

Сравнительный анализ результатов применения технологий латерального экстраартикулярного тенодеза при анатомической антеградной пластике передней крестообразной связки

В.В. Заяц

Кафедра травматологии и ортопедии

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» МЗ РФ
Российская Федерация, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8

Контактная информация: Заяц Виталий Викторович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «ПСПБГМУ им. акад. И.П. Павлова» МЗ РФ. Email: zaiat.vitalii@gmail.com

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализировать результаты применения латерального экстраартикулярного тенодеза (ЛЭАТ) из сухожилия полусухожильной мышцы (СПСМ) и из илиотибиального тракта (ИТТ) у пациентов с выраженной переднеротационной нестабильностью коленного сустава при анатомической антеградной реконструкции передней крестообразной связки (рПКС) ВТВ-трансплантатом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучены 138 пациентов с *Pivot shift*-тестом – 3+ и *Lachman*-тест 2+ или 3+ степени после артроскопической рПКС ВТВ-аутографтом. В 65 случаях (47,1%) рПКС дополняли ЛЭАТ из СПСМ (1-я группа), остальным 73 пациентам (52,9%) – ЛЭАТ из ИТТ (2-я группа).

РЕЗУЛЬТАТЫ

По *IKDC-2000*, *KOSS* и *Lysholm-Tegner score* группы статистически не различались. Однако боль в зоне ЛЭАТ, несостоятельность ЛЭАТ с появлением *Pivot shift*-теста – 1+, ревизионные реконструкции – чаще наблюдались во 2-й группе ($p < 0,05$). Гематомы подколенной области ($p < 0,001$), более длительные операции ($p < 0,01$) чаще наблюдали в 1-й группе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Латеральный экстраартикулярный тенодез является клинически эффективным дополнением анатомической антеградной реконструкции передней крестообразной связки ВТВ-аутографтом у пациентов с *Pivot shift*-тестом 3+ и *Lachman*-тест 2+ или 3+. Однако более надежным вариантом, в том числе с точки зрения повторных реконструкций, следует считать латеральный экстраартикулярный тенодез из сухожилия полусухожильной мышцы. Вместе с тем, латеральный экстраартикулярный тенодез из илиотибиального тракта является более простой, быстрой и экономически более выгодной техникой, демонстрирующей при этом хорошие показатели стабильности коленного сустава.

Ключевые слова:

передняя крестообразная связка, ЛЭАТ, ИТТ, СПСМ, передняя нестабильность, ротационная нестабильность

Ссылка для цитирования

Заяц В.В. Сравнительный анализ результатов применения технологий латерального экстраартикулярного тенодеза при анатомической антеградной пластике передней крестообразной связки. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2021;10(1):66–72. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-1-66-72>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ИМТ — индекс массы тела
ИТТ — илиотибиальный тракт
ЛЭАТ — латеральный экстраартикулярный тенодез
НБС — наружная боковая связка

ПКС — передняя крестообразная связка
рПКС — реконструкция передней крестообразной связки
СПСМ — сухожилие полусухожильной мышцы
ВТВ — методика *bone-tendon-bone*

ВВЕДЕНИЕ

Передняя нестабильность продолжает оставаться наиболее частой причиной оперативных вмешательств на коленном суставе [1]. Разрывы передней крестообразной связки (ПКС) — основного стабилизатора коленного сустава от переднего смещения, часто возникают у молодых, активных, заинтересованных в спорте пациентов [2]. Длительно существующая неста-

бильность коленного сустава приводит к его артрозу [3]. Реконструкция ПКС (рПКС) стала широко распространенной операцией, по некоторым данным достигающей 1,5–6,5% случаев среди спортсменов в год [1, 2, 4]. Однако даже в тех случаях, когда рПКС выполняют с учетом всех анатомических особенностей нативной ПКС, внутренняя ротационная стабильность коленного

сустава не всегда может удовлетворить пациента [5–8]. Наиболее часто переднеротационную нестабильность коленного сустава наблюдают у пациентов после скручивающей травмы, когда помимо разрыва ПКС могут повреждаться и переднелатеральные внесуставные капсульно-связочные структуры коленного сустава [9, 10].

Латеральный экстраартикулярный тенodes (ЛЭАТ) в сочетании с анатомической рПКС позволяет улучшить контроль за внутренней ротационной стабильностью коленного сустава, а также положительно влиять на выживаемость самого трансплантата ПКС [9, 11, 12].

Многие специалисты предлагали различные методики ЛЭАТ [13]. Наиболее популярными для ЛЭАТ являются трансплантаты из сухожилий полусухожильной (СПСМ) или нежной мышцы, а также фрагменты илиотибиального тракта (ИТТ) [9, 14]. В литературе встречаются исследования, оценивающие функциональную эффективность методик комплексной стабилизации коленного сустава (ЛЭАТ+рПКС) в сравнении с изолированной (в том числе и анатомической) рПКС, определены показания и противопоказания для таких операций [7, 15]. Технологии рПКС в комбинации с восстановлением переднелатеральных капсульно-связочных структур в настоящее время набирают популярность среди травматологов-ортопедов всего мира [13, 16–19]. Вместе с тем в литературе пока встречается мало сведений о сравнительном анализе различных технологий ЛЭАТ, в том числе оценивающих причины неудачного применения той или иной технологии [19–21].

