

Н.В. Сазонова, В.А. Шуров, Т.И. Долганова

**ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОДОГРАФИИ И ДИНАМОМЕТРИИ  
У ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРОЗАМИ****Федеральное учреждение науки Российской научный центр «Восстановительная травматология  
и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (Курган)**

Авторы выявили снижение показателей динамометрии прежде всего мышц-разгибателей голени. У больных с коксартрозом I стадии заболевания преобладают изменения временных характеристик шага, при патологии коленного сустава (гонартроз I степени) – снижение опорных (толчковых) показателей.

**Ключевые слова:** остеоартроз, подография, динамометрия

**DIAGNOSTIC CRITERIA OF PODOGRAPHY AND DYNAMOMETRY  
IN PATIENTS WITH OSTEOARTHROSES**

N.V. Sazonova, V.A. Shchurov, T.I. Dolganova

**Federal establishment of science Russian Scientific Center «Restorative traumatology  
and orthopedics» named after acad. G.A. Ilizarov, Kurgan**

The authors revealed reduction of dynamometry indices of extensors of shin first of all. In patients with coxarthrosis of I stage changes of time characteristics of pace prevail, in patients with pathology of a knee joint (gonarthrosis of I degree) – reduction of supporting indices.

**Key words:** osteoarthritis, podography, dynamometry

Ходьба человека характеризуется рядом принципиальных особенностей: синергией, минимальным отклонением движения центра масс от равномерного и прямолинейного, сведением к минимуму энерготрат за счет параметрической оптимизации конфигурации ходьбы и другими [1]. Кроме того, существует алгоритм стабилизации ходьбы за счет квазипериодичности, оптимальной длины и частоты шага [4]. При ходьбе в среднем темпе работа мышечных сил подстраивается к собственной частоте колебаний нижней конечности [2, 3].

По данным А.С. Витензона [3], у здоровых людей период переката через стопу составляет 45–51 % длительности цикла шага, период переноса конечности над опорой 31–41 %, двуопорный период шага 9–18 % и зависит от темпа ходьбы. Длительность опоры на правую и левую стопы обычно отличается не более чем на 5 % и составляет 24–29 % от продолжительности шага.

При патологии тазобедренного и коленного суставов характеристика комплексной патологической ситуации обусловлена рядом факторов, таких, как: степень утраты или ослабления функции мышц, степень нарушения подвижности в суставах, степень изменения позы и инерционных характеристики нижней конечности, ее отдельных сегментов по сравнению с нормой.

**Цель** данной работы – оценить биомеханические параметры ходьбы у пациентов с патологией крупных суставов в начальной стадии клинических проявлений.

**МЕТОДИКА**

Были обследованы две группы пациентов в возрасте от 37 до 66 лет женского пола с коксартрозом 1–2 степени (61 человека) и гонартрозом 1–2 степени (118 человек). Предъявлялись основные жалобы на крепитацию в коленных суставах при движениях, боль в т\б суставах при пассивных ротационных движениях. Болезненность в суставах носила стартовый или непостоянный характер либо усиливалась после физической нагрузки.

У всех обследуемых с помощью динамометрического стенда для исследования мышц бедра определялись максимальные моменты силы мышц-разгибателей голени (в положении сидя) и мышц-сгибателей голени (в положении стоя лицом к стенду). С помощью динамометрического стенда для исследования силы мышц голени в положении сидя при фиксированном бедре и стопе определялись моменты силы мышц-тыльных сгибателей стопы (ТСС) и мышц-подошвенных сгибателей стопы (ПСС). Исследовались больная и интактная конечности. Оценка статических и динамических параметров ходьбы производилась с помощью комплекса «ДиаСлед-Скан», содержащего системный блок, коммутатор и электронные стельки различных размеров. Обследуемые надевали специальную обувь с вложенными электронными стельками. Первое исследование производилось в позе «стоя». Регистрация параметров повторялась при привычной ходьбе. Проходимая дистанция составляла 10 метров.

Рассчитывалось давление на различные точки стопы при стоянии и при ходьбе. Во время

ходьбы определялись длительность периода переката через стопу, периода переноса конечности над опорой, двуопорный период шага, время достижения пика переднего и заднего толчков, демпферного провала. Относительно массы тела определялась величина пиков переднего и заднего толчков, демпферного провала (в %). Оценивалась максимальная нагрузка (кг/см<sup>2</sup>) на стопы, продольные и поперечные девиации шага. Статистическая обработка данных произведена с помощью пакета анализа компьютерной программы «Excel».

**Результаты исследований** представлены в таблицах 1 и 2.

В литературе отмечается ряд указаний на различную роль мышц-разгибателей и сгибателей в локомоторном акте. Так, Morton, Fuller (1952) под-

черкивают исключительное значение функции мышц-разгибателей для подъема общего центра массы тела человека при ходьбе. Close, Todd (1959) разделяют все мышцы ноги на две группы: опорной (разгибатели) и переносной (сгибатели) фаз. Е.К. Жуков и соавт. (1963) также указывают на доминирование деятельности мышц-разгибателей в период опоры, а мышц-сгибателей — в период переноса (по Витензон А.С., 1998).

У всех пациентов на больной конечности регистрируется достоверное снижение показателей динамометрии мышц-разгибателей голени (табл. 1). Различие показателей передней группы мышц бедра (разгибатели бедра) на интактной и пораженной конечностях как у больных с гонартрозом, так и с коксартрозом, превышают пределы физиологической асимметрии.

**Таблица 1**

**Относительный момент силы (Н × м) различных групп мышц нижних конечностей (M ± m)**

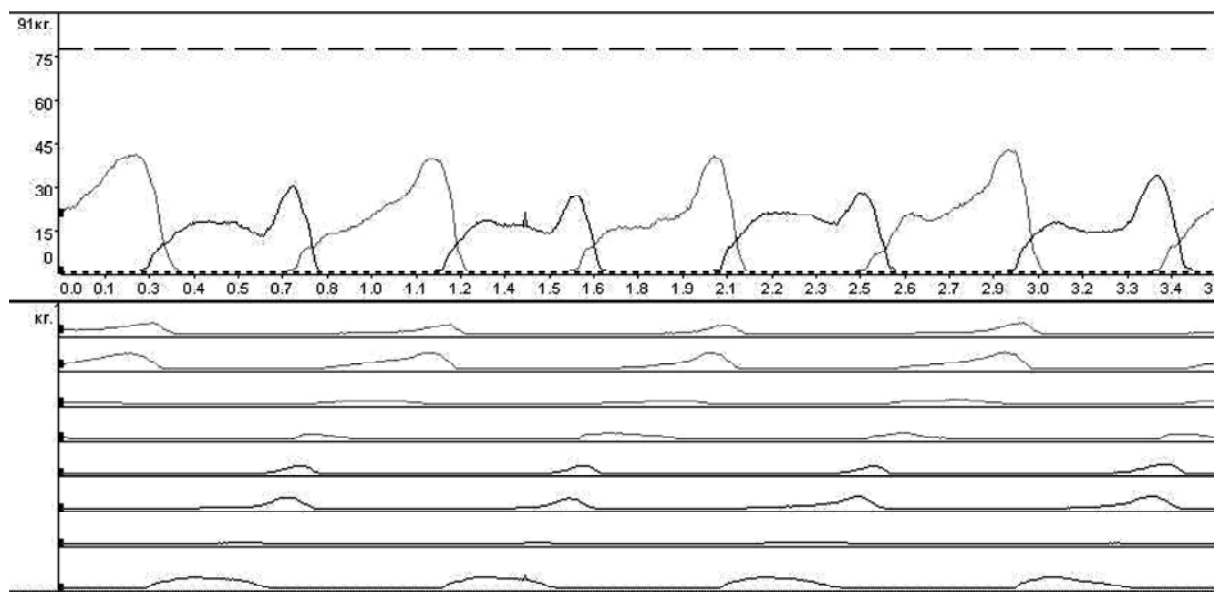
Группы обследованных	Конечность	Бедро		Голень	
		разгибатели	сгибатели	ПСС	ТСС
гонартрозы (118 чел.)	больная	59,9 ± 2,26	47,4 ± 1,74	60,9 ± 2,11	34,2 ± 1,31
	интактная	75,6 ± 3,93	52,3 ± 2,91	71,7 ± 2,90	39,2 ± 1,76
	% асимметрии	20,7 ± 0,56 <i>p</i> ≤ 0,001	11,4 ± 0,41	15,1 ± 0,29 <i>p</i> ≤ 0,001	12,7 ± 0,22 <i>p</i> ≤ 0,02
коксартрозы (61 чел.)	больная	65,6 ± 3,7	49,6 ± 2,90	65,1 ± 3,35	33,6 ± 2,10
	интактная	82,6 ± 5,60	58,1 ± 5,00	72,0 ± 6,15	38,9 ± 2,94
	% асимметрии	20,6 ± 0,88 <i>p</i> ≤ 0,01	14,6 ± 0,74	9,5 ± 0,39	13,6 ± 0,71

**Таблица 2**

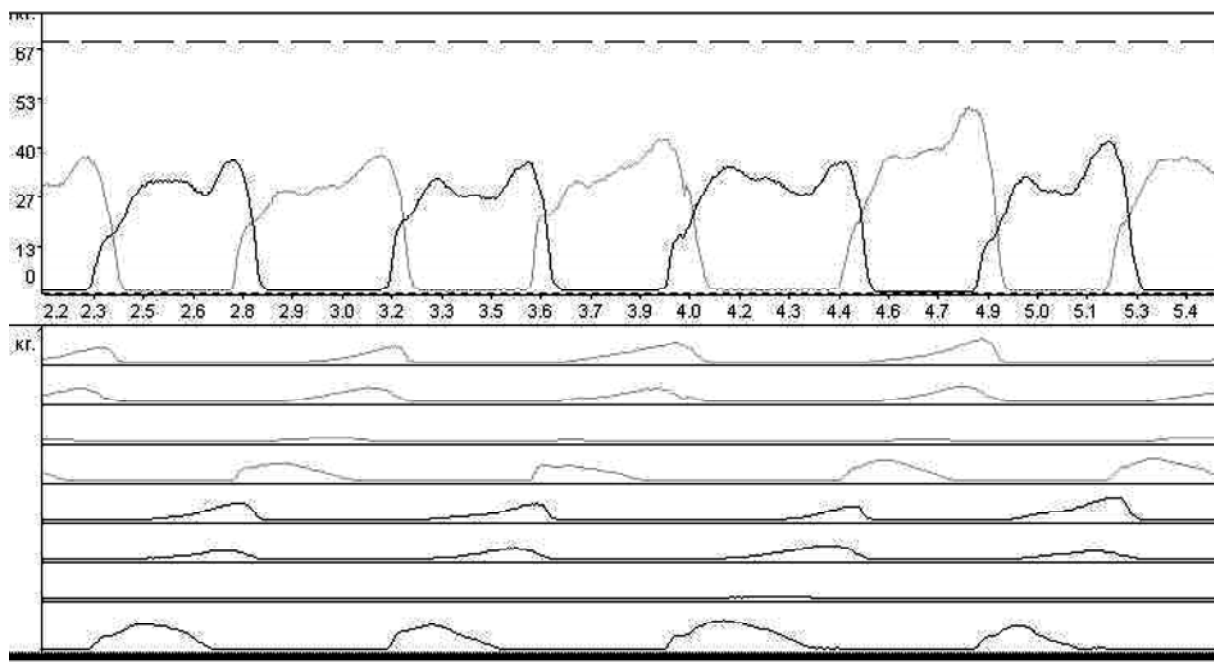
**Основные расчетные показатели графиков суммарной нагрузки на стопу больной конечности при ходьбе в произвольном темпе (» 2,5 км/час) (M ± m)**

Показатели	Коксартроз	% асим.	Гонартроз	% асим.
Длительность цикла шага	0,77 ± 0,02	+6,8	0,75 ± 0,013	+13,3
Период переката через стопу (сек.)	0,47 ± 0,0010 (61,0 %)	+10,3	0,45 ± 0,010 (60,0 %)	+14,0
Период переноса конечности над опорой (сек.)	0,29 ± 0,0010 (37,6 %)	+1,5	0,29 ± 0,007 (38,6 %)	+12,1
Двуопорный период шага (сек.)	0,079 ± 0,006 (10,3 %)	-22,5	0,07 ± 0,005 (9,3 %)	-12,4
Одноопорный период шага (сек.)	0,29 ± 0,0010 (37,6 %)	+2,31	0,29 ± 0,006 (38,6 %)	+12,7
Время регистрации переднего толчка (сек.)	0,15 ± 0,0010 (19,5 %)	+17,8	0,14 ± 0,007 (18,6 %)	+17,4
Время регистрации заднего толчка (сек.)	0,36 ± 0,0010 (46,7 %)	+5,9	0,35 ± 0,008 (46,6 %)	+5,2
Время регистрации демпферного провала (сек.)	0,22 ± 0,020 (28,5 %)	+4,3	0,22 ± 0,015 (29,3 %)	+5,0
Главный минимум нагрузки (% от веса)	40,0 ± 3,53	-2,6	44,0 ± 3,14	-2,9
Передний толчок (% от веса)	54,8 ± 4,01	-10,0	49,6 ± 3,21	-20,0
Задний толчок (% от веса)	68,5 ± 4,35	-5,6	69,5 ± 4,70	-29,6
Соотношение задний/передний толчок	1,29 ± 0,14	-16,9	1,54 ± 0,19	-3,2
Вариабельность траектории ЦД (% от ширины стопы)	20,5 ± 1,06	+12,2	20,8 ± 1,03	+25,3
Длина траектории ЦД (% от длины стопы)	60,7 ± 1,76	-3,6	62,3 ± 1,93	-0,5
Коэффициент асимметрии нагрузки на стопы в статике (%)	15,6 ± 1,15 (больн. < инт.)		2,6 ± 0,09 (больн. < инт.)	
Коэффициент асимметрии нагрузки на стопы в динамике (%)	11,1 ± 0,14 (больн. < инт.)		5,5 ± 0,10 (больн. < инт.)	

**Примечание:** в скобках указан % относительно показателя «длительность цикла шага».



**Рис. 1.** Пример регистрации подограммы больного С., 58 лет. Двусторонний гонартроз, болевой синдром слева, снижение опорных толчковых показателей. Справа, слева имеются нарушения плавности по восходящей кривой переднего толчка по типу нарушения амортизационного подгибания коленного сустава.



**Рис. 2.** Пример регистрации подограммы больного К, 52 лет. Двусторонний коксартроз, болевой синдром слева, преобладают изменения временных характеристик шага. Справа, слева имеются нарушения плавности по восходящей кривой переднего толчка по типу нарушения амортизационного подгибания коленного сустава. На участке демпферного провала дополнительная волна – избыточное сгибание коленного и /или т/б суставов; снижена рессорная функция н/конечности.

Анализ временных параметров ходьбы показал, что при начальной стадии патологии на больной конечности увеличивается длительность цикла шага на 6–13% (физиологическая асимметрия не превышает 5%) за счет увеличения времени интервала опоры на всю стопу, что способствует статической устойчивости при ходьбе. