РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

¹Симагаев Р.О., ¹Фоменко С.М., ²Киселев А.С.

¹ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: AGusev@niito.ru;

За период с 01.01.2013 по 31.12.2014 г. в нашей клинике хирургические методы лечения применялись у 546 пациентов с нестабильностью коленного сустава. Мы проследили результаты лечения у этих пациентов и выполнили как анализ эффективности применяемых методик хирургического лечения, так и связанных с ними осложнений. В настоящее время для повышения эффективности лечения предложен индивидуальный подход к хирургии, заключающийся в комбинировании разных методов оперативного лечения и имплантов. К преимуществам предложенной тактики хирургического лечения нестабильности коленного сустава следует отнести следующее: минимальный риск развития рецидива нестабильности; лечение сопутствующих повреждений; сведение к минимуму тяжести операционной травмы и риска инфекционных осложнений; возможность ранней функциональной реабилитации; сокращение сроков пребывания больных в стационаре и реабилитационного периода; минимальные кожный косметический дефект и нарушение кожной чувствительности.

Ключевые слова: нестабильность коленного сустава, реконструкция передней крестообразной связки, вывих надколенника, хирургическое лечение.

SURGICAL TREATMENT OF VARIOUS FORMS OF INSTABILITY OF THE KNEE

¹Simagaev R.O., ¹Fomenko S.M., ²Kiselyov A.S.

¹Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: AGusev@niito.ru;

²St.Petersburg V.M. Bekhterev Psychoneurological Research Institute, St.Petersburg

For the period from 01.01.2013 on 31.12.2014 in our clinic, surgical treatments were applied in 546 patients with knee joint instability. We followed the results of treatment in these patients and carried out as an analysis of the effectiveness of the techniques of surgical treatment and related complications. Now to increase the effectiveness of treatment offered an individual approach to surgery is to combine different methods of surgery and implants. The advantages offered surgical treatment of knee joint instability include minimal risk of recurrence of instability; treatment related damage; minimizing surgical trauma severity and the risk of infectious complications; the possibility of early functional rehabilitation; shortening hospital stay and rehabilitation period; minimal skin cosmetic defect and violation of skin sensitivity.

Keywords: instability of the knee joint, ACL reconstruction, patellar dislocation, surgical treatment of injuries of the knee, knee arthroscopy.

Повреждения связок коленного сустава по частоте занимают первое место и составляют от 50 до 75% всех травм суставов [1; 2]. Только по поводу реконструктивной пластики передней крестообразной связки существует более 250 способов операций, описанных в литературе, что свидетельствует о неудовлетворенности хирургов результатами восстановления этой формы нестабильности коленного сустава и необходимости разработки новых более эффективных способов вмешательств [6]. Одновременно с этим в настоящее время для хирургов предлагается огромный выбор как способов реконструкции связочного аппарата коленного сустава, так и имплантов для фиксации трансплантатов [3-5]. В данной работе мы проанализировали индивидуальный подход к хирургии, заключающийся в комбинировании разных методов оперативного лечения нестабильности коленного сустава.

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург

Цель работы. Оценка возможности применения хирургических методов лечения с использованием артроскопических технологий и комбинирования разных методик и имплантов для повышения эффективности лечения пациентов с разными формами нестабильности коленного сустава.

Материал и методы. За период с 01.01.2013 по 31.12.2014 г. в отделении артроскопической хирургии суставов Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна хирургические методы лечения применялись у 546 пациентов с нестабильностью коленного сустава. Показаниями к оперативному лечению являлись: наличие характерной травмы в анамнезе, положительные клинические тесты на нестабильность, подтвержденные данными рентгенографии и МРТ-исследованиями [13]. Из 546 случаев прооперировано по поводу нарушения равновесия надколенника с рецидивирующей наружной нестабильностью 43 пациента, остальные 503 случая относятся непосредственно к хирургическому лечению повреждений связочного аппарата коленного сустава. По поводу повреждения передней крестообразной связки, приведшей к передней нестабильности коленного сустава, выполнено 445 операций, из них сочетания в виде дополнительного повреждения наружной коллатеральной связки с передне-наружной нестабильностью были в 12 случаях, повреждение внутренней коллатеральной связки – в 4 случаях, повреждение задней крестообразной связки с передне-задней нестабильностью - у 3 пациентов. Пациентов с повреждением задней крестообразной связи и задней нестабильностью коленного сустава мы наблюдали в 52 случаях, сочетанное повреждение в виде дополнительной наружной нестабильности было у 11 пациентов и внутренней – у 2 пациентов. Изолированное повреждение наружной коллатеральной связки было у 6 больных.

