

## Состояние опорно-двигательной системы до и после оперативного лечения больных с диспластическим вывихом надколенника

П.П. Буравцов, В.А. Щуров, Т.И. Долганова

### *The locomotor system state before and after surgical treatment of patients with patellar dysplastic dislocation*

P.P. Buravtsov, V.A. Shchurov, T.I. Dolganova

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (директор – д.м.н. А.В. Губин)

**Цель.** Изучение состояния мышц бедра и биомеханики ходьбы до и после лечения с целью прогнозирования реабилитации больных с различной степенью тяжести вывиха надколенника. **Материал и методы.** Проведено физиологическое обследование (динамометрия мышц бедра и определение опорной реакции стоп) у 29 больных в возрасте от 12 до 46 лет с односторонним и у 12 пациентов (10-42 года) с двусторонним диспластическим вывихом надколенника до и после оперативного лечения. **Результаты.** Показано, что у больных с односторонним поражением диагностическую значимость имеет функциональная проба «максимально ускоренный темп ходьбы», когда выявляются компенсаторные реакции опоры на стопу. У пациентов с двусторонним диспластическим процессом выраженность и количество типов компенсаторных реакций в локомоторном стереотипе косвенно отражает тяжесть поражения. Выявлена статистически значимая асимметрия силы мышц-разгибателей голени как до лечения, так и при контрольных обследованиях после лечения. До лечения сила мышц большой конечности была снижена в среднем на 61 %, после лечения – на 29 %. Через 2 года после оперативного лечения показатели функционального состояния конечностей выравниваются и приближаются к уровню значений у здоровых людей. **Заключение.** Изучение функционального состояния мышц и биомеханики ходьбы позволяет более рационально подходить к процессу реабилитации больных с диспластическим вывихом надколенника.

**Ключевые слова:** вывих надколенника, сила мышц, биомеханика ходьбы, динамометрия, опорная реакция стоп, чрескостный остеосинтез.

**Purpose.** To study femoral muscle state and walking biomechanics before and after treatment in order to predict rehabilitation of patients with patellar dislocation of different severity. **Material and Methods.** Physiological examination (dynamometry of femoral muscles, and determination of feet support response) performed in 29 patients at the age of 12-46 years with unilateral patellar dysplastic dislocation and in 12 patients (age: 10-42 years) – with bilateral one before and after surgical treatment. **Results.** As it has been shown, “maximally accelerated walking pace” functional test revealing compensatory supporting responses of foot is of diagnostic significance in patients with unilateral involvement. As for patients with bilateral dysplastic process, the manifestation and the number of compensatory response types in locomotor stereotype indirectly reflect the severity of the involvement. Statistically significant asymmetry of leg extensor strength revealed both before treatment and during follow-up examinations after treatment. Muscle strength of the involved limb was on the average 61% decreased before treatment, and 29% decreased – after treatment. The parameters of limb functional state equalized approaching the level of values in normal subjects two years after surgical treatment. **Conclusion.** Studying muscle functional state and walking biomechanics allows more efficient approach to rehabilitation process of patients with patellar dysplastic dislocation.

**Keywords:** patellar dislocation, muscle strength, walking biomechanics, dynamometry, feet support response, transosseous osteosynthesis.

Врожденный вывих надколенника является одним из проявлений диспластического развития опорно-двигательной системы [2] и составляет в структуре заболеваний опорно-двигательной системы 1 % случаев от общего числа больных с врожденными заболеваниями [9]. На фоне имеющихся диспластических изменений в коленном суставе даже незначительная травма может явиться пусковым фактором для возникновения вывиха надколенника. При последствиях травм патология надколенника составляет 0,3-11,8 % от всех травматических вывихов [7].

Отличительной особенностью этой патологии является склонность к частым рецидивам. В случае развития привычного вывиха, как правило, формируется деформация коленного сустава с вальгусным отклонением голени и прогрессирующим нарушением функции конечности. Аномалия строения в сочетании с нарушением биомеханики коленного сустава приводят к разрушению суставного хряща, что, в свою

очередь, становится пусковым механизмом реакции организма в виде дистрофического процесса, конечной стадией которого является диспластический артроз [4, 10].