Цель исследования: провести сравнительный анализ результатов применения ЛЭАТ трансплантатами из СПСМ и из несвободного лоскута ИТТ у пациентов с выраженной переднеротационной нестабильностью коленного сустава при анатомическом антеградном восстановлении ПКС и выделить клинически значимые преимущества и недостатки этих методик.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе исследования проанализировали результаты хирургического лечения 138 пациентов, которым в период с 2016 по 2020 г. выполнили рПКС фрагментом центральной порции связки надколенника с костными блоками (*bone-tendon-bone*, *ВТВ*) в сочетании с ЛЭАТ. Возраст оперированных варьировал от 19 до 41 года (в среднем в 29,1±3,4 года). Критериями включения пациентов в исследование явились: полный разрыв ПКС, подтвержденный клинически (*Lachman*-тест 2+ или 3+) и интраоперационно, выраженная ротационная нестабильность коленного сустава (*pivot-shift*-тест 3+).

Из исследования исключили пациентов с выявленными повреждениями задней крестообразной или коллатеральных связок коленного сустава, сухожилия подколенной мышцы, протяженными или глубокими дефектами внутрисуставного хряща (хондромалиция 4-й степени), костными повреждениями.

Жалобы пациентов, функцию коленного сустава оценивали во время клинического исследования и по шкалам *Lysholm Knee Scoring Scale*, *KOOS*, 2000 *IKDC*. В плане лучевой диагностики применяли рентгенографию коленного сустава в стандартных переднезадней, боковой и аксиальной проекциях, магнитно-резонансную, а при необходимости и компьютерную томографию.

Всех пациентов оперировали в сроки от 3 до 16 месяцев с момента травмы.

В 65 наблюдениях (47,1%) ЛЭАТ был выполнен трансплантатом из СПСМ (1-я группа). У 73 пациентов (52,9%) — несвободным лоскутом из ИТТ (2-я группа).

По возрасту, полу, индексу массы тела (ИМТ) пациентов, срокам с момента травмы и ее механизмам, а также результатам примененных шкал — группы были сопоставимы (табл. 1).

Реконструкцию ПКС в обеих группах выполняли с учетом принципов анатомического позиционирования костных каналов и трансплантата. В качестве пластического материала применяли фрагмент центральной порции связки надколенника с костными блоками (*ВТВ*). Для того, чтобы трансплантат мог заклинить в бедренном канале при антеградном его проведении, тиббиальному костному блоку придавали трапецевидную форму. В большеберцовом канале трансплантат после натяжения фиксировали 1 интерферентным винтом.

Для ЛЭАТ в проекции наружного мыщелка бедренной кости формировали дополнительный доступ длиной около 4,5–5,5 см. При этом через него рассверливали и бедренный канал, ориентируя точку входа проксимальнее наружной боковой связки (НБС).

В 1-й группе подготовленное для ЛЭАТ СПСМ проводили через отверстие в костном блоке *ВТВ*-трансплантата, сформированном из бугристости большеберцовой кости. Отверстие формировали сверлом диаметром 4,5 мм в переднезаднем направлении на границе его средней и дистальной трети. При антеградной установке такого трансплантата большеберцовый костный блок вместе с СПСМ заклинивали в бедренном канале. После фиксации трансплантата ПКС в большеберцовом канале свободные концы СПСМ проводили под НБС и через дополнительный сквозной канал в области бугорка *Gerdy* натягивали и фиксировали лигатурой друг к другу в виде замкнутой петли (рис. 1).

Во 2-й группе для ЛЭАТ применяли несвободный фрагмент широкой фасции бедра шириной около 1 см и длиной около 8–9 см с сохранением места его прикрепления на большеберцовой кости. Для удобства реконструкции этот трансплантат в бедренный канал проводили первым, затем устанавливали *ВТВ*-трансплантат и заклинивающимся трапецевидным кост-

Таблица 1

Характеристика групп исследования до операции

Table 1

Characteristics of study groups before surgery

Критерий включения	1-я группа (n=65)	2-я группа (n=73)	p
Пол м/ж	41/24	47/26	0,524 / 0,5219
Возраст	32±2,1	31±1,6	0,7329
Индекс массы тела	25,8±0,8	26,5±0,3	0,1678
Механизм травмы спортивный/бытовой	48/17	52/21	0,4977 / 0,4711
Период до операции	14,1±3,5	13,5±2,8	0,8213
Сопутствующие повреждения хряща	19	23	0,4868
Сопутствующие повреждения менисков	48	44	0,2679
2000 <i>IKDC</i>	53,6±6,4	54,8±9,1	0,6739
<i>KOOS</i>	48,9±2,9	50,2±2,4	0,2241
<i>Lysholm-Tegner score</i>	57,4±11,4	59,1±10,6	0,7289

ным блоком фиксировали трансплантат ЛЭАТ (рис. 2). В обеих группах натяжение трансплантатов ЛЭАТ выполняли в положении 30° сгибания и нейтральной ротации в коленном суставе.

Послеоперационный период, реабилитационные мероприятия в обеих группах пациентов проводили таким же образом, как после изолированной аутопластики ПКС. Период стационарного лечения для каждой группы составил $3,7 \pm 2,4$ суток и $4,1 \pm 1,6$ суток, а период реабилитационного лечения $6,3 \pm 1,3$ месяца и $6,7 \pm 0,9$ месяца соответственно.

Срок наблюдения составил 2 года, осмотры осуществляли каждые 3–3,5 месяца.

Кроме состояния коленного сустава изучали продолжительность операции, длительность стационарного лечения, нетрудоспособности, режим возвращения к спортивной активности.

Статистическую обработку выполняли в программе *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, версия 22 (*SPSS Inc.*, США). Для общей характеристики исследуемых параметров использован метод описательной статистики. Проверку исследуемых параметров в каждой выборке на нормальность распределения осуществляли по критерию Колмогорова–Смирнова. Для оценки статистической значимости различий средних значений анализируемых параметров у пациентов исследуемых групп использован *t*-критерий для независимых выборок (в связи с нормальным распределением исследуемых параметров). Различия признавали статистически значимыми при двустороннем $p < 0,05$. Результаты представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее значение, m — стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 1-й группе операцию выполняли в среднем через 14,1 месяца, а у пациентов 2-й группы — через 13,5 месяца после травмы.

Признаков инфекционного воспаления внутри сустава или в области послеоперационных ран не наблюдали ни у одного из пациентов, а рентгенологические изменения коррелировали с результатами клинических осмотров.

Функциональное состояние коленного сустава по интегральным шкалам оказалось лучше у пациентов с ЛЭАТ СПСМ, хотя разница в сравнении со 2-й группой и не была значимой. Кроме того во 2-й группе чаще наблюдали мышечные грыжи (4 (5,5%) и 1 случай (1,5%)), и боль в зоне забора ВТВ-трансплантата (3 (4,1%) и 2 случая (3,1%)) однако и по этим критериям группы статистически не отличались друг от друга (табл. 2).

13 пациентов (9,4%) предъявляли жалобы на боль в области ЛЭАТ, причем чаще это состояние наблюдали во 2-й группе (11 (15,1%) и 2 (3,1%) соответственно, $p < 0,05$). Вместе с тем у 16 пациентов (24,6%) 1-й группы в раннем послеоперационном периоде отмечали обширные гематомы подколенной области, задней поверхности бедра и голени ($p < 0,001$), которые регрессировали в сроки от 12 до 21 суток после местного применения мазей на основе антикоагулянтов. У 11 наблюдаемых (15,1%) 2-й группы после операции определяли признаки несостоятельности ЛЭАТ ($p < 0,05$). Клинически ротационная нестабильность коленного сустава в виде *Pivot shift*-теста 1+ диагностировали у 6 пациентов (8,2%), а *Pivot shift*-тест 2+ — у 5 (6,8%). У

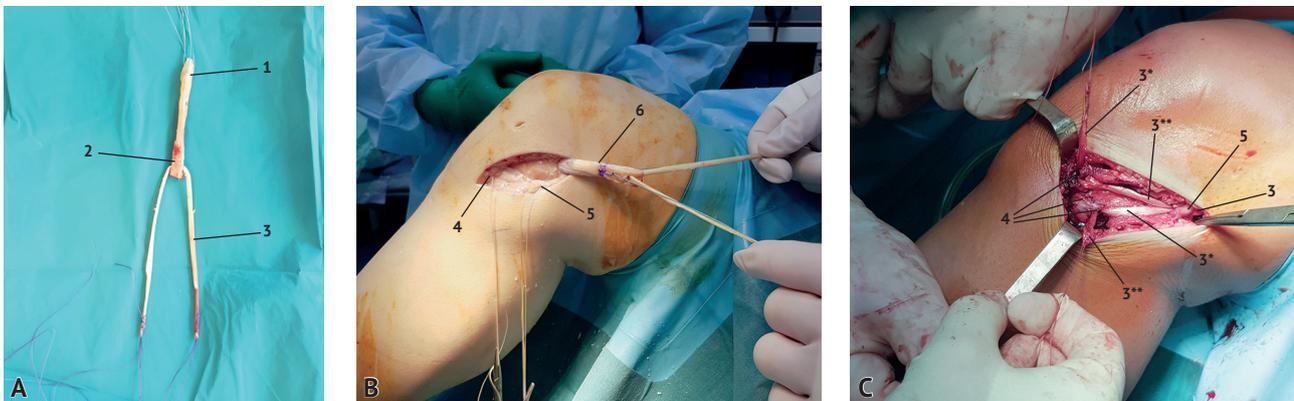


Рис. 1. Этапы операции у пациентов 1-й группы: А — внешний вид комбинированного трансплантата ВТВ и сухожилия полусухожильной мышцы; В — антеградное проведение комбинированного трансплантата; С — проведение свободных концов трансплантата сухожилия полусухожильной мышцы под наружной боковой связкой и в костном канале наружного мыщелка большеберцовой кости. 1 — костный блок надколенника ВТВ-трансплантата; 2 — костный блок большеберцовой кости ВТВ-трансплантата; 3 — сухожилие полусухожильной мышцы, проведенное через отверстие в большеберцовом костном блоке ВТВ-трансплантата; 3* — часть сухожилия полусухожильной мышцы, конец которого выведен через верхнее отверстие сквозного канала в большеберцовой кости; 3** — часть сухожилия полусухожильной мышцы, конец которого выведен через нижнее отверстие сквозного канала в большеберцовой кости; 4 — отверстия и передняя поверхность стенки сквозного канала в большеберцовой кости, расположенного в проекции бугорка Gerdy; 5 — наружная боковая связка; 6 — комбинированный трансплантат ВТВ и сухожилия полусухожильной мышцы

Fig. 1. Stages of the operation in patients of the 1st group: A — appearance of the combined BTB graft and the semitendinosus muscle tendon; B — anterograde introduction of the combined graft; C — introduction of free ends of the semitendinosus muscle tendon graft under the lateral collateral ligament and in the bony canal of the lateral condyle of the tibia. 1 — bone block of the patella of the BTB graft; 2 — bone block of the tibia of the BTB-graft; 3 — the tendon of the semitendinosus muscle, passed through the hole in the tibial bone block of the BTB graft; 3* — part of the tendon of the semitendinosus muscle, the end of which is brought out through the upper opening of the canal in the tibia; 3** — part of the tendon of the semitendinosus muscle, the end of which is brought out through the lower opening of the canal in the tibia; 4 — holes and anterior surface of the wall of the channel in the tibia, located in the projection of the Gerdy's tubercle; 5 — lateral collateral ligament; 6 — combined BTB graft and semitendinosus tendon

Таблица 2

Характеристика групп через 2 года после операции

Table 2

Characteristics of groups 2 years after surgery

Критерий оценки	1-я группа (n=65)		2-я группа (n=73)		p
	n	%	n	%	
Боль в зоне ЛЭАТ, %	2	3,1	11	15,1	<0,05
Гематома подколенной области, %	16	24,6	0	0	<0,001
Мышечная грыжа в зоне ЛЭАТ, %	1	1,5	4	5,5	0,2349
Несостоятельность ЛЭАТ, %	1	1,5	11	15,1	<0,05
Pivot shift-тест 1+, %	0		6	8,2	<0,05
Pivot shift-тест 2+, %	1	1,5	5	6,8	0,1481
Боль в коленном суставе, %	2	3,1	3	4,1	0,5597
Время операции, мин	115,6±8,1		81,2±8,4		<0,01
Ревизионные рПКС, %	1	1,5	8	11,0	<0,05
Ревизионные ЛЭАТ, %	1	1,5	7	9,6	0,0567
2000 IKDC, средний балл	86,7±9,4		84,5±11,2		0,5267
KOSS, средний балл	89,1±5,1		87,8±7,5		0,6157
Lysholm-Tegner score, ср. балл	87,9±6,3		86,1±4,8		0,4842

Примечания: ЛЭАТ – латеральный экстраартикулярный тенodes; рПКС – реконструкция передней крестообразной связки

Notes: ЛЭАТ – lateral extra-articular tenodesis; рПКС – anterior cruciate ligament reconstruction

8 пациентов (11,0%) 2-й группы и у 1 пациента (1,5%) 1-й группы выполнили ревизионные пластики ПКС ВТВ-трансплантатом, причем у 7 пациентов (9,6%) 2-й группы одновременно выполнили ревизионный ЛЭАТ из СПСМ ($p < 0,05$). Пластический материал для этих операций брали с контралатеральной конечности.

Вместе с тем время, затраченное на операцию, в группах статистически значимо отличалось (115,6±8,1 мин, и 81,2±8,4 мин соответственно). Этот показатель выделял 2-ю группу исследования в лучшую сторону ($p < 0,01$).

Следует отметить, что статистически значимые различия между группами стали проявляться по истечении 11 месяцев и более после операции, кроме показателя несостоятельности ЛЭАТ, который становился заметен у пациентов по истечении 5 месяцев после операции.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сохраняющаяся ротационная нестабильность после рПКС – наиболее частая причина неудовлетворенности пациентов результатами операции [5]. Даже технологии анатомической рПКС не всегда могут обеспечить эффективную передневноутреннюю ротационную стабильность коленного сустава [3, 8]. ЛЭАТ применяется как дополнительный фактор, повышающий эффективность рПКС и увеличивающий стабильность коленного сустава [3, 10, 18]. В настоящее время предложено множество технологий одновременной рПКС и ЛЭАТ [11, 17]. Но в современной литературе можно встретить небольшое количество статей, сравнивающих различные методики ЛЭАТ между собой и описывающие связанные с ними осложнения.

В нашем исследовании у 13 человек (9,4%) мы наблюдали болевой синдром в зоне выполнения ЛЭАТ. Наибольшее число этих пациентов относились ко 2-й группе исследования ($p < 0,05$). По нашему мнению, причин этому состоянию может быть две: 1) по технологии операции натяжение и фиксацию ЛЭАТ из ИТТ в

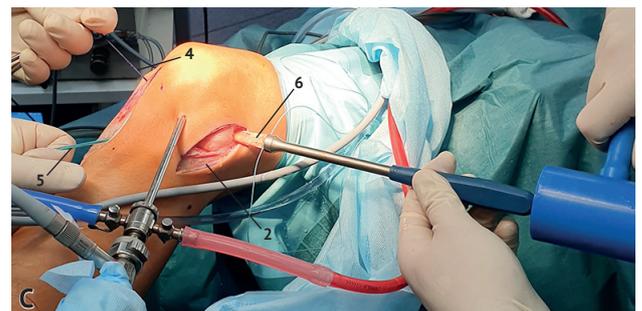
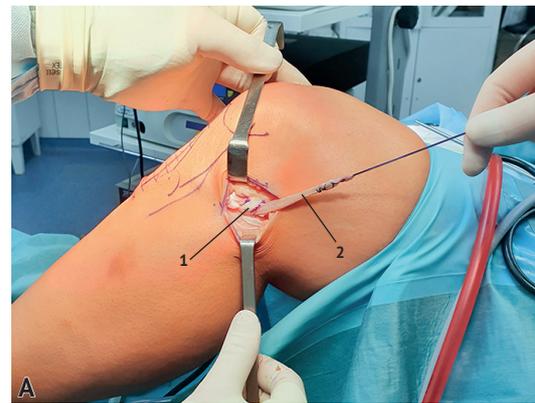


Рис. 2. Этапы операции у пациентов 2-й группы:

А – проведение трансплантата для латерального экстраартикулярного тенodesа из илиотибиального тракта (ИТТ) под наружной боковой связкой; В – последовательное антеградное проведение трансплантатов из ИТТ и ВТВ через бедренный канал; С – импакционная фиксация трансплантатов из ИТТ и ВТВ в бедренном канале.

1 – наружная боковая связка; 2 – несвободный лоскут из ИТТ; 3 – нить-кондуктор для направляющей нити ВТВ-трансплантанта; 4 – направляющая нить, которой прошит конец несвободного лоскута из илиотибиального тракта; 5 – направляющая нить для ВТВ-трансплантанта; 6 – большеберцовый костный блок ВТВ-трансплантанта

Fig. 2. Stages of surgery in patients of group 2: A – introduction a graft for lateral extra-articular tenodesis from the iliotibial tract (ITT) under the lateral collateral ligament; B – sequential anterograde introduction of grafts from ITT and BTB through the femoral canal; C – impaction fixation of ITT and BTB grafts in the femoral canal. 1 – lateral collateral ligament; 2 – non-free flap of ITT; 3 – conducting thread for the guiding thread of the BTB graft; 4 – guiding thread which is used for sewing the end of the non-free flap from the iliotibial tract; 5 – guiding thread for BTB-graft; 6 – tibial bone block of BTB-graft

бедренном канале выполняют перед фиксацией трансплантата ПКС, и отсутствие внутрисуставного стабилизатора может привести к некоторой вальгусной перегрузке и увеличению давления на наружные отделы сустава; 2) ушивание дефекта фасции, особенно если

трансплантат был значительного размера, может приводить к избыточному натяжению ИТТ. *C. Batailler et al.* (2018), изучая пациентов после *KJL2* (ЛЭАТ по технике, описанной *Kennet Jones*, с использованием фрагмента ИТТ) и *KJG* (ЛЭАТ по технике, описанной *Kennet Jones*, с использованием *m. gracilis*) реконструкций, отметили, что болевой синдром в каждой из групп был одинаковым, наблюдался у 14,6% пациентов и не имел статистической разницы [21]. В свою очередь *Zafagnini et al.* после одновременной интра- и экстраартикулярной реконструкции отмечали болевой синдром в зоне ЛЭАТ у 12% пациентов [14].

Несостоятельность ЛЭАТ мы наблюдали лишь у 11 пациентов 2-й группы, что составило 15,1%. У них отмечали увеличение передневноутренней ротации (*Pivot shift*-тест 1+ и 2+) при сохранении переднезадней стабильности коленного сустава. При этом повторная травма коленного сустава после операции явилась причиной такой несостоятельности только у 4 из них (36,4%). По нашему мнению, это говорит о том, что жесткость фиксации трансплантата ЛЭАТ ИТТ не всегда высока и лоскут при определенных условиях может проскользнуть между стенкой канала и костным блоком *ВТВ*-трансплантата. Поэтому достаточная часть фрагмента трансплантата ЛЭАТ должна располагаться внутри бедренного канала (не менее 2 см). Причиной же несостоятельности ЛЭАТ из СПСМ (1 (1,5%)) явилось выламывание латеральной стенки сквозного канала, сформированного в области бугорка *Gerdy*. Несостоятельность ЛЭАТ описывают и другие специалисты [22].

Послеоперационные гематомы наблюдались в обеих группах, однако в подколенной области они чаще встречались среди пациентов 1-й группы. Это состояние мы напрямую связываем с забором СПСМ в качестве трансплантата для ЛЭАТ. По данным *Grassi et al.*, такое осложнение наблюдается у 1,9% пациентов, когда сухожилия полусухожильной и нежной мышц используются в качестве пластического материала для реконструкций ПКС [23].

Частота ревизионных вмешательств в нашем исследовании составила 6,5%. По данным ряда авторов, повторные операции у пациентов с рПКС и ЛЭАТ приходится выполнять у 8,4–10,0% пациентов [14, 16]. Следует отметить, что в нашем исследовании большая часть пациентов находилась под наблюдением во 2-й группе. *C. Batailler et al.* (2018) показали, что реже нуждаются в повторных операциях пациенты, которым рПКС выполняли одновременно с ЛЭАТ из фрагмента широкой фасции бедра ($p < 0,05$) [21].

В нашем исследовании этот показатель был статистически незначимым, но чаще наблюдался у пациентов 2-й группы 1 (1,5%) и 7 (9,6%) соответственно. По нашему мнению, это связано с тем, что ЛЭАТ из СПСМ имеет больший размер, чем такой же трансплантат из сухожилия нежной мышцы. Кроме того, 2 пучка трансплантата имеют большую площадь перекрытия и, соответственно, позволяют лучше распределить стрессовую нагрузку при внутренней ротации голени, чем 1 фрагмент из трансплантата широкой фасции бедра.

Изучая время выполнения хирургического вмешательства, мы отметили, что более продолжительными оказались операции у пациентов 1-й группы, так как

техника ЛЭАТ из СПСМ более трудоемкая и имеет большее количество этапов ($p < 0,01$). Изучение этого критерия мы не встретили в мировой литературе, хотя этот фактор является важным при расчете экономической эффективности и выборе показаний для того или иного варианта ЛЭАТ у пациентов разной спортивной активности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования получены следующие итоги.

Функциональное состояние коленного сустава для обследованных пациентов в выделенных группах оказалось статистически не значимо, но все же отмечена тенденция более высоких показателей у пациентов 1-й группы.

1. Болевой синдром после операции носил более выраженный характер у пациентов 2-й группы.

2. Признаки несостоятельности латерального экстраартикулярного тенодеза чаще выявляли у пациентов 2-й группы.

3. Среди осложнений в 1-й группе отмечали формирование гематом подколенной области и области бедра.

4. Во 2-й группе наблюдали мышечные грыжи в месте формирования лоскута из илиотибиального тракта.

5. Продолжительность операции в 1-й группе была статистически значимо выше.

ВЫВОДЫ

1. Реконструкция передней крестообразной связки и латеральный экстраартикулярный тенодез из сухожилия полусухожильной мышцы часто сопровождается подкожными гематомами подколенной области (16 случаев (24,6%), $p < 0,001$), но является более эффективной технологией восстановления передневноутренней ротационной стабильности голени (в 64 случаях (98,5%) исследования, $p < 0,05$), чем латеральный экстраартикулярный тенодез из илиотибиального тракта при одинаковой технике антеградной анатомической реконструкции передней крестообразной связки трансплантатом из связки надколенника.

2. Несмотря на то, что болевой синдром в области наружного отдела коленного сустава в раннем послеоперационном периоде чаще встречается у пациентов после латерального экстраартикулярного тенодеза из илиотибиального тракта ($p < 0,05$), в 9,4% случаев, по данным нашего исследования, он полностью регрессирует к концу первого года после операции.

3. В сравнительном аспекте более надежной оказался латеральный экстраартикулярный тенодез из сухожилия полусухожильной мышцы ($p < 0,05$). У пациентов этой группы ревизионные вмешательства потребовались лишь в 1,5% случаев ($p < 0,05$).

4. Вместе с тем, латеральный экстраартикулярный тенодез трансплантатом из илиотибиального тракта имеет ряд преимуществ, связанных с более простой, быстрой ($81,2 \pm 8,4$ минуты) и экономически более выгодной техникой ($p < 0,01$), характеризуется отсутствием гематом подколенной области и демонстрирует при этом хорошие показатели стабильности коленного сустава.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng S, Li Q. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*; 2015;22(2):100–110. PMID: 25547048 <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.11.014>
- Shimizu S, Nagase T, Tateishi T, Nakagawa T, Tsuchiya M. Second Anterior Cruciate Ligament Injuries After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Professional Sumo Wrestlers: A Case Series. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(2);2325967120903698. PMID: 32128318 <https://doi.org/10.1177/2325967120903698> eCollection 2020 Feb.
- Diermeier T, Tisherman R, Hughes J, Tulman M, Baum Coffey E, Fink C, et al. Quadriceps tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(8):2644–2656. PMID: 32072203 <https://doi.org/10.1007/s00167-020-05902-z>
- Заяц В.В., Дулаев А.К., Загородний Н.В., Дыдыкин А.В., Коломоитцев А.В., Ульянченко И.Н. и др. Антеградное проведение костно-сухожильно-костного аутографтата при анатомической пластике передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2017; 176(6): 49–54.
- Заяц В.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В., Ульянченко И.Н., Коломоитцев А.В., Ковтун А.В. Анализ эффективности технологий артроскопической пластики передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2017;176(2):77–82.
- Lubowitz JH, Provencher MT, Brand JC, Rossi MJ. The knee anterolateral ligament. *Arthroscopy*. 2014;30(11):1385–1388. PMID: 25443505 <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.08.007>
- Ruiz N, Filippi GJ, Gagnière B, Bowen M, Robert HE. The Comparative Role of the Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Structures in Controlling Passive Internal Rotation of the Knee: A Biomechanical Study. *Arthroscopy*. 2016;32(6):1053–1062. PMID: 27129374 <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.02.017>
- Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D, Sterett WI, Hawkins RJ. Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg*. 2002;84(9):1560–1572. PMID: 12208912 <https://doi.org/10.2106/00004623-200209000-00008>
- Kwapisz A, Mollison S, Cholewiński J, MacDonald P, Synder M, Herman K. Lateral Extra-articular Tenodesis with Iliotibial Band Strip – a Solution for Anterolateral Instability? *Ortop Traumatol Rehabil*. 2019;21(6):397–406. PMID: 32100717 <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.7397>
- Dodds AL, Gupte CM, Neyret P, Williams AM, Amis AA. Extra-articular techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(11):1440–1448. PMID: 22058292 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.27652>
- Заяц В. В., Дулаев А. К., Загородний Н. В., Дыдыкин А. В., Ульянченко И. Н. Функциональные результаты хирургической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава в сочетании с латеральной стабилизацией. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2019;178(1):39–44.
- Zaffagnini S, Marcacci M, Lo Presti M, Giordano G, Iacono F, Neri MP. Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(11):1060–1069. PMID: 16909301 <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0130-x>
- Roessler PP, Schüttler KF, Heyse TJ, Wirtz DC, Efe T. The anterolateral ligament (ALL) and its role in rotational extra-articular stability of the knee joint: a review of anatomy and surgical concepts. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(5):305–313. PMID: 26714471 <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2395-3>
- Saragaglia D, Pison A, Refaie R. Lateral tenodesis combined with anteriorcruciate ligament reconstruction using a unique semitendinosus and gracilistransplant. *Int Orthop*. 2013;37(8):1575–1581. PMID: 23824520 <https://doi.org/10.1007/s00264-013-1957-7>
- Magnussen RA, Jacobi M, Demey G, Lustig S, Servien E, Neyret P. Lateral extra-articular augmentation of ACL reconstruction. *Tech Knee Surg*. 2011;10(4):224–230. <https://doi.org/10.1097/BTK.0b013e3182386fa6>
- Rezende FC, de Moraes VY, Martimbiano AL, Luzo MV, da Silveira Franciozi CE, Belloti JC. Does combined intra- and extra-articular ACL reconstruction improve function and stability? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(8):2609–2618. PMID: 25845949 <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4285-y>
- Заяц В.В., Загородний Н.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Анатомическая антеградная пластика передней крестообразной связки коленного сустава с латеральным экстраартикулярным тенодезом трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Пруорова*. 2018;4(4):12–18. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04112>
- Hewison CE, Tran MN, Kaniki N, Remtulla A, Bryant D, Getgood AM. Lateral extra-articular tenodesis reduces rotational laxity when combined with anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature. *Arthroscopy*. 2015;31(10):2022–2034. PMID: 26116497 <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.04.089>
- Weber AE, Zuke W, Mayer EN, Forsythe B, Getgood A, Verma NN, et al. Lateral Augmentation Procedures in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Anatomic, Biomechanical, Imaging, and Clinical Evidence. *Am J Sports Med*. 2019;47(3):740–752. PMID: 29401410 <https://doi.org/10.1177/0363546517751140>
- Sonnery-Cottet B, Thauan M, Freychet B, Pupim BH, Murphy CG, Claes S. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligamentreconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2015;43(7):1598–1605. PMID: 25740835 <https://doi.org/10.1177/0363546515571571>
- Batailler C, Lustig S, Reynaud O, Neyret P, Servien E. Complications and revision surgeries in two extra-articular tenodesis techniques associated to anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(2):197–201. PMID: 29292120 <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.10.019>
- Ra HJ, Kim JH, Lee D.H. Comparative clinical outcomes of anterolateral ligament reconstruction versus lateral extra-articular tenodesis in combination with anterior cruciate ligament reconstruction: systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140(7):923–931. PMID: 32140829 <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03393-8>
- Grassi A, Zicaro JP, Costa-Paz M, Samuelsson K, Wilson A, Zaffagnini S, et al. Good mid-term outcomes and low rates of residual rotatory laxity, complications and failures after revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) and lateral extra-articular tenodesis (LET). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(2):418–431. PMID: 31324964 <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05625-w>

REFERENCES

- Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng S, Li Q. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*; 2015;22(2):100–110. PMID: 25547048 <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.11.014>
- Shimizu S, Nagase T, Tateishi T, Nakagawa T, Tsuchiya M. Second Anterior Cruciate Ligament Injuries After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Professional Sumo Wrestlers: A Case Series. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(2);2325967120903698. PMID: 32128318 <https://doi.org/10.1177/2325967120903698> eCollection 2020 Feb.
- Diermeier T, Tisherman R, Hughes J, Tulman M, Baum Coffey E, Fink C, et al. Quadriceps tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(8):2644–2656. PMID: 32072203 <https://doi.org/10.1007/s00167-020-05902-z>
- Zayats VV, Dulaev AK, Zagorodnii NV, Dydykin AV, Kolomoitsev AV, Ulyanchenko IN, et al. Antegrade bone-tendon-bone autotransplant performance in anatomical plasty of anterior cruciate ligament of the knee joint. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2017;176(6):49–54. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-6-49-54> (in Russ.).
- Zayats VV, Dulaev AK, Dydykin AV, Ulyanchenko IN, Kolomoitsev AV, Kovtun AV. Analysis of efficacy of arthroscopic plasty technologies of anterior cruciform ligament of knee joint based on anatomical position of autograft. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2017;176(2):77–82. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-2-77-82> (in Russ.).
- Lubowitz JH, Provencher MT, Brand JC, Rossi MJ. The knee anterolateral ligament. *Arthroscopy*. 2014;30(11):1385–1388. PMID: 25443505 <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.08.007>
- Ruiz N, Filippi GJ, Gagnière B, Bowen M, Robert HE. The Comparative Role of the Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Structures in Controlling Passive Internal Rotation of the Knee: A Biomechanical Study. *Arthroscopy*. 2016;32(6):1053–1062. PMID: 27129374 <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.02.017>
- Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D, Sterett WI, Hawkins RJ. Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg*. 2002;84(9):1560–1572. PMID: 12208912. <https://doi.org/10.2106/00004623-200209000-00008>
- Kwapisz A, Mollison S, Cholewiński J, MacDonald P, Synder M, Herman K. Lateral Extra-articular Tenodesis with Iliotibial Band Strip – a Solution for Anterolateral Instability? *Ortop Traumatol Rehabil*. 2019;21(6):397–406. PMID: 32100717 <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.7397>
- Dodds AL, Gupte CM, Neyret P, Williams AM, Amis AA. Extra-articular techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(11):1440–1448. PMID: 22058292. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.27652>
- Zayats VV, Dulaev AK, Zagorodnii NV, Dydykin AV, Ulyanchenko IN. Functional results of surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee joint in combination with lateral stabilization. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(1):39–44. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2019-178-1-39-44> (in Russ.)
- Zaffagnini S, Marcacci M, Lo Presti M, Giordano G, Iacono F, Neri MP. Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(11):1060–1069. PMID: 16909301. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0130-x>
- Roessler PP, Schüttler KF, Heyse TJ, Wirtz DC, Efe T. The anterolateral ligament (ALL) and its role in rotational extra-articular stability of the

- knee joint: a review of anatomy and surgical concepts. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136(3):305–313. PMID: 26714471. <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2395-3>
14. Saragaglia D, Pison A, Refaie R. Lateral tenodesis combined with anterior cruciate ligament reconstruction using a unique semitendinosus and gracilistransplant. *Int Orthop.* 2013;37(8):1575–1581. PMID: 23824520. <https://doi.org/10.1007/s00264-013-1957-7>
 15. Magnussen RA, Jacobi M, Demeij G, Lustig S, Servien E, Neyret P. Lateral extra-articular augmentation of ACL reconstruction. *Tech Knee Surg.* 2011;10(4):224–230. <https://doi.org/10.1097/BTK.0b013e3182386fa6>
 16. Rezende FC, de Moraes VY, Martimbianco AL, Luzo MV, da Silveira Franciozi CE, Belloti JC. Does combined intra- and extra-articular ACL reconstruction improve function and stability? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(8):2609–2618. PMID: 25845949. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4285-y>
 17. Zayats VV, Zagorodny NV, Dulaev AK, Dydykin AV. Anatomical anterograde plasty of the anterior cruciate ligament with lateral extraarticular tenodesis from semitendinosus tendon. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2018;(4):12–18. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04112>
 18. Hewison CE, Tran MN, Kaniki N, Remtulla A, Bryant D, Getgood AM. Lateral extra-articular tenodesis reduces rotational laxity when combined with anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature. *Arthroscopy.* 2015;31(10):2022–2034. PMID: 26116497 <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.04.089>
 19. Weber AE, Zuke W, Mayer EN, Forsythe B, Getgood A, Verma NN, et al. Lateral Augmentation Procedures in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Anatomic, Biomechanical, Imaging, and Clinical Evidence. *Am J Sports Med.* 2019;47(3):740–752. PMID: 29401410. <https://doi.org/10.1177/0363546517751140>
 20. Sonnery-Cottet B, Thaanat M, Freychet B, Pupim BH, Murphy CG, Claes S. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1598–1605. PMID: 25740835 <https://doi.org/10.1177/0363546515571571>
 21. Batailler C, Lustig S, Reynaud O, Neyret P, Servien E. Complications and revision surgeries in two extra-articular tenodesis techniques associated to anterior cruciate ligament reconstruction. *A case-control study. Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(2):197–201. PMID: 29292120 <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.10.019>
 22. Ra HJ, Kim JH, Lee D.H. Comparative clinical outcomes of anterolateral ligament reconstruction versus lateral extra-articular tenodesis in combination with anterior cruciate ligament reconstruction: systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(7):923–931. PMID: 32140829. <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03393-8>
 23. Grassi A, Zicaro JP, Costa-Paz M, Samuelsson K, Wilson A, Zaffagnini S, et al. Good mid-term outcomes and low rates of residual rotatory laxity, complications and failures after revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) and lateral extra-articular tenodesis (LET). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(2):418–431. PMID: 31324964. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05625-w>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Заяц Виталий Викторович

кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова» МЗ РФ, руководитель травматолого-ортопедического отделения НИИ хирургии и неотложной медицины ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова» МЗ РФ;
<https://orcid.org/0000-0002-0819-8782>, zaiatc.vitalii@gmail.com

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Comparative Analysis of the Results of Lateral Extra-Articular Tenodesis in Anatomical Anterograde Plasty of the Anterior Cruciate Ligament

V.V. Zayats

Trauma and Orthopedics Department

I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Russian Federation
6-8, Lva Tolstogo St., St. Petersburg, 197022, Russian Federation

Contacts: Vitaly V. Zayats, Assistant professor of Trauma and Orthopedics Department, I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University. Email: zaiatc.vitalii@gmail.com

AIM OF STUDY To analyze the results of lateral extra-articular tenodesis (LET) of the semitendinosus muscle tendon (STMT) and iliotibial tract (ITT) in patients with severe anterior rotational instability of the knee joint during anatomical anterograde reconstruction of the anterior cruciate ligament (rACL) with a BTB graft.

MATERIAL AND METHODS We studied 138 patients with the Pivot shift test – 3+ and the Lachman test 2+ or 3+ degree after arthroscopic rACL with a BTB autograft. In 65 cases (47.1%) rACL was supplemented with LET of STMT (group 1), the remaining 73 patients (52.9%) – LET of ITT (group 2).

RESULTS According to IKDC-2000, KOSS and Lysholm-Tegner scores, the groups did not differ statistically. However, pain in the LET zone, LET failure with the appearance of the Pivot shift test – 1+, revision reconstructions – were more often observed in group 2 ($p < 0.05$). Popliteal hematomas ($p < 0.001$), longer operations ($p < 0.01$) were more often observed in group 1.

CONCLUSION Lateral extra-articular tenodesis is a clinically effective addition to anatomical anterograde reconstruction of the anterior cruciate ligament with BTB autograft in patients with Pivot shift test 3+ and Lachman test 2+ or 3+. However, a more reliable option is lateral extra-articular tenodesis of the semitendinosus muscle tendon. At the same time, lateral extra-articular tenodesis of the iliotibial tract is a simpler, faster and more cost-effective technique, still demonstrating good indicators of knee joint stability.

Key words: anterior cruciate ligament, LET, ITT, STMT, anterior instability, rotational instability

For citation Zayats VV. Comparative Analysis of the Results of Lateral Extra-Articular Tenodesis in Anatomical Anterograde Plasty of the Anterior Cruciate Ligament. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care.* 2021;10(1):66–72. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-1-66-72> (in Russ.)

Conflict of interest Author declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study had no sponsorship

Affiliations

Vitaly V. Zayats

Candidate of medical sciences, Associate professor of the Department of Trauma and Orthopedics I.P. Pavlov St. Petersburg State Medical University, Head of the Trauma and Orthopedics Department of the Research Institute of Surgery and Emergency Medicine of I.P. Pavlov St. Petersburg State Medical University;
<https://orcid.org/0000-0002-0819-8782>, zaiatc.vitalii@gmail.com

Received on 21.04.2020

Review completed on 19.10.2020

Accepted on 21.12.2020

Поступила в редакцию 21.04.2020

Рецензирование завершено 19.10.2020

Принята к печати 21.12.2020