С ноября 2012 года в нашей клинике для лечения нарушения равновесия надколенника диспластического генеза с наружной рецидивирующей нестабильностью надколенника применяется метод реконструкции медиальной поддерживающей фасции (MPFL) аутотрансплантатом из сухожилия тонкой мышцы с фиксацией якорными фиксаторами и интерферентными винтами [17]. За этот период выполнено 28 таких операций.

В остальных случаях лечения этой патологии выполнялся шов медиальной фасции надколенника по Ямомото с дополнительным рассечением наружного удерживателя надколенника (латерорелиз). Всего таких операций выполнено 15. К очевидным минусам последней методики относятся отсутствие механизма прочной стабилизации надколенника в правильном положении, что приводит к большой вероятности рецидива в случаях, когда этот метод применяется у больных с рецидивирующей нестабильностью надколенника диспластического генеза. В настоящее время мы практически отказались от этой методики и

используем шов по Ямомото только в случаях травматического наружного вывиха надколенника в модификации, когда применяется фиксация медиального удерживателя либо костным швом, либо анкерными фиксаторами.

Все операции по поводу лечения передне-задней нестабильности коленного сустава в нашей клинике выполнены с использованием аутотрансплантатов сухожилий тонкой и полусухожильной мышц, так как ни мы, ни другие авторы [11] не наблюдали существенной разницы в отдаленном периоде между этими пациентами и ранее оперированными больными, у которых был использован костно-сухожильный блок.

Появление продуктов износа, потеря эластичности и прочности искусственных связок могут привести к развитию дегенеративных изменений в суставном хряще. Имеются многочисленные наблюдения неудовлетворительных результатов использования искусственных связок [22].

Мы не используем другие виды трансплантатов для первичной реконструкции передней крестообразной связки, оставляя право использования их только в случаях ревизионных вмешательств. По нашему мнению, использование искусственных связок (например, LARS) менее физиологично и не обеспечивает должный уровень интеграции в собственные ткани коленного сустава, а использование костно-сухожильного блока собственной связки надколенника намного травматичнее, что, кроме нежелательного косметического дефекта, существенно замедляет процесс реабилитации больного.

Феморальная фиксация поперечной системой при лечении передней нестабильности применялась у 438 больных, в сочетании с тибиальной фиксацией винтом и гильзой – у 425 больных, в сочетании с тибиальной фиксацией интерферентными винтами – в 13 случаях.

С марта 2013 года в нашей клинике для лечения пациентов с повреждением передней крестообразной связки, приведшей к передней нестабильности коленного сустава, применяется двойная феморальная фиксация, что позволяет создать дополнительную компрессию аутотрансплантата в феморальном канале. Это гарантированно помогает избежать рецидива нестабильности и особо актуально для больных, предъявляющих повышенные требования к физической активности. Всего нами была выполнена двойная фиксация в 88 случаях. При этом в качестве дополнительного фиксатора применялся либо Megashim "Carl Storz" – в 27 случаях, либо винт Milagro "DePuy Mitek" – в 54 случаях.

С октября 2013 года при феморальной фиксации аутотрансплантата нами применяется подвесная методика Smith&Nethew с использованием Endobutton. Всего было выполнено 7 таких операций. Во всех случаях дополнительно выполнялась фиксация в бедренном канале Megashim "Carl Storz". Это позволяет избежать таких негативных эффектов, как попадание синовиальной жидкости в феморальный канал, замедляющей интеграцию аутотрансплантата

с костной тканью, и так называемого эффекта дворников, то есть патологической подвижности трансплантата в дистальном отделе бедренного канала, приводящей впоследствии к рецидиву нестабильности.