При застарелых вывихах надколенника проводят его открытое вправление и сшивание тканей разгибательного аппарата. Привычный вывих надколенника лечат исключительно оперативным методом. В послеоперационном периоде коленный сустав иммобилизуют в течение 4-6 недель. Полное сгибание в коленном суставе можно осуществлять через 8-10 недель.

Большинство авторов в своих публикациях делают акцент на разработку способов удержания надколенника после устранения его вывиха и мало уделяют внимания состоянию мышц бедра и биомеханике ходьбы до и после лечения. Это послужило основанием для изучения этих аспектов при лечении пациентов с целью прогнозирования реабилитации больных с различной степенью тяжести вывиха надколенника.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 2 группы больных с вывихом надколенника. Первую группу (29 человек в возрасте от 12 до 46 лет) составили пациенты с патологическими

изменениями, которые наблюдались на одной стороне. Во второй группе (12 больных в возрасте от 10 до 42 лет) была двусторонняя патология. Больные обследованы

дованы до лечения, на различных этапах оперативного лечения и в отдаленные сроки после лечения.

Использованы методы динамометрии передней и задней групп мышц бедра с помощью стенда оригинальной конструкции, позволяющего оценивать момент силы мышц-разгибателей и сгибателей голени [5]. Для того, чтобы нивелировать роль возрастного фактора (а также изменяющейся с возрастом массы тела), мы использовали не только абсолютные, но и величины силы мышц, отнесенные к массе тела, а также процентную асимметрию показателей больной и интактной конечности.

Оценка статических и динамических параметров ходьбы производилась с помощью комплекса "ДиаСлед-

Скан" (Санкт-Петербург). Регистрация параметров проводилась в ортостатике, при привычном и при максимально ускоренном темпе ходьбы. Проходимая дистанция составляла 10 метров. Во время ходьбы определялись временные и силовые параметры цикла шага. Относительно массы тела определялась величина пиков переднего и заднего толчков, демпферного провала (в %). Оценивалась максимальная нагрузка на отделы стопы ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ), продольные и поперечные девиации шага. По каждому показателю рассчитывался коэффициент асимметрии (%), определявшийся путем сопоставления значения величин, регистрируемых на больной и интактной (или менее пораженной) конечностях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя нагрузка на стопу интактной конечности при стоянии у больных 1-й группы составила  $1,65 \pm 0,04 \text{ кг}/\text{см}^2$ , пораженной –  $1,51 \pm 0,06 \text{ кг}/\text{см}^2$  (92 %) ( $n=29$ ,  $p \leq 0,05$ ). У всех пациентов показатель асимметрии нагружения стоп в статике превышал 5 % (значения физиологической асимметрии). В период до лечения при одностороннем поражении распределение статической нагрузки на интактную и больную конечность было неравномерным и зависело от возраста, т.е. давности заболевания (табл. 1). Чем старше больные (подгруппы до 18 лет, до 35 лет и старше 36 лет), тем, соответственно, больше отставание статической нагрузки на больную конечность (92 %, 87 % и 65 %). После окончания лечения произошло полное выравнивание распределения нагрузки на больную и интактную конечности при стоянии.

При двустороннем заболевании нагрузка на стопу у больных была, в среднем, на 17 % меньше относительно значений нормы, но распределялась равномерно ( $1,37 \pm 0,07$  и  $1,36 \pm 0,10 \text{ кг}/\text{см}^2$ ). После окончания лечения имела тенденция к увеличению статической нагрузки на обе стопы, достигавшей  $1,54 \pm 0,09 \text{ кг}/\text{см}^2$  ( $n=12$ ,  $p > 0,05$ ).

При ходьбе у всех пациентов функциональная нагрузка на мышцы поврежденной конечности снижается. Регистрируется также снижение силы мышц – разгибателей голени, наиболее выраженное у пациентов старше 35 лет (табл. 1). В этой подгруппе больных момент силы мышц-разгибателей голени составил всего 22 % ( $n=8$ ,  $p \leq 0,02$ ) от уровня показателя интактной конечности.

Если у здоровых взрослых людей общий центр давления на опору имеет небольшое смещение в дорзальном направлении, то у обследованных пациентов этот центр оказался смещенным в вентральном направлении. Такое смещение является компенсаторной реакцией в механизме регуляции позы и одной из мер профилактики падения на спину [8]. После лечения отмечается умеренное смещение локализации общего центра давления на опору кзади.

У всех пациентов до лечения снижен темп ходьбы относительно нормы [3]. Продолжительность локомоторного цикла у больных 1 и 2 групп увеличена на 15-20 % (соответственно до 0,78 с и 0,82 с).

У пациентов с односторонним поражением при пробе «привычный темп ходьбы» качественные и количественные показатели подографии соответствуют значениям нормы, асимметрия показателей величины переката через стопу и вариабельности шага не превышает 5 %. При

пробе «максимально ускоренный темп ходьбы» регистрируется умеренная асимметрия временных показателей цикла шага за счет укорочения времени периода переката через стопу на пораженной конечности и увеличения периода переноса конечности над опорой. Асимметрия силовых характеристик цикла шага возрастает до 40 % за счет уменьшения значений на пораженной и увеличения их на интактной конечности.

У пациентов с двусторонним поражением локомоторный стереотип претерпевает изменения при пробе «привычный темп ходьбы». Регистрируется асимметрия временных параметров цикла шага с уменьшением периода переката и увеличением периода переноса стопы более пораженной конечности. Циклические характеристики опорных реакций становятся нестабильными и начинают значительно варьировать, регистрируются приспособительные стереотипы опорных реакций стоп в виде уменьшения величины переката через стопу, в среднем на 10 %; нарушения плавности по восходящей кривой переднего толчка по типу нарушения амортизационного подгибания коленного сустава; на подограммах обеих стоп отсутствует демпферный провал – ограничена опорная реакция конечностей за счет уменьшения разгибания в проксимальных суставах и снижения рессорной функции нижних конечностей; показатель соотношения задний/передний толчок менее 1,0, что отражает снижение максимального разгибания в коленном суставе; вариабельность шага увеличена до 20-25 %, что соответствует росту опорного контура, способствующего повышению устойчивости при ходьбе (рис. 1) [6].

Показатели, свидетельствующие о динамике восстановления силы мышц бедра после снятия аппарата, у пациентов с односторонним поражением представлены в табл. 2. Через 2 года после лечения показатели силы мышц-сгибателей голени на двух конечностях, так же как и до лечения, не имеют статистически достоверных различий. Их различие соответствует критерию «физиологическая асимметрия». Выявлена статистически значимая асимметрия силы мышц-разгибателей голени как до лечения, так и при контрольных обследованиях после лечения. Но если до лечения сила мышц больной конечности была снижена в среднем на 61,0 %, то после лечения – только на 29,0 %

При ходьбе сила переднего толчка в значительной степени определяется массой тела, сила заднего толчка зависит от развиваемой силы трехглавой мышцы и

определяет скорость поступательного движения тела. Поэтому представляет интерес анализ соотношения силы заднего и переднего толчка при ходьбе. В результате проведенного лечения это соотношение в обеих группах больных приблизилось к показателю нормы (рис. 2).

Симметричность ходьбы не нарушена. Сохраняется увеличение вариабельности шага справа. Продолжительность переката через стопу – S>D на 6 %. Плавность графика суммарной нагрузки на правую и левую стопы сохранена.

Рессорная функция стопы, о которой мы судили по величине демпферного провала, до лечения отсутствовала у 25 % больных первой группы и у 100 % больных второй группы. После лечения демпферный провал на подограммах регистрировался у всех пациентов 1 группы. При двустороннем поражении после операциях на обоих коленных суставах демпферный провал регистрировался у 40 % больных (5 человек), но при этом сохранялся увеличенный опорный контур стоп и асимметрия длительности переката через стопу (рис.3).

Таблица 1

Статическая нагрузка на конечности (кг) и момент силы мышц бедра (МС, Н×м) у больных при одностороннем вывихе надколенника (M±m, n – число наблюдений)

Возраст	n	Статическая нагрузка (кг)	Момент силы мышц-сгибателей голени (Н×м)		Момент силы мышц-разгибателей голени (Н×м)		
			интактная	больная	интактная	больная	интактная
12-20	10	33±1,7	30±2,3	64±9,3	48±7,1	80±9,2	36±9,2*
21-35	9	36±2,7	31±3,6	52±15,2	14±6,7*	91±20,6	20±15,4*
36-46	8	45±6,5	29±9,0*	63±18,1	52±8,3	83±17,6	38±6,8*

Примечание: \* – достоверность отличия от значений интактной конечности p≤0,05.

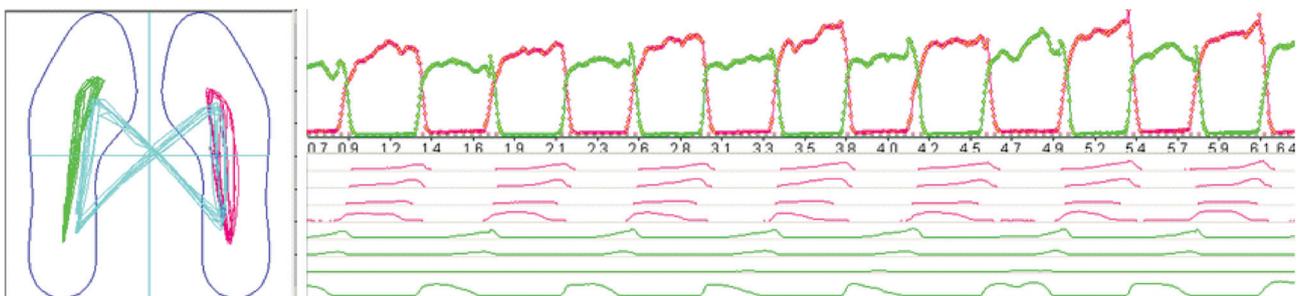


Рис. 1. Подограмма больного Б., 8 лет. Диагноз: двусторонний диспластический вывих надколенников. До лечения. Симметричность ходьбы не нарушена. Вариабельность шага более выражена справа. Продолжительность переката через стопу S>D на 6 %. Справа, слева – отсутствует демпферный провал; на участке демпферного провала дополнительная волна

Таблица 2

Момент силы мышц бедра в постоперационном периоде у больных с диспластическим вывихом надколенника (M±m, n – число наблюдений)

Этап лечения	n	Относительный момент силы мышц, Н*м					
		сгибателей голени			разгибателей голени		
		интактная	больная	асимметрия, %	интактная	больная	асимметрия, %
До лечения	25	60±7	47±5	21,6 %	84±8	33±5*	60,7 %
После снятия аппарата							
1 мес.	5	75±23	44±15	41,3 %	88±21	20±8*	77,2 %
3 мес.	8	54±14	35±11	35,2 %	87±16	23±9*	73,5 %
10 мес.	3	62±16	43±10	30,6 %	81±22	17±9*	79,0 %
2 года	8	62±4	48±7	22,5 %	80±8	57±13*	28,7 %

Примечание: \* – достоверность отличия от значений интактной конечности p≤0,05.

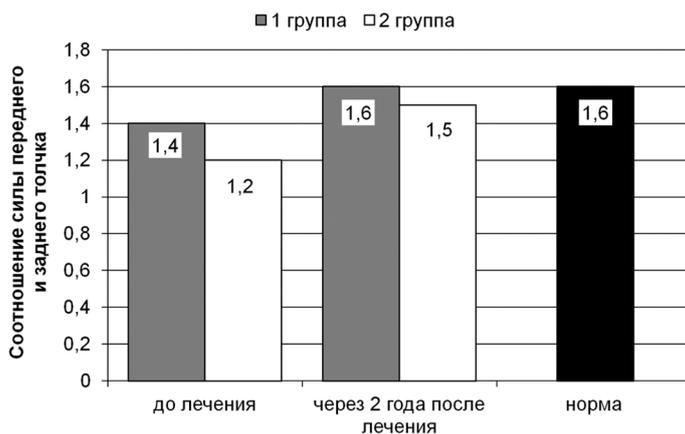


Рис. 2. Соотношение величин заднего и переднего толчка пораженной конечности больных 1 и 2 групп до и после лечения

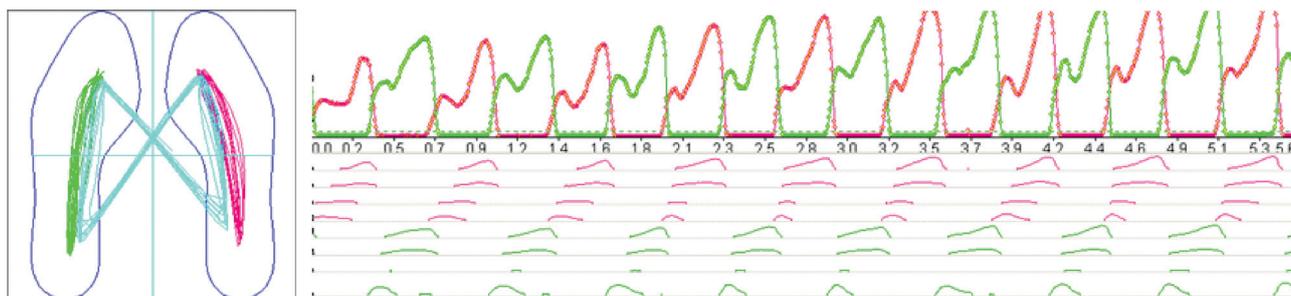


Рис. 3. Подограмма больного Б., 11 лет. Диагноз: состояние после оперативного лечения двустороннего диспластического вывиха надколенников. Слева – 2,5 года после операции, справа – 2 года после операции

## ВЫВОДЫ

1. У больных с одно- и двусторонним диспластическим вывихом надколенника диагностическую значимость имеет оценка силы мышц - разгибателей голени. Степень снижения силы определяется тяжестью патологии.

2. У больных с односторонним диспластическим вывихом надколенника диагностическую значимость имеет функциональная проба «максимально ускоренный темп ходьбы», когда проявляются компенсаторные

стереотипы опорных реакций стоп.

3. У пациентов с двусторонним диспластическим процессом выраженность и количество типов компенсаторных реакций в локомоторном стереотипе косвенно отражает тяжесть поражения.

4. Через 2 года после оперативного лечения показатели функционального состояния конечностей выравниваются и приближаются к уровню значений у здоровых людей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Котельников Г. П., Чернов А. П., Измалков С. Н. Нестабильность коленного сустава. Самара : Самарский дом печати, 2001. 232 с. *Kotel'nikov G.P., Chernov A.P., Izmailkov S.N. Nestabil'nost' kolennogo sustava [The knee instability]. Samara : Samarckii dom pečati, 2001. 232 s.*
2. Многотомное руководство по ортопедии и травматологии / под ред. М. В. Волкова. М.: Медицина, 1968. Т. 2. С. 644-665. *Mnogotomnoe rukovodstvo po ortopedii i travmatologii / pod red. M. V. Volkova [A multivolume manual of orthopaedics and traumatology / Ed. M.V. Volkov]. M.: Meditsina, 1968. T. 2. S. 644-665.*
3. Некоторые количественные показатели биомеханических параметров походки у здоровых обследуемых / Д.В. Долганов, Т.И. Долганова, Н.В. Сазонова, В.А. Щуров // Вестн. новых мед. технологий. 2008. Т. XV, № 3, С. 123. *Nekotorye kolichestvennye pokazateli biomekhanicheskikh parametrov pokhodki u zdorovykh obsleduemykh [Some quantitative values of gait biomechanical parameters in examined normal subjects] / D.V. Dolganov, T.I. Dolganova, N.V. Sazonova, V.A. Shchurov // Vestn. Novykh Med. Tekhnologii. 2008. T. XV, N 3. S. 123.*
4. Нестеренко С.А. Синдром нарушения равновесия надколенника диспластического генеза с позиции концепции мультифакториальности // Ортопедия, травматология и протезирование. 2000. № 3. -С. 17-19. *Nesterenko S.A. Sindrom narusheniia ravnovesiia nadkolennika displasticheskogo geneza s pozitsii kontseptsii mul'tifaktorial'nosti [The syndrome of dysplastic-genesis patellar imbalance from multifactoriality concept point of view] // Ortop. Travmatol. Protezir. 2000. N 3. S. 17-19.*
5. Устройство для определения силы мышц бедра : пат. 35703 Рос. Федерация. № 2003118782/20 ; заявл. 23.06.03 ; опубл. 10.02.04, Бюл. № 4. *Ustroistvo dlia opredeleniia sily myshts bedra [A device to determine femoral muscle strength]: pat. 35703 Ros. Federatsiia. № 2003118782/20; zaiavl. 23.06.03 ; opubl. 10.02.04, Biul. N 4.*
6. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки. Иваново : Стимул, 1996. 344 с. *Skvortsov D.V. Klinicheskii analiz dvizhenii. Analiz pokhodki [Clinical analysis of motions. Gait analysis]. Ivanovo : Stimul, 1996. 344 s..*
7. Современные принципы раннего хирургического лечения свежих наружных вывихов надколенника / Г.Д. Лазишвили, А.В. Скорогладов, И.В. Храменкова, Н.В. Челнокова // Анналы травматологии и ортопедии. 2004. № 1. С. 59-64. *Sovremennye printsipy rannego khirurgicheskogo lecheniia svezhikh naruzhnykh vyvikhov nadkolennika [Modern principles of early surgical treatment for acute outward patellar dislocations] / G.D. Lazishvili, A.V. Skorogliadov, I.V. Khramenkova, N.V. Chelnokova // Annaly Travmatologii i Ortopedii. 2004. N 1. S. 59-64.*
8. Стабилметрическое исследование статической устойчивости у больных с анкилозом тазобедренного сустава в порочном положении / В.И. Шевцов, Т.И. Долганова, Д.В. Долганов, И.А. Атманский // Рос. журн. биомеханики. 1999. Т. 3, № 4. С. 49-55. *Stabilometricheskoe issledovanie staticheskoi ustoichivosti u bol'nykh s ankilozom tazobedrennogo sustava v porochnom polozhenii [Stabilometric study of static stability in patients with ankylosis of the hip in faulty position] / V.I. Shevtsov, T.I. Dolganova, D.V. Dolganov, I.A. Atmanskii // Ros. Zhurn. Biomekhaniki. 1999. T. 3, N 4. S. 49-55.*
9. Терсков А. Ю. Хирургия привычного вывиха надколенника // Анналы травматологии и ортопедии 1998. № 1. С. 29-31. *Terskov A.Iu. Khirurgiia privychnogo vyvikh nadkolennika [Surgery for patellar habitual dislocation] // Annaly Travmatologii i Ortopedii. 1998. N 1. S. 29-31.*
10. Tardieu C., Dupont J.Y. The origin of femoral trochlear dysplasia: comparative anatomy, evolution, and growth of the patellofemoral joint // Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. 2001. Vol. 87, No 4. P. 373-383.

Рукопись поступила 18.11.2013.

### Сведения об авторах:

1. Буравцов Павел Павлович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, старший научный сотрудник лаборатории патологии крупных суставов, к. м. н.
2. Щуров Владимир Алексеевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, главный научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей, д. м. н., профессор; e-mail: shchurovland@mail.ru.
3. Долганова Тамара Игоревна – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, ведущий научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей, д. м. н.; e-mail: gjk532007@rambler.ru.