

АРТРОСКОПИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

И.А. Кузнецов, Н.Н. Волоховский, А.В. Рыбин, М.В. Рябинин, Д.А. Шулёпов

*ФГУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России,
директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов
Санкт-Петербург*

Представлены основные принципы диагностики и оперативного лечения больных с повреждением задней крестообразной связки (ЗКС) коленного сустава. В период с 2006 по 2010 г. было пролечено 27 пациентов с повреждением ЗКС. Отдаленные результаты оценены у 10 больных, прооперированных в среднем через 6,1 лет после травмы, при этом средние сроки после оперативного вмешательства составили 3,3 года. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что артроскопическая реконструкция ЗКС при хронической задней нестабильности коленного сустава показана абсолютному большинству пациентов.

Ключевые слова: задняя крестообразная связка коленного сустава, травмы, артроскопическое лечение.

ARTHROSCOPIC RECONSTRUCTION OF THE KNEE POSTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

I.A. Kuznetsov, N.N. Volokhovsky, A.V. Rybin, M.V. Ryabinin, D.A. Shulepov

In this article there were published diagnostic and surgery principles and the clinical results of arthroscopic single bundle posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction in patients with chronic PCL instability not responding to conservative treatment. There were treated 27 patients with PCL instability since 2006 till 2010. 10 of 27 patients were available for follow-up with an average elapsed time of 6,1 years between onset of injury and surgery and an average duration of 1,8 years between reconstruction and evaluation. Although there still is some controversy on the indication for treatment of PCL injury, we conclude on the basis of our findings that arthroscopic reconstruction of symptomatic chronic PCL instability can be greatly beneficial.

Key words: knee posterior cruciate ligament, injury, arthroscopic treatment.

Введение

Повреждения связочного аппарата в структуре травматической патологии коленного сустава занимают по частоте второе место после патологии менисков (до 52%). В то же время изолированные и сочетанные повреждения задней крестообразной связки (ЗКС) по сравнению в передней крестообразной выявляются достаточно редко и составляют 3,3–6,5% от всех острых травм коленного сустава [3, 6]. При этом изолированное повреждение ЗКС встречается в 40–47% случаев [2, 14].

Возникающая нестабильность приводит к перенапряжению анатомических структур коленного сустава, нарушению биомеханики, конгруэнтности суставных поверхностей, возникновению импиджмент-синдрома, что, в свою очередь, ведет к развитию хронических дегенеративно-дистрофических процессов с вовлечением первоначально неизмененных элементов сустава с достаточно быстрым исходом в артроз, приводящему к ограничению физической

активности, снижению трудоспособности и в конечном итоге – инвалидности.

Проблема диагностики и лечения повреждений ЗКС остается актуальной как в медицинском, так и в социальном плане [11, 12]. Тактика преимущественно консервативного лечения изолированных повреждений ЗКС была общепринятой до последнего времени [4, 9, 17]. E.L. Trickey в 1980 г., назвав ЗКС «the central pivot point of the knee», рекомендовал раннее хирургическое лечение ее повреждений [17]. D.J. Dandy и R.J. Pusey, изучив 20 пациентов с разрывами ЗКС, получавших консервативное лечение в течение 7 лет, обнаружили у 14 из них болевой синдром во время ходьбы [4]. P.M. Keller с соавторами изучил 40 пациентов с изолированными повреждениями ЗКС, пролеченных консервативно в среднем через 6 лет с момента травмы: 90% продолжали испытывать боли, а 65% пациентов отметили, что их уровень активности был ограничен, несмотря на хорошую мышечную силу. Более того, 65%

пациентов имели рентгенологические признаки дегенеративных изменений, усиливающиеся с увеличением времени после травмы [9]. Эти исследования являются веским аргументом в пользу раннего оперативного лечения поврежденных ЗКС [17].