С нашей точки зрения, к преимуществам этого метода относится не только надежная фиксация трансплантата за кортикальный слой бедренной кости, но и возможность антеромедиального проведения бедренного канала, что в отличие от транстибиальной техники, используемой в поперечной системе Rigidfix "DePuy Mitek", позволяет выбрать наиболее физиологичную точку фиксации трансплантата на бедренной кости.

При сочетанных формах нестабильности одномоментно выполнялась пластика наружной коллатеральной связки из сухожилия тонкой мышцы через канал в головке малоберцовой кости с фиксацией в бедренной кости интерферентным винтом Milagro "DePuy Mitek".

При одновременном повреждении передней и задней крестообразной связки первым этапом выполнялась реконструкция задней связки, пластика передней крестообразной связки выполнялась через 4-6 мес.

Мы не считаем целесообразным, в большинстве случаев, одномоментное восстановление сразу обеих крестообразных связок, так как это значительно увеличивает травматичность операции, что приводит не только к увеличению сроков реабилитации, но также увеличивает риск развития послеоперационных осложнений, таких как контрактура сустава и рецидив нестабильности.

Всего в клинике были прооперированы 52 пациента с задней нестабильностью коленного сустава, вызванной повреждением задней крестообразной связки или переломом заднего края большеберцовой кости, сопровождающейся задней нестабильностью коленного сустава. Все операции были выполнены также с использованием артроскопической техники [20].

Двойная фиксация феморального компонента была выполнена в 28 случаях, при этом в 3 случаях использовалась система "Smith&Nethew" Endobutton с дополнительной фиксацией Megashim "Carl Storz", в остальных 25 — фиксация поперечной системой Rigidfix "DePuy Mitek" с дополнительной фиксацией Megashim "Carl Storz" (в 15 случаях) и Milagro "DePuy Mitek" (10 случаев).

Тибиальная фиксация выполнялась фиксатором BioIntrafix "DePuy Mitek". Без двойной фиксации прооперировано 24 пациента, в т.ч. Rigidfix "DePuy Mitek" в сочетании с BioIntrafix "DePuy Mitek" (16 пациентов), Rigidfix "DePuy Mitek" в сочетании с Milagro "DePuy Mitek" (8 пациентов).

К особенностям хирургической техники при реконструкции задней крестообразной связки относятся: возможность взятия только сухожилия полусухожильной мышцы, из-за иногда недостаточного длинного сухожилия тонкой мышцы, и проведение тибиального канала через наружный мыщелок бедра, что уменьшает риск повреждения подколенной артерии. При сочетанных формах нестабильности, как и в случаях с передней крестообразной связкой, одномоментно выполнялась пластика наружной коллатеральной связки из сухожилия тонкой мышцы с фиксацией интерферентным винтом.

При сочетании повреждений связок с импрессионными переломами мыщелков большеберцовой кости с комбинированной нестабильностью коленного сустава - оперативное лечение проводилось в два этапа.

Первый этап – лечение импрессионного перелома (артроскопически ассоциированная элевационная остеотомия с замещением дефекта мыщелка большеберцовой кости аутокостью или костнозамещающим материалом (BoneMedic, ChronOs) и последующим стабилизационным накостным остеосинтезом). Второй этап – спустя один год удалялась пластина и выполнялась реконструктивная пластика связок коленного сустава.

Этапная тактика оперативного лечения при таких тяжелых повреждениях, на наш взгляд, обеспечивает не только лучшие технические условия для проведения операций, но и позволяет восстановить функцию коленного сустава в более полном объеме, чем при одномоментных реконструкциях и переломов, и связок коленного сустава.

