрольного МРТ-исследования голеностопных суставов и голеней для сравнения регенераторного потенциала забранного сухожилия указали на частичную регенерацию сухожилия длинной малоберцовой мышцы в позднем послеоперационном периоде [24]. В работе Song X. et al. дана оценка толщине трансплантата, где средние показатели вдвое сложенного сухожи-

лия колебались в пределах 8,3 мм, в сочетании с длиной трансплантата данные показатели позволяют провести предоперационное планирование с высокой «гарантией» получения трансплантата с хорошими качествами [25]. В другой работе средний диаметр трансплантата составил 8,56 мм, и по предложенной авторами методике можно определить примерный диаметр трансплантата на стадии предоперационного планирования [26]. По нашим наблюдениям, толщина вдвое сложенного трансплантата в среднем колебалась в диапазоне 7,9 мм, но корреляции между такими антропометрическими показателями как рост, вес и возраст пациента мы не выявили, что не даёт возможности проведения предоперационного планирования. Однако, вероятно, что диаметр трансплантата может зависеть от физической активности (чем активнее человек, тем толще трансплантат). Также требует внимания простота и скорость забора трансплантата, что влияет на продолжительность оперативного вмешательства. Хотя в нашей практике, несмотря на единую технику и использование анатомических ориентиров, дважды было выявлено неврологическое осложнение, вероятно вызванное анатомическими особенностями *p. suralis*: пациенты в течение года отмечали парестезию и нарушение тактильной и температурной чувствительности в области латеральной поверхности 5-ой плюсневой кости стопы с тенденцией к постепенному, но неполноценному регрессу симптоматики. Данные осложнения были связаны нами с индивидуальными топографическими особенностями *p. suralis*. Для профилактики подобных осложнений, по нашему мнению, следует строго следовать анатомическим ориентирам, придерживаясь хирургической техники, минимизировать использование острых зажимов и проявлять бдительность при наложении швов на фасцию и кожу. В исследовании Vi M. et al. авторы используют переднюю порцию сухожилия длинной малоберцовой мышцы, сложенной вчетверо, тем самым сохраняя порцию сухожилия, избегая полного забора сухожилия. Послеоперационные результаты оценены как отличные, с хорошими функциональными показателями как коленного, так и голеностопного сустава в послеоперационном периоде [16]. В нашей практике данной методики мы не придерживались, в качестве сохранения частичной функции сухожилия длинной малоберцовой мышцы выполняли подшивание дистального фрагмента биодеградируемой нитью к сухожилию короткой малоберцовой мышцы. В работе Кожевникова Е.В. и коллег [27] было выполнено артроскопическое восстановление ПКС в группе из 50 пациентов, для послеоперационного наблюдения было доступно 17 пациентов, авторы получили отличные послеоперационные результаты, в проведенном анатомическом эксперименте выявлено, что прочностные показатели вдвое сложенного аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы соответствуют вчетверо сложенному аутотрансплантату из сухожилий нежной и полусухожильной мышц. Авторы указывают на преимущество данного аутотрансплантата в виде сохранения интактными динамических стабилизаторов коленного сустава. Однако в данном исследовании отсутствует группа сравнения, группа пациентов неомогенна по сопутствующей внутрисуставной патологии, что могло бы так же как в нашем исследовании повлиять на конечный результат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведённого исследования мы не выявили значимых различий в результатах лечения пациентов исследуемой и контрольной групп, что указывает на возможность применения аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы при первичном артроскопическом восстановлении передней крестообразной связки коленного сустава. Отрицательного влияния забора данного трансплантата на функцию голеностопного сустава, а также развития продольно-поперечного плоскостопия через 24 месяца после операции в данном исследовании не выявили.

Ограничение исследования. В данном исследовании изучили негетерогенные группы пациентов