В настоящее время для оперативного лечения разрывов ЗКС общепризнанной является артроскопическая пластика с применением алло- и ауто трансплантатов. Существует достаточно большое количество публикаций, в которых авторы сравнивают результаты пластики ЗКС с применением различных методик. Большинство из них приходит к заключению об отсутствии достоверно значимых различий в результатах лечения [8, 10, 15, 18]. В настоящее время алло- и ауто пластика ЗКС с созданием костных туннелей (bone tunnels) лидирует по частоте применения – около 71%, в то время как техника «in-lay» является более молодой и на нее приходится 29% [1].

Коротко отметим технические особенности при реконструкции ЗКС методом «in-lay». Данный метод предполагает использование трансплантата с костным блоком (фрагментом) хотя бы на одном конце. В качестве материала чаще всего используется ауто тран-

сплантат, заготавливающийся из собственной связки надколенника (рис. 1). Применяется открытый доступ в подколенной области к месту прикрепления ЗКС на большеберцовой кости (рис. 2). В задней межмышцелковой ямке костный фрагмент трансплантата фиксируется винтом (рис. 3), туннель же в бедренной кости формируется аналогично методике пластики ЗКС с созданием костных туннелей, описанной подробно в соответствующем разделе статьи. Фиксация в бедренной кости осуществляется с использованием биоинтерферентного винта (рис. 4).

Анатомия ЗКС. ЗКС прикрепляется к латеральной поверхности медиального мыщелка бедренной кости, начинаясь с межмышцелковой области. Прикрепление имеет форму веера и по своим размерам превосходит бедренную область прикрепления передней крестообразной связки (ПКС) (рис. 5).

Прикрепление ЗКС к большеберцовой кости локализуется в области задней ямки межмышцелкового возвышения и распространяется на заднюю поверхность проксимального отдела большеберцовой кости. ЗКС имеет схожее с ПКС двухпучковое строение, т. е. состоит из переднелатерального и заднемедиального пучков.



Рис. 1. Заготовка трансплантата из средней порции собственной связки надколенника



Рис. 2. Хирургический доступ в подколенной области



Рис. 3. Фиксация ауто трансплантата спонгиозным винтом в область задней межмышцелковой ямки

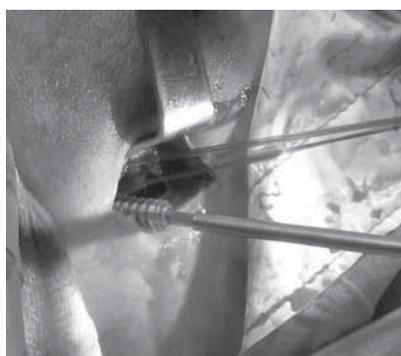


Рис. 4. Фиксация трансплантата в бедренном туннеле интерферентным винтом

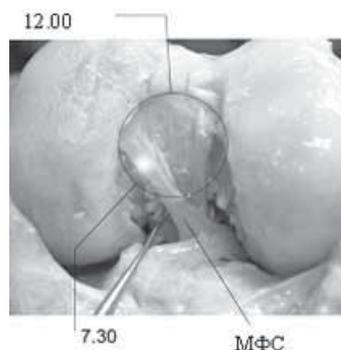


Рис. 5. Анатомический препарат ЗКС. Место прикрепления к бедренной кости располагается веерообразно с 7.30 до 12.30 часов. МФС – мениско-феморальная связка

ЗКС является основным стабилизатором, который противодействует заднему смещению голени, а также контролирует ротационные движения, переразгибание в суставе. В разогнутом положении значимо, наряду с ПКС, ограничивает приведение и отведение голени. ЗКС полностью покрыта синовиальной оболочкой, за исключением дорзальной ее части. В толще синовиальной оболочки проходят питающие ее сосуды и нервные волокна.

Иннервация ЗКС осуществляется ветвями большеберцового нерва, которые проходят через заднюю часть капсулы сустава. Они обеспечивают проприоцептивную и вазомоторную функции, а также чувствительность. Кровоснабжение ЗКС получает преимущественно из бассейна срединной артерии коленного сустава.

Диагностика повреждения ЗКС. В большинстве случаев клиническая диагностика повреждения не вызывает затруднений. Предшествующая травма чаще всего носит высокоэнергетический характер. Типичный механизм травмы – удар областью коленного сустава в положении сгибания о приборную панель автомобиля при дорожно-транспортном происшествии. Также травмы бывают получены при падении с мотоцикла и вследствие спортивных травм, особенно часто – при занятии различными видами единоборств и горнолыжным спортом.

Следует выделить основные клинические симптомы, характерные для повреждения ЗКС. При застарелой травме задней крестообразной связки жалобы пациента в основном сводятся к ощущению неустойчивости в травмированном суставе. Пациенты испытывают эпизодические боли, чаще при нагрузке, которые могут варьировать в значительных пределах. Визуально при осмотре пациента нередко можно выявить симптом «провисания голени» (рис. 6). При клиническом обследовании патогномичными являются симптом заднего выдвигающего ящика и тест Лахмана. При этом симптом заднего выдвигающего ящика может иметь 3 степени по величине смещения голени кзади (рис. 7).

При обследовании следует оценить наличие гиперэкстензии в коленном суставе (рекурвация голени), нередко при пассивном сгибании в коленном суставе можно отметить крепитацию в пателло-феморальном отделе.

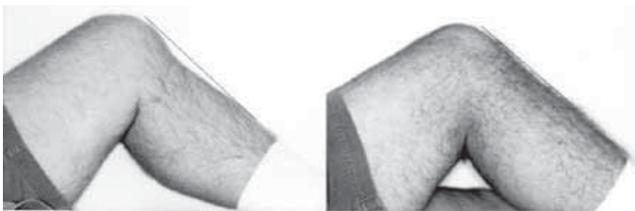


Рис. 6. Симптом «провисания голени»

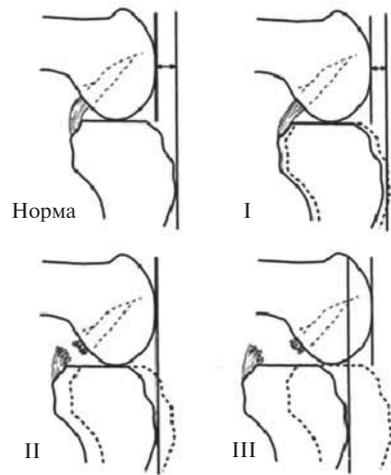


Рис. 7. Три степени выраженности задней нестабильности коленного сустава

Для верификации повреждения ЗКС наиболее информативным является МРТ. На сагиттальных срезах МРТ ЗКС хорошо визуализируется. При наличии ее повреждения можно отметить нарушение регулярности волокон связки (рис. 8). Обнаружение S-образной формы заднего края связки может свидетельствовать об отрыве последней от места прикрепления к большеберцовой кости. Также на снимках можно увидеть нарушение взаимоотношения бедренной и большеберцовой кости в виде смещения последней кзади.



Рис. 8. Вид ЗКС, поврежденной на протяжении

Оперативное лечение повреждений ЗКС. В отделении спортивной травматологии и реабилитации РНИИТО им. Р.Р. Вредена для оперативного восстановления порванной ЗКС применяется артроскопическая аллопластика сдвоенным сухожильным трансплантатом с формированием костных тоннелей и техника «in-lay». Эти методы позволяют восстановить переднелатераль-

ный, наиболее важный в функциональном плане пучок ЗКС и добиться хороших функциональных и клинических результатов [7].

У 27 прооперированных пациентов в качестве трансплантата использовалось аллосухожилие длинной малоберцовой (в 15 случаях) или задней большеберцовой мышц (в 9 случаях). В трех случаях использовалось двойное аллосухожилие сгибателя/разгибателя I пальца стопы. В двух ревизионных операциях применена техника «in-lay».

Оценка состояния ЗКС вышеописанными клиническими тестами проводилась также до начала вмешательства на операционном столе под спинномозговой анестезией или общим наркозом. Началу реконструктивного этапа операции предшествовала диагностическая артроскопия. Оценивалось общее состояние сустава, наличие патологии менисков, гиалинового хряща, ПКС и ЗКС. При наличии их повреждения использовались соответствующие оперативные приемы.

Чтобы облегчить визуализацию места прикрепления ЗКС к большеберцовой кости и для исключения повреждения подколенного сосудисто-нервного пучка формировался дополнительный заднемедиальный доступ, через который могли проводиться инструменты или оптика. После проведения ревизии межмышечного пространства при помощи выкусывателей, шейвера и вапуаризатора удалялась культия ЗКС (рис. 9).

Костные тоннели проводились с использованием набора направителей. Для формирования большеберцового тоннеля производился разрез кожи и мягких тканей медиальнее бугристости большеберцовой кости, сходный с таковым при пластике ПКС. Крючок большеберцового направителя проводился за задний край плато большеберцовой кости в проекции задней ямки так, чтобы последний находился у отметки «15» крючка (рис. 10).

Подвижная втулка направителя ориентирована таким образом, что при проведении спицы ее острый конец упирается в крючок направителя. Тем самым удается избежать потенциальных осложнений, связанных с повреждением подколенного сосудисто-нервного пучка. С этой же целью при рассверливании большеберцового тоннеля канюлированным сверлом после извлечения направителя острие спицы прикрывается специальным защитником.

Для проведения бедренного тоннеля требовался дополнительный доступ проксимальнее медиального надмыщелка бедренной кости. Для минимизации операционной травмы разрез осуществлялся дорзальнее *m. vastus medialis*. После установки бедренного направителя спица проводилась снаружи-внутри (ретроградно), т. е. из указанного доступа в коленный сустав (рис. 11).

Диаметр костных тоннелей обычно соответствовал диаметру подготовленного аллотрансплантата и составлял 8 мм. Предварительно подготовленный ассистентом аллотрансплантат проводился в сформированные тоннели также ретроградно (рис. 12).

Трансплантат фиксировался в бедренной кости интерферентным биодеградирующим винтом. После сгибания в коленном суставе в 90° и выведения голени из заднего подвывиха проводилась фиксация в аллотрансплантата в большеберцовом тоннеле (также с использованием биодеградирующего винта). После осуществления фиксации оценивалась стабильность коленного сустава при помощи клинических тестов. Артроскопически определялись биомеханика и тонус трансплантата (рис. 13).

Операция заканчивалась наложением ортопедического тьютора на срок от 4 до 6 недель. Пациентам рекомендовалось пользование костылями.

Клинический материал. За период с января 2005 г. по май 2010 г. в отделении спортивной травматологии и реабилитации 606 пациентам с повреждениями связочного аппарата коленного сустава проведены артроскопические реконструктивные оперативные вмешательства. При этом доля пациентов с повреждением ПКС значительно превышала долю пациентов с повреждениями ЗКС и составила 579 человек (95,54%). Из них аллопластика ПКС была выполнена у 48% пациентов, аутопластика – у 52%.

Количество пациентов с повреждением ЗКС составило 27 человек (4,46%). Абсолютное большинство больных – лица молодого возраста (более 70% – младше 40 лет), при этом все пациенты были моложе 50 лет, а средний возраст в группе составил 33,2 года (табл. 1). Среди пациентов преобладали лица мужского пола (62,97%).

Таблица 1

**Распределение пациентов
в исследуемой группе по возрасту**

Возраст, лет	Количество	%
<20	2	7,5
20–29	8	29,6
30–39	9	33,3
40–49	8	29,6

Причиной повреждения ЗКС в большинстве случаев являлись дорожно-транспортные происшествия (59,3%), на втором месте – спортивная травма (18,5%), значительно реже – бытовая (11,1%) и кататравма (3,7%). Данное распределение наглядно показывает, что одним из необходимых условий для разрыва ЗКС является высокоэнергетическая травма.

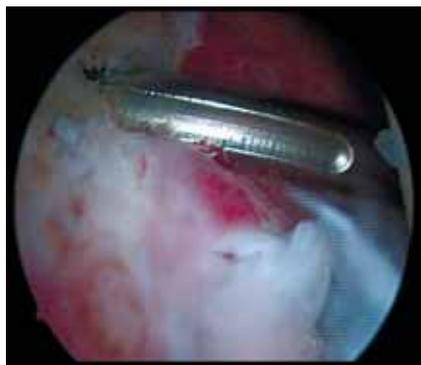


Рис. 9. Артроскопическая картина поврежденной ЗКС. Инструмент введен через дополнительный заднемедиальный доступ



Рис. 10. Установка большеберцового направителя в область задней межмыщелковой ямки



Рис. 11. Формирование бедренного тоннеля

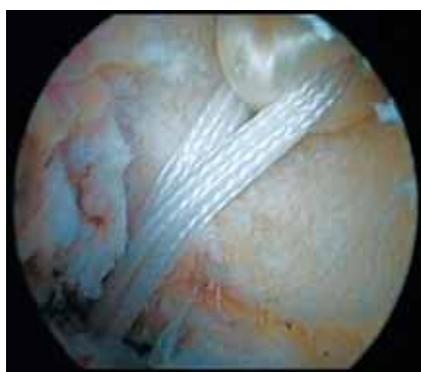


Рис. 12. Проведение трансплантата



Рис. 13. Проведенный и фиксированный аллотрансплантат

В свою очередь наличие в анамнезе такой травмы отражается на характере сопутствующих повреждений капсуло-связочного аппарата коленного сустава. В наших наблюдениях (табл. 2) изолированное повреждение ЗКС встречалось достаточно редко (18,5%). В большинстве же случаев разрыв этой структуры сочетался с частичными или полными разрывами одной (33,3%) или двух (14,6%) связок коленного сустава. Поскольку абсолютное большинство наших пациентов поступило с застарелой травмой, среди сопутствующих патологий нередко встречались и повреждения хряща: от хондромалиции (14,8%), до явлений деформирующего артроза (18,5%).

Отдельного внимания заслуживает случай, когда причиной задней нестабильности являлось не повреждение ЗКС, а неправильно сросшийся перелом заднего края большеберцовой кости и, как следствие, атипичное расположение структурно целой ЗКС.

Из 27 пациентов, которым была выполнена артроскопическая реконструкция ЗКС в 2006–2010 гг., отдаленные результаты были оценены у 10 пациентов. Для оценки функции коленного сустава использовался протокол IKDC. Выраженность болевого синдрома

оценивалась при помощи визуальной аналоговой шкалы (VAS). Статистический анализ был выполнен с использованием Т-критерия Вилкоксона и двустороннего теста на корреляцию. Минимальный уровень достоверности был установлен при $P < 0,05$.

Таблица 2

Частота сочетания разрыва ЗКС с другими травмами и заболеваниями коленного сустава

Сопутствующие повреждения	Кол-во	%
Изолированное повреждение ЗКС	5	18,5
ЗКС + мениск	1	3,7
ЗКС + хондромалиция (ХМ)	2	7,4
ЗКС + ХМ + мениск	2	7,4
ЗКС + деформирующий артроз (ДА)	2	7,4
ЗКС + ДА + ПКС	3	11,1
ЗКС + ПКС	5	18,5
ЗКС + одна из коллатеральных связок	1	3,7
ЗКС + ПКС и одна из коллатеральных связок	3	11,1
ЗКС + обе коллатеральные связки	1	3,7
Зкс + ПКС или одна из коллатеральных связок + мениск	2	7,4

Наше исследование показало, что отдаленный результат лечения не зависел от таких факторов, как возраст, пол и механизм травмы. Исследуемая группа составила 7 мужчин и 3 женщин со средним возрастом 35 лет (от 21 до 49 лет). Среднее время, прошедшее с момента травмы до оперативного вмешательства, составило 6,1 года (от 3 месяцев до 11 лет). Травма произошла во время занятий спортом в двух случаях, в четырех – вследствие ДТП и в четырех – в результате несчастных случаев. Пациенты были оценены в среднем через 1,8 лет после операции (диапазон 1–3 лет).

Перед реконструкцией все пациенты имели клиническую картину хронической задней нестабильности коленного сустава.

При оценке отдаленного результата только у одного пациента отмечен дефицит сгибания в коленном суставе (до 200) по сравнению со здоровым суставом. Симптом «заднего выдвигающего ящика» – смещение более 10 мм не отмечалось ни у одного пациента, 6–10 мм – у одного, менее 6 мм – у 9 пациентов. При этом не выявлено статистически достоверной корреляции между выраженностью этого симптома и субъективной оценкой и выраженностью болевого синдрома.

У четырех пациентов при обследовании были выявлены признаки передней нестабильности различной степени выраженности. У двоих из них артроскопически было выявлено снижение тонуса ПКС, у одного – частичное повреждение ПКС, другому ранее была выполнена аллопластика ПКС.

В момент оценки до оперативного вмешательства средний балл по опроснику IKDC составил 44,95 баллов, а при оценке отдаленного результата – 74,71 балл ($p < 0,05$). При оценке болевого синдрома до операции выраженные боли (более 5 по десятибалльной шкале VAS) беспокоили 60% пациентов, при этом в большинстве случаев пациенты затруднялись указать локализацию боли в каком-либо определенном отделе коленного сустава. Средний балл по VAS до операции составил 6,2 балла. В отдаленном периоде болевой синдром с балльной оценкой более 5,0 беспокоил трех пациентов. При этом в двух из трех случаев у пациентов имелись признаки передней нестабильности и боли отмечались также в переднем отделе коленного сустава. Средний балл по VAS в отдаленном периоде составил 3,0 балла. В одном случае из-за развившейся в отдаленном периоде задней нестабильности была выполнена ревизионная аллопластика ЗКС с хорошим отдаленным результатом.

Заключительный результат оценки по протоколу IKDC: были отнесены к группе А (хороший

результат) 5 (50 %) пациентов, к группе В (близкий к хорошему результат) – 3 (30 %), к группе С (удовлетворительный результат) – 1 (10 %) и к группе D (неудовлетворительный результат) также 1 (10%) пациент. Большинство больных отметило, что повседневная активность не ограничивалась из-за болей или отека оперированного сустава. При этом у пациентов, отмечавших возникновение болевого синдрома, последний был четко связан с повышенной физической нагрузкой. В целом, большинство пациентов было полностью удовлетворено результатом лечения.

Выводы

В последнее время появился ряд публикаций, в которых авторы демонстрируют положительные отдаленные результаты оперативного лечения повреждений ЗКС. Учитывая публикации других авторов и руководствуясь собственными наблюдениями, несмотря на то, что все еще наблюдается некоторое противоречие во взглядах на оперативное лечение ЗКС, мы считаем оправданным применение реконструктивного оперативного вмешательства. Учитывая положительные отдаленные результаты оперативного лечения, уменьшение, а часто и исчезновение болевого синдрома, а также удовлетворенность большинства пациентов функцией оперированной конечности, мы приходим к выводу, что артроскопическая реконструкция ЗКС при хронической задней нестабильности коленного сустава показана абсолютному большинству пациентов.

Литература

1. Campbell, R.B. Arthroscopic tibial inlay for posterior cruciate ligament reconstruction / R.B. Campbell, S.S. Jordan, J.K. Sekiya // *Arthroscopy*. – 2007 – Vol. 23. – P. 1356.e1-1356.e4
2. Clancy, W.G. Jr. Combined posterior cruciate ligament injuries / W.G. Clancy Jr., T.B. Sutherland // *Clin. Sports Med.* – 1994. – Vol. 13, N 3. – P. 629–647.
3. Clendenin, M.B. Interstitial tears of the posterior cruciate ligament of the knee / M.B. Clendenin, J.C. DeLee, J.D. Heckman // *Orthopedics*. – 1980. – Vol. 3. – P. 764–772.
4. Dandy, D.J. The long term results of unrepaired tears of the posterior cruciate ligament / D.J. Dandy, R.J. Pusey // *J. Bone Joint Surg.* – 1982. – Vol. 64-B. – P. 92–94.
5. Fanelli, G.C. Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients / G.C. Fanelli // *Arthroscopy*. – 1993. – Vol. 9. – P. 291–294.
6. Fanelli, G.C. The posterior cruciate ligament arthroscopic evaluation and treatment / G.C. Fanelli, B.F. Giannotti, C.J. Edson // *Arthroscopy*. – 1994. – Vol. 10, N 6. – P. 673–688.
7. Fanelli, G.C. Posterior cruciate ligament injuries. A practical guide to management / G.C. Fanelli. – New York : Springer, 2001. – 319 p.

8. Houe, T. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction: one- vs. two-tunnel technique / T. Houe, U. Jorgensen // *Scand J. Med Sci Sports*. – 2004. – Vol. 14. – P. 107–111.
9. Keller, P.M. Nonoperatively treated isolated posterior cruciate ligament injuries / P.M. Keller, K.D. Shelbourne, J.R. McCarroll, A.C. Rettig // *Am. J. Sports Med.* – 1993. – Vol. 12. – P. 132–136.
10. MacGillivray, J.D. Comparison of tibial inlay versus transtibial techniques for isolated posterior cruciate ligament reconstruction: minimum 2-year follow-up / J.D. MacGillivray [et al.] // *Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 22. – P. 320–328.
11. Mc Keon, B.P. *Knee arthroscopy* / B.P. Mc Keon, J.V. Bono, J.C. Richmond. – N.Y.: Springer, 2009. – 202 p.
12. McAllister, D.R. Diagnosis and treatment of posterior cruciate ligament injuries / D.R. McAllister, F.A. Petrigliano // *Current Sports Medicine Reports*. – 2007. – Vol. 6. – P. 293–299.
13. Parolie, J.M. Long term results of nonoperative treatment of isolated posterior cruciate ligament injuries in the athlete / J.M. Parolie, J.A. Bergfeld // *Am. J. Sports Med.* – 1986. – Vol. 14. – P. 35–38.
14. Schulz, M.S. Epidemiology of posterior cruciate ligament injuries / M.S. Schulz // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2003. – Vol. 123. – P. 186–191.
15. Seon, J.K. Reconstruction of isolated posterior cruciate ligament injuries: a clinical comparison of the transtibial and tibial inlay techniques / J.K. Seon, E.K. Song // *Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 22. – P. 27–32.
16. Torg, J.S. Natural history of the posterior cruciate deficient knee / J.S. Torg, J.M. Barton // *Clin. Orthop.* – 1989. – N 24. – P. 208–216.
17. Trickey, E.L. Injuries to the posterior cruciate ligament / E.L. Trickey // *Clin. Orthop.* – 1980. – N 147. – P. 76–81.
18. Wang, C.J. Arthroscopic single- versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions using hamstring autograft / C.J. Wang, L.H. Weng, C.C. Hsu, Y.S. Chan // *Injury*. – 2004. – Vol. 35. – P. 1293–1299.
19. Willems, W.J. Mid-term results of arthroscopic reconstruction in chronic posterior cruciate ligament instability / W.J. Willems, J.M.G.T. Jenner, C.P. van der Hart // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2006. – Vol. 14. – P. 848–853.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кузнецов Игорь Александрович – д.м.н. профессор заведующий научным отделением спортивной травматологии и реабилитации РНИИТО им. Р.Р. Вредена;

Волоховский Николай Николаевич – к.м.н. заведующий отделением № 21 РНИИТО им. Р.Р. Вредена;

Рыбин Александр Владимирович – к.м.н. младший научный сотрудник отделения спортивной травматологии и реабилитации РНИИТО им. Р.Р. Вредена;

Рябинин Михаил Владимирович – к.м.н. врач травматолог-ортопед отделения № 21 РНИИТО им. Р.Р. Вредена;

Шулепов Дмитрий Александрович – клинический ординатор РНИИТО им. Р.Р. Вредена

E-mail: shulepov@front.ru.