Операции проводились в сроки от нескольких суток после травмы до нескольких десятков лет наличия нестабильности в коленном суставе. Противопоказанием к реконструктивным операциям на коленном суставе мы считаем наличие гонартроза второй и более стадии по Келлгрену (Kellgren&Lawrence, 1957), деформации конечностей, выраженной комбинированной контрактуры сустава, наличие ангиотрофических расстройств конечности.

Программа реабилитации включала ранние пассивные и активные движения в коленном суставе, ограничение осевой нагрузки на коленный сустав, физиотерапию, нестероидные противовоспалительные средства, курсы внутрисуставного введения препаратов гиалуроновой кислоты, механотерапия, кинезиотерапия [7; 14]. По показаниям проводилась профилактика сосудистых осложнений [15]. В послеоперационном периоде использовали шарнирные ортезы, проводили занятия в бассейне и на велотренажере с постепенным увеличением нагрузок [10; 12]. Восстановление функции конечности наблюдалось через 4 месяца с момента операции [8].

Результаты и обсуждение. Отдаленные результаты реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава изучены у 482 (88,27%) больных. Оценка

результатов реконструкции проводилась с учетом объективных и субъективных данных. Из объективных критериев нами использовались степень достигнутой стабильности, сохраненная амплитуда движений, наличие и выраженность деформирующего артроза, а также данные инструментальных исследований (рентгенограммы, МРТ, миография, термография, диагностическая артроскопия). В субъективной оценке приоритет отдавали устойчивости сустава, свободе движений и отсутствию болевого синдрома. После успешной реконструктивной пластики связок коленного сустава в пределах физиологических нагрузок сустав должен быть безболезненным и стабильным при сохранении полной амплитуды движений [16]. Произведена оценка функции коленного сустава по шкале Lysholm-Gillquist (1982) [19].

Пациенты были разделены на четыре группы, в зависимости от количества набранных баллов: 1-я группа — от 95 до 100 баллов — оценивалось как отличное состояние коленного сустава; 2-я группа — от 84 до 94 баллов — хорошее состояние коленного сустава; 3-я группа — от 65 до 83 баллов — удовлетворительное состояние; 4-я группа — менее 65 баллов — неудовлетворительные состояние и функция коленного сустава.

Периодические повторные оценки состояния коленного сустава по шкале Lysholm-Gillquist позволили представить динамику изменения самочувствия пациента как до операции и в процессе лечения, так и в отдаленные сроки реабилитации. Оценку по данной шкале проводили через 4 и 12 месяцев.

При оперативном лечении повреждений нестабильности коленного сустава отличные, хорошие и удовлетворительные результаты через 12 месяцев были достигнуты у 184 (38,17%), 156 (32,36%) и 134 (27,8%) больных соответственно. Неудовлетворительные результаты были у 8 (1,65%). Таким образом, успех после оперативного лечения достигнут у 98,35% больных. Сравнение результатов лечения пациентов было проведено при помощи точного метода Фишера (с использованием двухсторонней значимости) и непараметрического непарного метода Манна-Уитни. Границей принятия решения о принятии/отклонении нулевой гипотезы для суждения о статистической значимости результатов была выбрана величина альфа, равная 0,05.

Ниже представлены основные результаты лечения в разрезе видов нестабильности и хирургических техник лечения по срокам после операции (табл. 1, 2).

Таблица 1 Результаты через 4 месяца после хирургического лечения

Методика хирургического лечения	Результаты лечения				Общее	Достигну тый
	отлич- ные	хорошие (2-я	удовле- творительн	неудов- летво-	коли- чество	уровень статистич

D. HWG	(1-я групп- па)	группа)	ые (3-я группа)	ритель- ные (4-я группа)	206	еской значимос ти
Реконструкция ПКС	93	115	175	13	396	
Реконструкция ПКС при стандартной методике	54	88	165	9	316	
Реконструкция ПКС при двойной феморальной фиксации	39	27	10	4	80	p < 0,0001
Реконструкция ЗКС при стандартной методике	2	3	8	6	19	
Реконструкция ЗКС при двойной феморальной фиксации	7	13	3	2	25	p = 0,005
Стабилизация надколенника (модифицированный шов Ямомото)	5	2	5	2	14	p = 0,002
Стабилизация надколенника (пластика MPFL)	16	11	0	1	28	
Общее количество хирургического лечения нестабильности коленного сустава	123	144	191	24	482	