по возрасту, полу, антропометрическим данным, сопутствующим поражениям структур коленного сустава. Например, действия относительно патологии мениска – шов или резекция – могут влиять на конечный показатель «остаточный Lachman». Аутотрансплантаты, используемые в двух группах пациентов, также имеют различия (тип трансплантата, особенности лигаментизации, механические свойства), которые могли повлиять на результаты и ход исследования. Требуется дальнейшее исследование в гомогенных по менискальной патологии, гипермобильности и другим показателям групп пациентов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study / T.L. Sanders, H.M. Kremers, A.J. Bryan, D.R. Larson, D.L. Dahm, B.A. Levy, M.J. Stuart, A.J. Krych // *Am. J. Sports. Med.* 2016. Vol. 44, No 6. P. 1502-1507. DOI: 10.1177/03635546516629944.
2. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years / P. Chambat, C. Guier, B. Sonnery-Cottet, J.M. Fayard, M. Thauinat // *Int. Orthop.* 2013. Vol. 37, No 2. P. 181-186. DOI: 10.1007/s00264-012-1759-3.
3. Schindler O.S. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective // *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.* 2012. Vol. 20, No 1. P. 5-47. DOI: 10.1007/s00167-011-1756-x.
4. Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL reconstruction: Is there a difference in graft failure rate? A meta-analysis of 47,613 patients / B.T. Samuelsen, K.E. Webster, N.R. Johnson, T.E. Hewett, A.J. Krych // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2017. Vol. 475, No 10. P. 2459-2468. DOI: 10.1007/s11999-017-5278-9.
5. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction / X. Xie, X. Liu, Z. Chen, Y. Yu, S. Peng, Q. Li // *Knee.* 2015. Vol. 22, No 2. P. 100-110. DOI: 10.1016/j.knee.2014.11.014.
6. Twenty-Year Outcome of a Longitudinal Prospective Evaluation of Isolated Endoscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon or Hamstring Autograft / S.M. Thompson, L.J. Salmon, A. Waller, J. Linklater, J.P. Roe, L.A. Pinczewski // *Am. J. Sports. Med.* 2016. Vol. 44, No 12. P. 3083-3094. DOI: 10.1177/03635546516658041.
7. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture / P. Kyritsis, R. Bahr, P. Landreau, R. Miladi, E. Witvrouw // *Br. J. Sports. Med.* 2016. Vol. 50, No 15. P. 946-951. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095908.
8. Failure risks in anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction via the outside-in tunnel technique using a hamstring autograft / Y. Yamanashi, H. Mutsuzaki, K. Iwai, K. Ikeda, T. Kinugasa // *J. Orthop.* 2019. Vol. 16, No 6. P. 504-507. DOI: 10.1016/j.jor.2019.04.015.
9. Mulford J.S., Chen D. Anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of polyethylene terephthalate grafts // *ANZ. J. Surg.* 2011. Vol. 81, No 11. P. 785-789. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2011.05884.x.
10. Autograft or allograft for reconstruction of anterior cruciate ligament: a health economics perspective / H. Mistry, A. Metcalfe, J. Colquitt, E. Loveman, N.A. Smith, P. Royle, N. Waugh // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2019. Vol. 27, No 6. P. 1782-1790. DOI: 10.1007/s00167-019-05436-z.
11. Autograft versus Allograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A prospective, randomized clinical study with a minimum 10-year follow-up / C.R. Bottoni, E.L. Smith, J. Shaha, S.S. Shaha, S.G. Raybin, J.M. Tokish, D.J. Rowles // *Am. J. Sports Med.* 2015. Vol. 43, No 10. P. 2501-2509. DOI: 10.1177/03635546515596406.
12. Comparison of clinical outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft versus soft-tissue allograft: A meta-analysis of randomised controlled trials / H.D. Wang, H. Zhang, T.R. Wang, W.F. Zhang, F.S. Wang, Y.Z. Zhang // *Int. J. Surg.* 2018. Vol. 56. P. 174-183. DOI: 10.1016/j.ijsu.2018.06.030.
13. Irradiated allograft versus autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis and systematic review of prospective studies / H.D. Wang, Y.B. Zhu, T.R. Wang, W.F. Zhang, Y.Z. Zhang // *Int. J. Surg.* 2018. Vol. 49. P. 45-55. DOI: 10.1016/j.ijsu.2017.12.007.
14. Autograft versus allograft in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis with trial sequential analysis / S.L. Kan, Z.F. Yuan, G.Z. Ning, B. Yang, H.L. Li, J.C. Sun, S.Q. Feng // *Medicine (Baltimore)*. 2016. Vol. 95, No 38. P. e4936. DOI: 10.1097/MD.0000000000004936.
15. Peroneus longus autograft can be recommended as a superior graft to hamstring tendon in single-bundle ACL reconstruction / S. Rhatomy, A.I.Z. Asikin, A.E. Wardani, T. Rukmoyo, I. Lumban-Gaol, N.C. Budhiparama // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2019. Vol. 27, No 11. P. 3552-3559. DOI: 10.1007/s00167-019-05455-w.
16. All-Inside Single-Bundle Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament with the Anterior Half of the Peroneus Longus Tendon Compared to the Semitendinosus Tendon: A two-year follow-up study / M. Bi, C. Zhao, S. Zhang, B. Yao, Z. Hong, Q. Bi // *J. Knee Surg.* 2018. Vol. 31, No 10. P. 1022-1030. DOI: 10.1055/s-0038-1627466.
17. Tan S.H.S., Lau B.P.H., Krishna L. Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Females Using Patellar-Tendon-Bone versus Hamstring Autografts: A systematic review and meta-analysis // *J. Knee Surg.* 2019. Vol. 32, No 8. P. 770-787. DOI: 10.1055/s-0038-1669916.
18. Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction via independent tunnel drilling: A systematic review of randomized controlled trials comparing Patellar Tendon and Hamstring Autografts / M.C. Ciccotti, E. Secrist, F. Tjoumakaris, M.G. Ciccotti, K.B. Freedman // *Arthroscopy*. 2017. Vol. 33, No 5. P. 1062-1071.e5. DOI: 10.1016/j.arthro.2017.01.033.
19. Исходы восстановления передней крестообразной связки / М.Э. Ирисметов, Ф.М. Усмонов, Д.Ф. Шамшиметов, А.М. Холиков, К.Н. Ражабов, М.Б. Таджиназаров // *Гений ортопедии*. 2019. Т. 25, № 3. С. 285-289. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-285-289.
20. Модификация способа подготовки и установки четырехпучкового аутотрансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы при пластике передней крестообразной связки / В.В. Сластинин, Н.В. Ярыгин, М.В. Паршиков, М.В. Сычевский, А.М. Файн // *Гений ортопедии*. 2019. Т. 25, № 3. С. 277-284. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-277-284.
21. The effect of targeted exercise on knee-muscle function in patients with persistent hamstring deficiency following ACL reconstruction – study protocol for a randomized controlled trial / B. Bregenhof, U. Jørgensen, P. Aagaard, N. Nissen, M.W. Creaby, J.B. Thorlund, C. Jensen, T. Torfing, A. Holsgaard-Larsen // *Trials*. 2018. Vol. 19, No 1. P. 75. DOI: 10.1186/s13063-018-2448-3.
22. Eversion and First Ray Plantarflexion Muscle Strength in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Peroneus Longus Tendon Graft / S. Rhatomy, F.H. Wicaksono, N.R. Soekarno, R. Setyawan, S. Primasara, N.C. Budhiparama // *Orthop. J. Sports Med.* 2019. Vol. 7, No 9. P. 2325967119872462. DOI: 10.1177/2325967119872462.

23. The Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with the Peroneus Longus Tendon: A Biomechanical and Clinical Evaluation of the Donor Ankle Morbidity / C. Anghong, B. Chernchujit, A. Apivatgaroon, K. Chaijenkit, P. Nualon, K. Suchao-in // J. Med. Assoc. Thai. 2015. Vol. 98, No 6. P. 555-560.
24. Magnetic resonance imagination of the peroneus longus tendon after anterior cruciate ligament reconstruction / S. Kerimoğlu, P. Koşucu, M. Livaoglu, I. Yükcün, A.U. Turhan // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2009. Vol. 17, No 1. P. 35-39. DOI: 10.1007/s00167-008-0626-7.
25. Predicting the graft diameter of the peroneus longus tendon for anterior cruciate ligament reconstruction / X. Song, Q. Li, Z. Wu, Q. Xu, D. Chen, Q. Jiang // Medicine (Baltimore). 2018. Vol. 97, No 44. P. e12672. DOI: 10.1097/MD.00000000000012672.
26. Influence of anthropometric features on peroneus longus graft diameter in Anterior Cruciate Ligament reconstruction: A cohort study / S. Rhatomy, H. Tanzil, R. Setyawan, C. Amanda, K.Y. Phatama, J. Andrianus, T. Rukmoyo, B. Kisworo // Ann. Med. Surg. (Lond). 2019. Vol. 48. P. 77-80. DOI: 10.1016/j.amsu.2019.10.023.
27. Кожевников Е.В., Баженов П.А. Пластическое восстановление передней крестообразной связки свободным аутотрансплантатом из сухожилия длинной малоберцовой мышцы // Политравма. 2011. № 1. С. 76-81.

Статья поступила в редакцию 18.08.2020; одобрена после рецензирования 15.02.2021; принята к публикации 23.12.2021.

The article was submitted 18.08.2020; approved after reviewing 15.02.2021; accepted for publication 23.12.2021.

Информация об авторах:

1. Евгений Николаевич Гончаров – кандидат медицинских наук, goncharoven@gmail.com;
2. Николай Гаврилович Гончаров – доктор медицинских наук, профессор, goncharovng57@gmail.com;
3. Эдуард Николаевич Безуглов – e.n.bezuglov@gmail.com;
4. Александр Александрович Ветошкин – кандидат медицинских наук, totoalex5@gmail.com;
5. Иван Александрович Резуненко – dr.rezunenko81@gmail.com;
6. Сергей Хачатурович Оганесян – o.s.x1@mail.ru;
7. Олег Александрович Коваль – drkovaloa@gmail.com.

Information about the authors:

1. Evgeniy N. Goncharov – Candidate of Medical Sciences, goncharovng57@gmail.com;
2. Nikolay G. Goncharov – Doctor of Medical Sciences, Professor, goncharovng57@gmail.com;
3. Eduard N. Bezuglov – M.D., e.n.bezuglov@gmail.com;
4. Aleksandr A. Vetoshkin – Candidate of Medical Sciences, totoalex5@gmail.com;
5. Ivan A. Rezunenko – M.D., dr.rezunenko81@gmail.com;
6. Sergey Kh. Oganesyanyan – M.D., o.s.x1@mail.ru;
7. Oleg A. Koval – M.D., drkovaloa@gmail.com.