Сравнительный анализ результатов стандартной артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава и реконструкции ее с использованием компьютерной навигации

М.П. ЛИСИЦЫН, А.М. ЗАРЕМУК

Comparative analysis of standard anterior cruciate ligament arthroscopic reconstruction and anterior cruciate ligament arthroscopic reconstruction with the use of computer navigation

M.P. LISITSYN, A.M. ZAREMUK

Кафедра эндоскопической хирургии ФПДО МГМСУ

Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава (КС) — широко распространенная в нашей стране и за рубежом операция. Пациенты, подвергающиеся таким операциям, как правило, относятся к группе лиц молодого, трудоспособного возраста с высокой степенью физической активности. Проведен сравнительный анализ результатов хирургического восстановления ПКС КС у 390 пациентов с применением стандартных артроскопических методик и компьютерной навигации. Использованы широко распространенные оценочные шкалы результатов хирургического лечения. Исследование позволило выявить значительное улучшение клинических показателей у оперированных пациентов при использовании навигационной компьютерной системы OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС перед стандартной артроскопической реконструкцией ПКС КС.

Ключевые слова: артроскопия, аутопластика передней крестообразной связки коленного сустава, компьютерная навигация.

Arthroscopic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is a common procedure in our country and abroad as well. Patients undergoing such surgery are as a rule young people of working age with a high degree of physical activity. Comparative analysis of the results of ACL surgical reconstruction in 390 patients using standard arthroscopic techniques and computer navigation was carried out. Widely used rating scales of surgical treatment results were applied. The study shows significant clinical improvement in patients operated on with the use of computer navigation OrthoPilot, B. Braun — Aesculap, FRG, ACL1.2 program version for ACL autoplasty in comparison with the standard arthroscopic ACL reconstruction.

Key words: arthroscopy, anterior cruciate ligament autoplasty, computer navigation.

Современные методики хирургического замещения (протезирования) передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава (КС) основаны на использовании механического специального хирургического инструментария без точной привязки к индивидуальной анатомии пациента при определении расположения большеберцового и бедренного каналов трансплантата. Это в 20—80% случаев является «вынужденной» ошибкой хирурга, которая приводит к нарушению изометрии, разрушению трансплантата ПКС и рецидиву нестабильности КС [1—4].

Содружество инженеров, программистов и врачей позволило разработать компьютерные программы и технологии, с помощью которых стали возможными компьютерное слежение, считывание и получение трехмерного изображения различных анатомических частей человеческого скелета. Так называемая компьютерная навигация позволила выполнять операции на головном и спинном мозге, позвоночнике, трубчатых костях и суставах. Отдельный раздел в компьютерной навигации хирургии КС представляет пластика ПКС, что связано с высокой вариабельностью расположения и анатомии костных и мягкотканых внутри- и внесуставных образований КС. Это в свою очередь вызывает серьезные трудности в создании компьютерных программ навигации. Несмотря на то что современные компьютерные навигационные установки и программное обеспечение еще далеки от совершенства, они помогают хирургу во время операции приблизиться к созданию изометрически располагаемых в полости сустава трансплантатов ПКС [5, 6].

© М.П. Лисицын, А.М. Заремук, 2011

Endosk Hir 2011; 6: 24

e-mail: lissitsyn@rambler.ru
e-mail: adamzaremuk@mail.ru

Материал и методы

Отобраны пациенты, которым выполнена аутопластика ПКС в период 1996—2006 гг. и оперированные нами на базах ГУН ЦИТО им. Н.Н. Приорова, ГМЦ №1 МЗ РФ и НМХЦ им. Н.И. Пирогова. В исследование были включены 390 пациентов с повреждениями ПКС КС — 98 женщин и 292 мужчины, возраст которых колебался от 15 до 57 лет, в среднем составил 29,9 года.

Пациенты были условно разделены на 2 группы. В 1-ю группу вошли 169 пациентов, у которых при выполнении операции аутопластики ПКС навигационная компьютерная система не использовалась. Во 2-ю группу были включены 211 пациентов, которым была произведена аутопластика ПКС с применением навигационной компьютерной системы (НКС).

Обе группы оказались сходными по составу и, что наиболее важно, все пациенты обеих групп были в активном трудовом возрасте и с высокой спортивной активностью. Время от момента получения травмы КС до операции составляло от нескольких дней до 11 лет. При этом с острой травмой КС (до 3 мес) было 113 (29%) больных, с хроническим заболеванием КС — 297 (71%). Процент пациентов с острой травмой КС, обратившихся за хирургической помощью, был выше во 2-й группе.

В процессе выполнения работы за основу была взята ранее разработанная в отделении спортивной и балетной травмы ЦНИИТО им. Н.Н. Приорова программа диагностики, лечения и оценки полученных результатов у пациентов с патологией капсульно-связочного аппарата КС [7]. Используя эту базу данных, мы определяли результат лечения каждого конкретного пациента и обеих групп больных. Результаты лечения оценивали через 12—24 и 36 мес после операции. Кроме того, использовали международную форму диагностики и оценки результатов хирургии КС International Knee surgery Documentation Committee (IKDC) образца 1995 г. [8].

В 1-й группе острая травма ПКС была лишь у 27 (23,9%) пациентов, у остальных 142 (76,1%) имелась хроническая нестабильность КС.

Проводя клиническое обследование пациентов 1-й группы с подозрением на повреждение ПКС, мы стандартно выполняли тестирование КС по вышеуказанным программам. Однако при патологии ПКС в острой стадии травмы КС (27 пациентов) можно было выполнить лишь несколько клинических тестов, которые давали нам полезную информацию: тест «переднего выдвижного ящика» — у 3, тест Lachman — у 19, тест Pivot shift — у 4, вальгус-тест — у 13, тест McMurray — у 9, тест инфильтрации суставной щели — у 21.

Приведенные данные отражают небольшое значение тестов «переднего выдвижного ящика» и Pivot shift у пациентов с острой травмой КС, что связано с наличием болевого синдрома и рефлекторной мышечной защитой КС.

Традиционную рентгенографию КС выполняли всем пациентам с острой и хронической травмой КС. Однако это исследование нам не помогло выявить повреждение ПКС. Мы могли лишь констатировать явления деформирующего артроза 1—2-й степени.

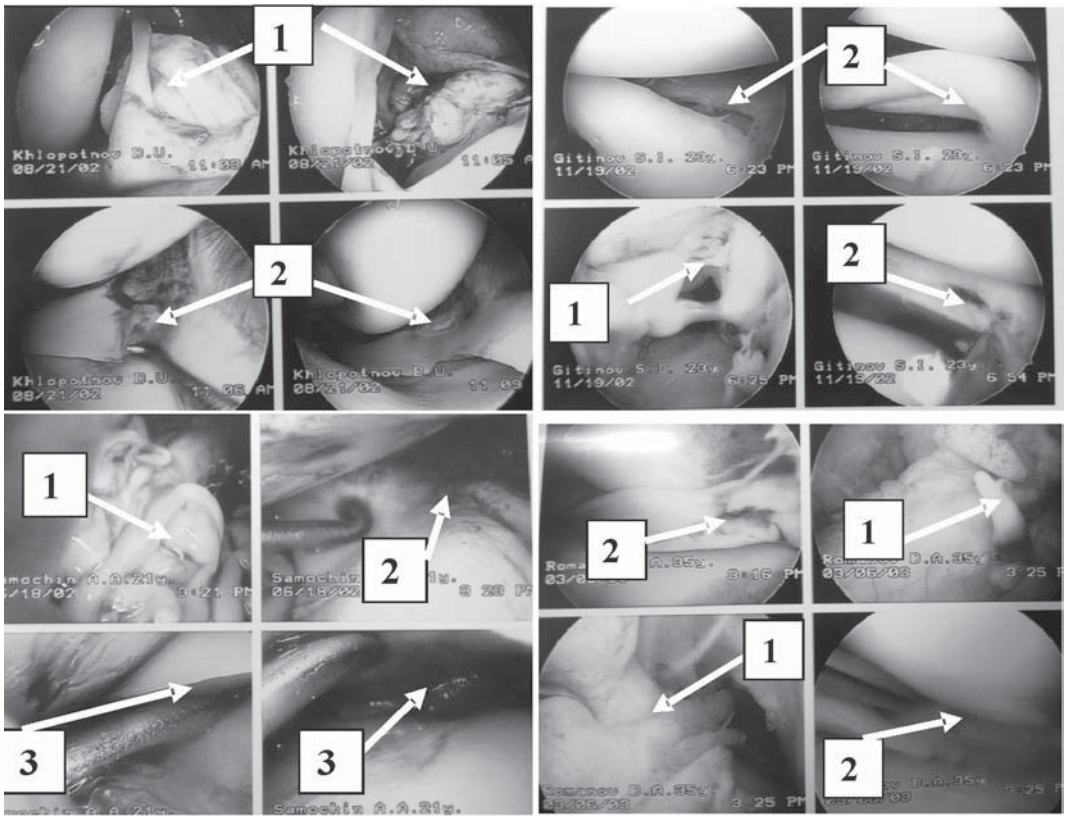
В период 1996—2002 гг. пациенты, обратившиеся в клинику, подвергались обследованию по вышеприведенным программам для определения необходимости хирургического лечения по поводу повреждения связочного аппарата КС и только у 20 (12%) пациентов 1-й группы имелись данные магнитно-резонансной томографии до хирургического лечения.

УЗИ КС не оправдало наших надежд на четкие признаки повреждения ПКС сустава. УЗИ давало объективные данные лишь в остром периоде травмы КС при повреждении коллатеральных связок, капсулы или наличии кисты Беккера. Однако из-за выпота в суставе внутрисуставные структуры оказывались недоступными для получения достоверной ультразвуковой диагностики, особенно при повреждении ПКС.

Артроскопия у пациентов 1-й группы по сравнению с пациентами 2-й группы носила более определяющий характер, так как диагностический этап артроскопии позволял окончательно поставить диагноз повреждения ПКС, особенно в случаях острой травмы КС.

В период 1996—2003 гг. (ГУН ЦИТО и ГМЦ №1 МЗРФ) для аутопластики ПКС мы использовали специальные механические наборы инструментов отечественного изготовления и иностранного производства. Наборы механических инструментов позволяли выполнять пластику ПКС с использованием метрической и градусной шкал, нанесенных на различные инструменты. В качестве пластического материала для замещения поврежденной ПКС мы использовали только аутопластические материалы. Таковыми были средняя треть связки надколенника с двумя костными блоками и четырех-, а иногда и пятипучковый трансплантат их сухожильных частей полусухожильной и нежной мышц на пораженной стороне.

У 150 пациентов 1-й группы была выполнена аутопластика ПКС с использованием в качестве трансплантата связки надколенника с двумя костными блоками. У 19 пациентов в качестве трансплантата ПКС мы использовали сухожилия полусухожильной и нежной мышц на пораженной стороне. Для формирования оси большеберцового и бедренного костных каналов мы ориентировались на 5 критериев: передняя поверхность задней крестообразной связки, внутренний скат межмыщелковых бугорков большеберцовой кости, «крыша» межмыщелковой



Артроскопическое изображение (стрелки) острых повреждений ПКС (1), менисков (2), внутренней боковой связки коленного сустава (3).

вырезки и внутренняя поверхность наружного мыщелка бедра, положение бедренного направителя в диапазоне 13.00—13.30 для левого и 22.30—23.00 для правого RC. Для проверки изометрии трансплантата последний натягивали, пальцы хирурга располагались у выхода тибиального канала, а ассистент производил сгибательно-разгибательные движения в КС. При этих движениях хирург ощущал отсутствие или наличие смещения трансплантата либо увеличение его напряжения. Эти ощущения позволяли предположить правильность изометрического расположения трансплантата в костных каналах.

Во 2-ю группу был включен 221 пациент, оперированный в период 2003—2006 гг. на базе ГМЦ №1 МЗ РФ, НМХЦ им Н.И. Пирогова, отделения ортопедии с применением НКС OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС. В этой группе было 67 (30,4%) женщин и 154 (69,6%) мужчины в возрасте от 15 до 57 лет (средний 29,3 года).

Острая травма КС среди пациентов 2-й группы отмечалась у 86 (40,7%), хроническая и рецидивная нестабильность КС — у 125 (59,3%). Механизм травмы КС был сходен с механизмом травмы у пациентов 1-й группы. Можно отметить лишь возрастание доли до 47,8% с горнолыжной травмой КС у 100 пациентов (сгибание + ротация + вальгус/варус). Клиническое и специальное обследование пациентов 2-й группы проводили по программам аналогично обследованию пациентов 1-й группы. Пациентам 2-й группы выполняли также только артроскопические операции аутопластики ПКС (см. рисунок).

В случаях острой травмы КС при диагностической артроскопии выявляли патологию не только ПКС, но и острые и подострые случаи повреждения менисков, внутренней боковой связки, капсулы КС: ПКС изолированный — 34, ПКС+ВМ — 112, ПКС+НМ — 20, ПКС+ВМ+НМ+хондромаляция[1] — 12, ПКС+ хондромаляция — 19, ПКС+ВБС+ВМ+ хондромаляция — 7, ПКС+ВБС+НМ — 1, ПКС+НБС+ хондромаляция — 1, ПКС+ЗКС+ хондромаляция — 1, ПКС+ЗКС+ВМ+ хондромаляция — 1, ПКС+ВБС — 12, ПКС+ЗКС+ВБС+ хондромаляция — 1.

Из приведенных данных обращает внимание увеличение числа изолированных повреждений

[1]Хондромаляция I—IV степени коррелировала со степенью нестабильности и стадией компенсации.

ПКС во 2-й группе по сравнению с 1-й группой, что в 76,6% случаев острого повреждения ПКС подтверждалось выполненной накануне операции магнитно-резонансной томографии.

Пациентам 2-й группы (n=221) помимо аутопластики ПКС КС с использованием НКС OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС были выполнены шов менисков в 41 (18%) случае и закрытый шов внутренней боковой связки — в 17 (7,7%).

НКС OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС — это система компьютерной навигации хирургических инструментов для оптимального определения расположения большеберцового и бедренного каналов при восстановлении ПКС. Необходимые для этого данные о пациенте получают непосредственно в ходе операции. Связь между пациентом и компьютером устанавливается с помощью двух активных инфракрасных передатчиков (IR-передатчик) и двух пассивных датчиков (RB), которые размещаются на теле пациента. Инфракрасная камера, соединенная с компьютером, определяет местонахождение этих активных передатчиков IR и пассивных датчиков RB. Система камер Polaris Hybrid фирмы «Northern Digital» позволяет получить пространственное изображение КС и всей нижней конечности с помощью активных инфракрасных передатчиков и пассивных датчиков с теоретическим отклонением ± 0,35 мм. Данные, считываемые активными передатчиками, по проводам поступают в блок управления и далее в компьютер.

В качестве пластического материала для ПКС у 98 пациентов использован трансплантат из связки надколенника (BTB), а у 123 пациентов — трансплантат из сухожилий полусухожильной и нежной мышц (ST-GT), которые брали на пораженной стороне. НКС OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС позволяло хирургу определять индивидуальное и оптимальное место расположения большеберцового и бедренного костных каналов и расположение создаваемого трансплантата ПКС благодаря вводу и ориентации на 15 анатомических критериев-ориентиров и расчетам, производимых самой программой и выведением на экран монитора всех данных по навигации трансплантата ПКС.

У пациентов 2-й группы, в которой использовали трансплантат BTB, в 11 случаях из 98 компьютерная навигация указывала на нарушение изометрии трансплантата в сторону его перерастяжения или смещения. Навигация у пациентов в случае использования сухожилия STGT отражала нарушение изометрии трансплантата в 7 случаях из 123. Данные программы НКС учитывались оперирующим хирургом. Поэтому, когда протокол навигации не устраивал нас, всем 18 пациентам были проведены повторные навигации осей большеберцового и бедренного каналов с достижением наилучшей изометрии трансплантатов (2—4 мм). Причинами нарушения навигации, по нашему мнению, являлись погрешности при фиксировании вне- и внутрисуставных структур КС, ошибки в калибровке инструментов.

Результаты

Пациенты обеих групп после хирургического лечения проходили одинаковый курс реабилитации. На протяжении первого года контрольные осмотры и коррекцию лечения проводили в 3, 6, 9 и 12 мес. Коррекцию в сроках реабилитации у пациентов обеих групп проводили в случаях нарушения изометрии трансплантатов ПКС и технических ошибок.

Однако, если изометрия трансплантата ПКС среди пациентов 1-й группы определялась во время операции приблизительно и по ощущениям оперирующего хирурга, то результаты навигации при аутопластике ПКС и изометрия трансплантата четко регистрировалась компьютерной программой для каждого пациента 2-й группы (табл. 1).

Оценку результатов хирургического лечения 390 пациентов, у которых была выполнена операция реконструкции ПКС, проводили у 293 (62,3%) в срок 3 года (89 женщин, 204 мужчины). В 1-й группе прослежены 112 (66,2%) пациентов из 169, во 2-й —181 (81,9%) из 221.

Анализ результатов лечения проводили по программе ЦИТО Reagan—Lysholm и международному протоколу оценки КС IKDC 1995 до операции и после нее (табл. 2). Полученные результаты отражают значительное улучшение после операции как субъективных, так и объективных показателей в обеих группах. Однако у пациентов 2-й группы показатели оказались значительно лучше. По шкале Reagan—Lysholm отличные и хорошие результаты получены в 100% случаев во 2-й группе против 75,9% в 1-й группе. По шкале IKDC 1995 результаты во 2-й группе — норма (A) и почти норма (B) достигнуты у 179 (98,9%) пациентов против 73 (71,1%) в 1-й группе. При этом, если сравнивать результаты лечения пациентов с острой и хронической травмой КС, то обращают внимание более высокие показатели у пациентов с острой травмой (группы A, B по протоколу IKDC 1995, и более 87 баллов по шкале Reagan—Lysholm). Эти данные лишний раз подтверждают необходимость максимально раннего хирургического лечения и возможного восстановления всех поврежденных структур КС.

При сравнении результатов хирургического лечения пациентов обеих групп по двум оценочным шкалам ЦИТО Reagan—Lysholm и IKDC 1995 необходимо отметить, что международный протокол оценки лечения КС явился более строгим, полным и объективным инструментом. При его использова-

Таблица 1. **Изометрия трансплантатов ПКС по результатам навигации OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС среди пациентов 2-й группы (*n*=221)***

Изомерия, мм	Трансплантат BTB (98 пациентов)	Трансплантат STGT (123 пациента)	Сумма
⩽2	69	101	170
2—4	29	22	51
5—7	0 (**8**)	0 (**5**)	0 (**13**)
⩾7	0 (**3**)	0 (**2**)	0 (**5**)

Примечание. * — p⩽0,004, жирным шрифтом обозначены случаи повторной навигации бедренного канала.

Таблица 2. **Результаты лечения пациентов 1-й и 2-й групп***

Объективное и субъективное тестирование	1-я группа (*n*=112)		2-я группа (*n*=181)	
	до операции	⩾3 лет после операции	до операции	⩾3 лет после операции
ЦИТО Reagan—Lysholm				
отлично (>87 баллов)	0	28 (25%)	0	142 (78,4%)
хорошо (77—86 баллов)	1	57 (50,9%)	7	39 (21,6%)
удовлетворительно (68—76 баллов)	9	18 (16,1%)	20	0
плохо (<68 баллов)	102	9 (8%)	154	0
IKDC, 1995				
A	0	24 (21,4%)	0	86 (47,5%)
B	0	49 (43,7%)	7	93 (51,4%)
C	19	27 (24,2%)	38	2 (1,1%)
D	93	12 (10,7%)	136	0

Примечание. * — *p*⩽0,01.

нии пациенты из более высоких групп шкалы Reagan—Lysholm переходили в более худшие группы C и D. Практически это происходило с пациентами, у которых имелись интраоперационные ошибки хирурга, хроническая нестабильность КС и различные операции на пораженном КС (чаще удаление мениска или менисков) в анамнезе.

Выводы

Использование современных хирургических компьютерных технологий для реконструкции ПКС КС имеет неоспоримые преимущества перед стандартными артроскопическими методиками этой операции. Применяемые в настоящее время стандартные артроскопические методики реконструкции ПКС КС не позволяют обеспечить 100% правильную изометрию трансплантата ПКС, а интраоперационные ошибки хирургов приводят к нарушению изометрии трансплантата и его разрушению. НКС OrthoPilot (B. Braun — Aesculap, ФРГ), версия ACL1.2 программы для аутопластики ПКС позволяет хирургу определить индивидуальное и оптимальное место расположения создаваемого трансплантата ПКС, контролировать его идеальную изометрию, благодаря вводу 15 анатомических ориентиров и расчетам, производимых программой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гиршин С.Г., Лазишвили Г.Д.* Коленный сустав (повреждения и болевые синдромы). М: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН 2007; 352.
2. *Котельников Г.П., Чернов А.П., Измалков С.Н.* Нестабильность коленного сустава. Самара: Самарский Дом печати 2001; 232.
3. *Миронов С.П., Лисицын М.П.* Ошибки в расположении трансплантата при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава. Вестн травматол ортопед им. Приорова 2011; 1: 89—94.
4. *Amis A., Jakob R.* Anterior cruciate ligament graft positioning, tension and twisting. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1998; 6: S2—S12.
5. *Jerosch J.* Navigation in knee surgery. 6 Corso Internazionale Ortopedia, Biomeccanica, Riabilitazione Sportiva. Abstracts book, Assisi, 22—24 november. Italy 2002; 130.
6. *Eichhorn J.* Three years of experience with computer navigation assisted positioning of drilling tunnels in anterior cruciate ligament replacement. Arthroscopy 2004; 20: 31—32.
7. *Лисицын М.П., Миронов С.П.* Программа диагностики, лечения и оценки результатов хирургии постттравматической нестабильности коленного сустава. Материалы городского семинара травматологов-ортопедов Москвы. Том 102. М: НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского 1996; 9—21.
8. *Fu F.H., Harner C.D., Vince K.G.* Knee Surgery. Baltimore, Maryland 21202 1994.