 Таблица 2

 Результаты через 12 месяцев после хирургического лечения

		Результа		Достигну тый		
Методика хирургического лечения	отли- чные (1-я группа)	хорошие (2-я группа)	удовлетворительные (3-я группа)	неудо- влетво- ритель- ные (4-я группа)	Общее количеств о	уровень статистич еской значимос ти
Реконструкция ПКС	139	134	121	2	396	
Реконструкция ПКС при стандартной методике	80	118	116	2	316	p < 0,0001
Реконструкция ПКС при двойной феморальной	59	16	5	0	80	p < 0,0001

фиксации						
Реконструкция ЗКС при стандартной методике	8	3	5	3	19	p = 0,301 [статисти чески
Реконструкция ЗКС при двойной феморальной фиксации	11	9	4	1	25	значимых различий между результат ами лечения нет]
Стабилизация надколенника (модифицированный шов Ямомото)	6	3	4	1	14	p = 0,018
Стабилизация надколенника (пластика MPFL)	20	7	0	1	28	
Общее количество хирургического лечения нестабильности коленного сустава	184	156	134	8	482	

При этом очевидно, что во всех случаях, кроме результатов лечения ЗКС через 12 месяцев, достигнут статистически значимый результат в пользу позиционируемых методик хирургического лечения. Если же посмотреть на результаты в разрезе отдельной патологии и комбинаций способов оперативного лечения, то можно с уверенностью отметить следующие закономерности.

- 1. Если в ранних сроках (4 месяца) результаты двойной феморальной фиксации при реконструктивной пластике передней крестообразной связки мало отличаются от простого воспроизведения оригинальной методики, то через 12 месяцев становится совершенно ясно преимущество именно двойной феморальной фиксации.
- 2. При реконструктивной пластике задней крестообразной связки все неудовлетворительные результаты получены, когда двойная фиксация не использовалась.
- 3. Результаты при пластике медиальной поддерживающей связки надколенника (MPFL) отличались в положительную сторону в сравнении с использованием модифицированного шва по Ямомото при хирургическом лечении нестабильности вследствие нарушения равновесия надколенника.

Основные, на наш взгляд, причины неудовлетворительных результатов оперативного лечения при реконструктивной пластике связок коленного сустава следующие: погрешности операционных техник (в том числе ошибки хирурга в правильности выполнения методик операций); ошибки в предоперационном планировании (использование неадекватного

хирургического метода); позднее начало лечебной физкультуры и кинезиотерапии в послеоперационном периоде [10; 12; 14]; длительная иммобилизация сустава; ранняя нагрузка на сустав. Эти данные коррелируют с данными других авторов [18].

Осложнения хирургического лечения нестабильности коленного сустава были разделены на две группы: ранние послеоперационные (до 1 месяца) и поздние. К ранним осложнениям, случившимся в процессе лечения у наших пациентов, были отнесены:

- 1) тромбофлебит нижних конечностей (n=2);
- 2) нагноение гематомы в области послеоперационной раны (n=1);
- 3) миграция фиксатора, используемого для феморальной фиксации при пластике передней крестообразной связки (n=1).

Все ранние осложнения были купированы на стационарном и амбулаторном этапе, и в итоге через 12 месяцев был констатирован хороший результат лечения.

К поздним осложнениям были отнесены:

- 1) контрактуры коленного сустава различной степени выраженности (n=7);
- 2) гипотрофия мышц нижней конечности (n=4);
- 3) рецидив нестабильности коленного сустава (n=2) вследствие повторной травмы [9];
- 4) гипостезии и нарушения чувствительности в области послеоперационного рубца на голени (n=2).

Всего осложнения составили 2,7% от общего количества операций, что немного отличается от общемировых тенденций [15; 21]. Все они, безусловно, повлияли на результат лечения и потребовали в ряде случаев (рецидив нестабильности) повторной госпитализации, в других — мы предпочли индивидуальные курсы консервативного лечения в амбулаторных условиях.

Разрушение коленного сустава, возникающее при длительно текущей или комбинированной нестабильности коленного сустава, многообразно, и чем в более короткие сроки проводится соответствующее хирургическое лечение, тем с большей вероятностью можно рассчитывать не только на восстановление функции конечности, но также предупредить дальнейшее разрушение сустава, развитие посттравматического гонартроза и деформаций конечности [8; 16].

Предложенная нами возможность комбинации разных методик реконструкции связок коленного сустава и система двойной феморальной фиксации обеспечивает наилучшие результаты для конкретного пациента, заключающиеся в индивидуальном подходе к каждой операции. Это дает возможность как сократить сроки реабилитации, так и избежать осложнений, таких как рецидив нестабильности или контрактуры сустава. В настоящее

время имеется возможность выбора, что существенным образом сказывается на результатах лечения.

Выволы

Наш опыт применения хирургических методов лечения разных форм нестабильности коленного сустава свидетельствует о необходимости индивидуального подхода к каждой операции, заключающегося в использовании артроскопической техники в сочетании с использованием комбинации разных методик и имплантов для реконструкции связок коленного сустава. При этом в некоторых случаях, например при тяжелых формах комбинированной нестабильности коленного сустава вследствие одновременного повреждения передней и задней крестообразных связок или наличия переломов костей, образующих коленный сустав в сочетании с разрывами связочного аппарата, мы считаем, совершенно оправдан этапный подход к хирургическому лечению нестабильности коленного сустава. Предложенная нами двойная фиксация феморального компонента аутотрансплантата крестообразных связок заметно улучшает результаты лечения и позволяет при таком индивидуальном подходе добиться практически полного восстановления функции и одновременно стабильности коленного сустава, отдаляя на неопределенный срок развитие посттравматических гонартрозов и таких безальтернативных методов лечения, эндопротезирование сустава.

Такой подход, при одновременной минимизации осложнений, позволяет добиться наилучших результатов в комплексе диагностики и лечения больных с нестабильностью коленного сустава, предоставляя возможность выбирать только лучшее для пациента из используемых методик.

К преимуществам предложенной нами тактики хирургического лечения нестабильности коленного сустава относятся: минимальный риск развития рецидива нестабильности; возможность лечения сопутствующих повреждений; сведение к минимуму тяжести операционной травмы и риска инфекционных осложнений; возможность ранней функциональной реабилитации; сокращение сроков пребывания больных в стационаре и реабилитационного периода; минимальные кожный косметический дефект и нарушение кожной чувствительности.

Список литературы

1. Гиршин С.Г. Оперативное лечение повреждений коленного сустава в остром периоде травмы : автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.22 / II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова. - М., 1993. - 37 с.

- 2. Куляба Т.А., Новоселов К.А., Корнилов Н.Н. Диагностика и лечение повреждений менисков коленного сустава (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2002. № 1. С. 81-87.
- 3. Лазишвили Г.Д., Кузьменко В.В., Гиршин С.Г. и др. Раннее хирургическое лечение свежих наружных вывихов надколенника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. -1999. № 3. С. 16-21.
- 4. Миронов С.П., Орлецкий А.К., Ветрилэ В.С. Способ артроскопической фиксации крестообразных связок коленного сустава при их остром повреждении // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2001. № 3. С. 26-28.
- 5. Сименач Б.И., Бабуркина Е.П., Пустовойт Б.А. и др. Искусственная передняя крестообразная связка с переменным натяжением // Ортопед., травматол. 1998. № 3. С. 130-131.
- 6. Beard D.J. Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: A randomised controlled trial / D.J. Beard, J.L. Anderson, S. Davies et al. // Knee. 2001. № 8. P. 45-50.
- 7. Beynnon B.D. et al: The science of anterior cruciate ligament rehabilitation // Clin Orthop Related Res. 2002. 402:9.
- 8. Cascio B.M. et al: Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction // Clin Sports Med. -2004. -23(3):395.
- 9. Dunn W.R. et al: The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on the risk of knee reinjury // Am J Sports Med. 2004. 32(8):1906.
- 10. Heijne A., Axelsson K., Werner S., Biguet G. Rehabilitation and recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: patients' experiences // Scand J Med Sci Sports. 2008. Vol. 18, № 3. P. 325-335.
- 11. Heijne A.1, Hagströmer M., Werner S. A two- and five-year follow-up of clinical outcome after ACL reconstruction using BPTB or hamstring tendon grafts: a prospective intervention outcome study // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015. Mar; 23 (3):799-807. doi: 10.1007/s00167-013-2727-1.
- 12. Hollis J.M., Takai S., Adams D.J., Horibe S., Woo S.L. The effects of knee motion and external loading on the length of the anterior cruciate ligament (ACL): a kinematic study // J Biomech Eng. 1991. Vol. 113. P. 208–214.
- 13. Khan H.A., Ahad H., Sharma P., Bajaj P., Hassan N., Kamal Y. // Trauma Mon. 2015. Feb; 20 (1):e18635. doi: 10.5812/traumamon.18635. Epub 2015 Jan 7.

- 14. Krosshaug T., Slauterbeck J.R., Engebretsen L., Bahr R. Biomechanical analysis of anterior cruciate ligament injury mechanisms: three-dimensional motion reconstruction from video sequences // Scand J Med Sci Sports. 2007. Vol. 17. P. 508–519.
- 15. Krych A.J.1, Sousa P.L.1, Morgan J.A.1, Levy B.A.1, Stuart M.J.1, Dahm D.L.2 Incidence and Risk Factor Analysis of Symptomatic Venous Thromboembolism After Knee Arthroscopy // Arthroscopy. 2015. Jun 20. pii: S0749-8063(15)00409-0. doi: 10.1016/j.arthro.2015.04.091.
- 16. McDevitt E.R. et al: Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study // Am J Sports Med. 2004. 32 (8):1887.
- 17. Moitrel G1, Roumazeille T2, Arnould A2, Migaud H2, Putman S2, Ramdane N3, Pasquier G2: Does severity of femoral trochlear dysplasia affect outcome in patellofemoral instability treated by medial patellofemoral ligament reconstruction and anterior tibial tuberosity transfer? // Orthop Traumatol Surg Res. 2015. Sep 8. pii: S1877-0568(15)00180-2. doi: 10.1016/j.otsr.2015.06.020.
- 18. Lyman S1, Koulouvaris P, Sherman S, Do H, Mandl LA, Marx RG: Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery // J Bone Joint Surg Am. 2009. Oct; 91 (10):2321-8. doi: 10.2106/JBJS.H.00539.
- 19. Lysholm Knee Questionnaire / Tegner Activity Scale. URL: https://www.hss.edu/secure/files/WSMC-lysholm-tegner.pdf.
- 20. Sabat D1, Jain A2, Kumar V2: Displaced Posterior Cruciate Ligament Avulsion Fractures: A Retrospective Comparative Study Between Open Posterior Approach and Arthroscopic Single-Tunnel Suture Fixation // Arthroscopy. 2015. Aug 23. pii: S0749-8063(15)00525-3. doi: 10.1016/j.arthro.2015.06.014.
- 21. Salzler M.J.1, Lin A., Miller C.D., Herold S., Irrgang J.J., Harner C.D. Complications after arthroscopic knee surgery // Am J Sports Med. 2014. Feb; 42(2):292-6. doi: 10.1177/0363546513510677.
- 22. Tiefenboeck TM1, Thurmaier E1, Tiefenboeck MM2, Ostermann RC1, Joestl J1, Winnisch M1, Schurz M1, Hajdu S1, Hofbauer M3: Clinical and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction using the LARSTM system at a minimum follow-up of 10years // Knee. 2015. Jun 26. pii: S0968-0160(15)00131-3. doi: 10.1016/j.knee.2015.06.003.