

© Коллектив авторов, 2013

УДК 616.728.3-001.5-089.227.84:612.741.16 612.744.211

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ С ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ АППАРАТОМ ИЛИЗАРОВА В СОЧЕТАНИИ С АРТРОСКОПИЕЙ

Т.И. Долганова, Т.В. Сизова, Е.А. Карасев, Т.Ю. Карасева, А.Г. Карасев

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г.А. Илизарова Министерства Здравоохранения РФ», г. Курган

В данной статье проведен клинико-физиологический анализ результатов лечения 39 больных (38±4,5 лет) с внутрисуставными переломами коленного сустава аппаратом Илизарова в сочетании с артроскопией. В зависимости от типа опорных реакций стоп проведен анализ показателей динамометрии и электромиографии мышц нижних конечностей. Значимые изменения параметров цикла шага регистрировались при асимметрии значений момента силы мышц сгибателей/разгибателей голени более 40% и величинах индекса мышц антагонистов менее 1,0. При индексе мышц-антагонистов менее 0,5 – нарушалась способность сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе, и больные были вынуждены использовать дополнительные средства опоры. Для пациентов с I типом опорных реакций стоп внимание должно быть сфокусировано, прежде всего, на восстановлении передней группы мышц бедра, для пациентов со II типом – передней и задней групп мышц бедра. При III типе опорных реакций стоп – лечебно-реабилитационные воздействия должны быть направлены на восстановление функции мышечных групп бедра и голени.

Ключевые слова: подография, динамометрия, электромиография, коленный сустав.

Исходное функциональное состояние мышц нижних конечностей [3] во многом определяет результаты оперативного лечения закрытых внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости с использованием артроскопии [4, 6].

Цель исследования – оценка функционального состояния мышц оперированной конечности в качестве показателей для контроля реабилитационного процесса больных с внутрисуставными переломами.

Материалы и методы

Проведен клинико-физиологический анализ результатов лечения аппаратом Илизарова после артроскопии больных с внутрисуставными переломами коленного сустава у 39 пациентов (25 мужчин, 14 женщин в возрасте 38±4,5 лет) на разных

этапах лечебно-реабилитационного процесса. Комбинированный способ лечения данных пациентов заключался в первоначальной артроскопической диагностике внутрисуставных повреждений, репозиции фрагментов плато большеберцовой кости и закрытом остеосинтезе аппаратом Илизарова голени и коленного сустава под спинальной анестезией [7].

Изменения сократительной способности мышц сгибателей и разгибателей голени оценивали по величине момента силы, определяемого в изометрическом режиме при максимальном произвольном сокращении с использованием разработанного в Центре РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А.Илизарова динамометрического стенда [8]. Вычисляли силовой индекс антагонистов (FA), как выра-

женное в процентах отношение моментов силы передней (MF_1) и задней (MF_2) мышечных групп бедра: $FA = \frac{MF_1}{MF_2}$

Динамику активационной способности мышц нижней конечности в процессе лечения изучали с помощью метода электромиографии (ЭМГ), тест на максимальное произвольное напряжение [5] мышц нижних конечностей с помощью цифровой ЭМГ-системы «DISA-1500» (DANTEC, Дания). Измеряли среднюю амплитуду (А) в микровольтах (мкВ) (от «пика до пика») и частоту колебаний (f) ЭМГ в секунду.

Настоящее исследование проводилось с одобрения этического комитета ФБГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А.Илизарова. Цель и методы исследования были объяснены участникам. От каждого пациента было получено добровольное информированное согласие на проведение обследования.

Оценка статических и динамических параметров ходьбы производилась с помощью комплекса «ДиаСлед-Скан» (г.С.-Петербург). Во время ходьбы определялись временные и силовые параметры цикла шага. Для всех показателей рассчитывался коэффициент асимметрии (%) между оперированной и интактной конечностью.

Рассчитывали средние значения (М) и ошибку средней (m) анализируемых биомеханических и ЭМГ-параметров. Степень значимости изменений оценивалась с помощью критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

На основании данных подографии при контрольном осмотре пациентов по-

сле снятия аппарата через 3-6 месяцев с учетом типов опорных реакций стоп [1] выделено три группы пациентов.

В первой группе (17 пациентов) регистрировался I тип опорных реакций. Пациенты ходили, не пользуясь средствами опоры (костыли, трость) (рис. 1).

Снижение момента силы мышц сгибателей и разгибателей голени на оперированной конечности на 25-35% и силового индекса антагонистов (за счет более выраженного снижения силы мышц разгибателей голени) – на 10-15% относительно уровня контралатеральной конечности статистически не значимо ($P>0,05$). Это сочетается с уменьшением средней амплитуды ЭМГ m.rectus femoris на 39,5% ($P\leq 0,05$). Различия ЭМГ-параметров других тестируемых мышц статистически не значимы ($P>0,05$) (табл. 1).

Прямая мышца бедра обеспечивает амортизацию переднего толчка и последующее разгибание в коленном суставе в фазу опоры [2]. При асимметрии данных динамометрии мышц сгибателей-разгибателей голени до 40% и уменьшении индекса мышц антагонистов до 1,15 – асимметрия временных и силовых параметров цикла шага остается в пределах нормы.

Во второй группе (12 пациентов) регистрировался II тип опорных реакций стоп. При обследовании пациенты не пользовались дополнительными средствами опоры (костыли, трость). При ходьбе на длительные расстояния использовали дополнительные средства опоры (костыли, трость).

Таблица 1

Показатели динамометрии и электромиографии у пациентов с I типом опорных реакций стоп ($M\pm m, n=17$)

Показатели	Больная конечность	Интактная конечность	Асимметрия (%)
Разгибатели голени, Н*м	63,4±17,9	94,6±12,6	32,9±7,64
Сгибатели голени, Н*м	54,4±12,6	70,3±11,4	22,6±5,14
M.Rectus femoris (A)	413±91,4*	683±74,8	39,5±5,98
(f)	153±7,8	163±11,0	6,1±1,17
M.Biceps femoris (A)	258±57,1	223±24,4	13,5±1,23
(f)	150±17,7	170±12,3	11,7±2,11
M.Tibialis anterior (A)	266±39,4	280±44,9	5,0±0,98
(f)	126±13,15	140±14,2	10,7±1,74
M.Gastrocnemius lat. (A)	483±55,2	583±55,2	17,1±4,27
(f)	156±15,7	180±9,41	13,3±4,35

Примечание: * – показана достоверность ($p\leq 0,05$) различия относительно значений «интактная конечность».



Рис. 1. Подограммы больного Л. (32 лет); 6 мес. после снятия аппарата справа. Ходьба без дополнительных средств опоры (тип I)

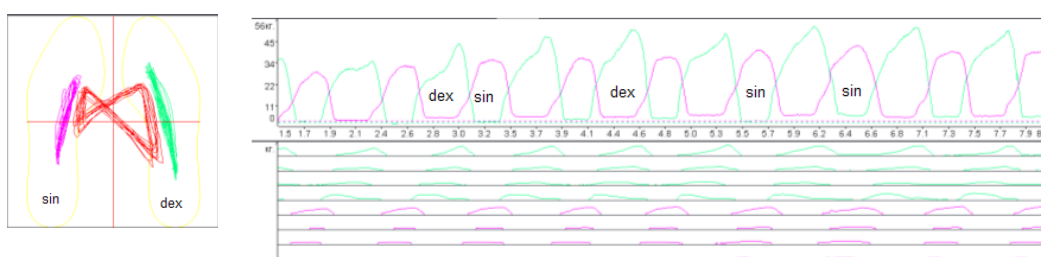


Рис. 2. Подограммы больного К. (39 лет); 4 мес. после снятия аппарата слева. Ходьба без дополнительных средств опоры (тип II)

Момент силы мышц сгибателей и разгибателей голени на оперированной конечности был снижен, соответственно, на 25% ($P>0,05$) и 70% ($P\leq 0,05$) относительно уровня контралатеральной, что сочетается со снижением амплитудно-частотных характеристик ЭМГ тестируемых мышц бедра

(табл. 2). Для *m.tibialis anterior* снижалась средняя амплитуда биоэлектрической активности напряжения. При этом, степень падения ее индивидуальных значений, определяется объемом повреждения на площади прикрепления мышцы к большеберцовой кости.

Таблица 2

Показатели динамометрии и электромиографии пациентов с II типом опорных реакций стоп ($M\pm m, n=12$)

Показатели	Больная конечность	Интактная конечность	Асимметрия (%)
Разгибатели голени, Н*м	32,9±5,85*	92,3±11,5	60,4±17,1
Сгибатели голени, Н*м	64,0±9,52	79,2±7,92	18,9±7,02
M.Rectus femoris (A)	366±15,7*	1050±23,6	65,1±9,45
(f)	126±17,3*	226±23,6	44,2±7,23
M.Biceps femoris (A)	120±9,41*	466±15,7	74,2±9,87
(f)	160±14,2*	216±12,6	25,9±8,21
M.Tibialis anterior (A)	350±23,6*	500±94,5	30,0±11,4
(f)	116±11,7	133±7,8	12,7±1,14
M.Gastrocnemius lat. (A)	485±31,5	491±86,6	1,2±0,51
(f)	163±25,2	180±24,8	9,4±1,06

Примечание: * – показана достоверность ($p\leq 0,05$) различия относительно значений «интактная конечность».

Вследствие большего повреждения передней группы мышц бедра и медленным темпом восстановления ее состояния, силовой индекс антагонистов мышц разгибателей и сгибателей голени на поражённой конечности был снижен до 0,51, в то время как на контралатеральной он составлял 1,16. В результате значительного снижения функциональных параметров силы мышц разгибателей, которые являются основным источником для перемещения общего центра масс, на подограмме регистрировалась значительная

асимметрия временных и силовых параметров цикла шага. На участке демпферного провала регистрировалась дополнительная волна вследствие снижения функциональных параметров мышц подколенных сгибателей, регулирующих скорость движения в коленном суставе и его разгибание.

У пациентов третьей группы (10 пациентов) регистрировался III тип опорных реакций (рис. 3) – пациенты при ходьбе постоянно используют дополнительные средства опоры (костыли).

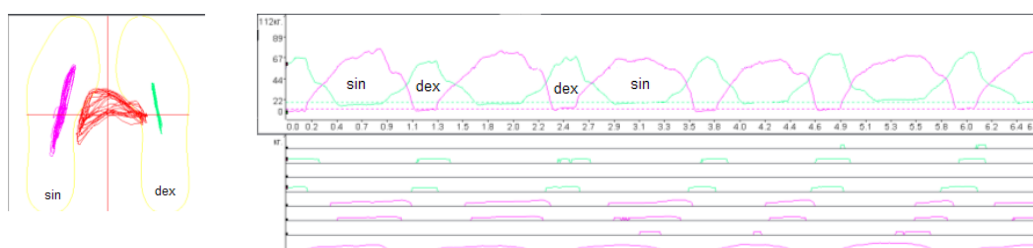


Рис. 3. Подограмма больного В., 43 лет; 3 мес. после снятия аппарата справа. Ходьба с опорой на костыли (тип III)

Момент силы мышц сгибателей и разгибателей голени на оперированной конечности снижен относительно уровня контралатеральной, соответственно, на 30% ($P < 0,05$) и 90% ($P < 0,05$), что совпадало со значительным снижением био-

электрической активности мышц при попытке их максимального произвольного напряжения. Угнетение произвольной ЭМГ распространяется и на мышцы голени (табл. 3).

Таблица 3

Показатели динамометрии и электромиографии пациентов с III типом опорных реакций стоп ($M \pm m, n=10$)

	Тип II (n=12)		
Разгибатели голени, Н*м	20,3±3,61*	94,9±5,87	78,6±10,9
Сгибатели голени, Н*м	41,8±3,78*	69,4±10,4	39,7±6,23
M.Rectus femoris (A)	110±14,2*	575±8,86	80,8±11,1
(f)	135±19,5*	225±8,86	40,0±6,54
M.Biceps femoris (A)	125±8,86*	300±11,07	58,3±7,24
(f)	180±28,4*	260±28,4	30,7±8,54
M.Tibialis anterior (A)	175±44,3*	400±28,6	56,2±10,6
(f)	110±21,3*	150±10,6	26,6±4,22
M.Gastrocnemius lat. (A)	350±70,9*	517±37,9	32,3±11,0
(f)	170±10,6*	230±31,9	26,0±9,31

Примечание: * – показана достоверность ($p \leq 0,05$) различия относительно значений «интактная конечность».

Силовой индекс антагонистов мышц разгибателей и сгибателей голени на поражённой конечности был снижен до 0,48,

достоверно не отличаясь от значений во II группе, в то время как на контралатеральной он составлял 1,36, что также является

следствием большего повреждения и медленным темпом восстановления передней группы мышц бедра.

Выраженные количественные и качественные изменения подограмм соответствуют значительному снижению функциональной активности всех мышц, участвующих в локомоторном акте. Уменьшение темпа ходьбы, уменьшение длины траектории центра давления и силовых параметров цикла шага, уменьшение периода одиночной опоры, увеличение длительности двухопорного периода ходьбы – являются критериями снижения способности сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе и, как следствие, необходимость использовать дополнительные средства опоры. Резкое уменьшение функциональной активности мышц разгибателей бедра приводит к отсутствию амортизации переднего толчка и последующего разгибания в коленном суставе в фазу опоры. На подограммах – отсутствие регистрации демпферного провала, на участке демпферного провала – дополнительная волна. Степень уменьшения величины заднего толчка на большой конечности соответствует снижению функциональной активности икроножной мышцы [2].

Выводы

При асимметрии показателей динамометрии мышц сгибателей-разгибателей голени не более 40% и индекс мышц антагонистов более 1,0 – количественные и качественные критерии подографии соответствуют норме. При индексе мышц антагонистов менее 0,5 – нарушена способность сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе, и больные вынуждены использовать дополнительные средства опоры.

Показатели функционального состояния мышц и подографии являются дополнительным диагностическим критерием выбора тактики реабилитационного периода больных. Для пациентов с I типом опорных реакций стоп внимание должно быть сфокусировано, прежде всего, на восстановление передней группы мышц бедра. Для пациентов со II типом – повышенное внимание требуется мышцам передней и задней групп бедра с учётом

поддержания их естественного баланса. Опережение восстановления функции одной из антагонистических групп мышц может привести к усугублению негативных процессов в другой. При III типе опорных реакций стоп – лечебно-реабилитационные воздействия должны быть направлены на восстановление функции всех основных мышечных групп повреждённой нижней конечности (бедра и голени).

Литература

1. Биомеханические критерии в оценке результата комбинированного лечения больных с внутрисуставными переломами коленного сустава / Т.И. Долганова [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2012. – №1. – С. 113-118.
2. Витензон А.С. К фазовому анализу ходьбы и некоторых ритмических движений человека / А.С. Витензон, К.А. Петрушанская // Российский журнал биомеханики. – 2005. – Т. 9, № 1. – С. 19-35.
3. Григорьев А.И. Роль опорной афферентации в организации тонической мышечной системы / А.И. Григорьев, И.Б. Козловская, Б.С. Шенкман // Рос. физиол. журн. – 2004. – Т. 90, № 5. – С. 508-521.
4. Диагностическая значимость подографии у больных с гонартрозом / В.И. Шевцов [и др.] // Вестник РАМН. – 2009. – № 6. – С. 32-36.
5. Команцев В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии: руководство для врачей / В.Н. Команцев, В.А. Заболотных. – СПб.: Лань, 2001. – 350 с.
6. Кривоногова З.М. Функциональное состояние мышц нижних конечностей у больных с патологией коленного сустава до и после лечения с использованием артроскопических технологий / З.М. Кривоногова, М.С. Сайфутдинов, Т.Ю. Карасева // Гений ортопедии. – 2007. – № 1. – С. 65-68.
7. Оперативное лечение больных с закрытыми переломами плато большеберцовой кости с использованием артроскопической техники / В.И. Шевцов

- [и др.] // Гений ортопедии. – 2009. – № 3. – С. 82-89.
8. Пат. 35703 РФ, МПК7 А 61 В17/56. Устройство для определения силы мышц бедра / В.А. Щуров [и др.]; РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (РФ). – №2003118782/20; заявл. 23.06.2003; опубл. 10.02.2004, бюл. 4.

THE LOWER LIMB FUNCTIONAL STATE IN PATIENTS WITH THE KNEE INTRA-ARTICULAR FRACTURES AFTER TREATMENT USING THE ILIZAROV FIXATOR COMBINED WITH ARTHROSCOPY

T.I. Dolganova, T.V. Sizova, E.A. Karasev, T.Yu. Karaseva, A.G. Karasev

The results of treatment using the Ilizarov fixator combined with arthroscopy in 39 patients (38±4.5 years) with the knee intra-articular fractures have been analyzed clinically and physiologically. The functional state of the lower limb muscles has been evaluated depending on the type of feet support responses using the techniques of dynamometry and electromyography. Significant changes in the stride cycle parameters were registered in case of >40% asymmetry of the moment of force values of leg flexors/extensors and <1.0 values of the index of antagonist muscles. When the antagonist index was <0.5 the ability to maintain the body stable balance in walking was disordered, and the patients had to use additional supports.

Attention should be primarily focused to the recovery of the anterior group of femoral muscles in patients with Type I feet support responses, and to that of both the anterior and posterior groups of femoral muscles – for patients with Type II. Treatment-and-rehabilitation measures should be directed to the function recovery of femoral and leg muscle groups for Type III of feet support responses.

Keywords: podography, dynamometry, electromyography, the knee (joint).

Долганова Тамара Игоревна – д-р мед. наук, вед. научный сотрудник лаборатории функциональных исследований ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздравсоцразвития».

Тел.: (3522) 45-27-36, 45-42-86, факс: (3522) 45-40-60.

E-mail: rjik532007@rambler.ru.

Сизова Тамара Вениаминовна – научный сотрудник лаборатории физиологии движений и нейрофизиологии ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздравсоцразвития».

Тел.: (3522) 23- 04-81.

Карасев Евгений Анатольевич – канд. мед. наук, мл. научный сотрудник лаборатория реконструктивного эндопротезирования и артроскопии ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздравсоцразвития».

Карасева Татьяна Юрьевна – канд. мед. наук, вед. научный сотрудник лаборатория реконструктивного эндопротезирования и артроскопии ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздравсоцразвития».

Тел.: (3522) 43-08-81, факс: (3522) 45-40-60.

E-mail: t.karasjeva@mail.ru.

Карасев Анатолий Григорьевич – д-р мед. наук, ст. научный сотрудник научно-клинической лаборатории травматологии ФГУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздравсоцразвития».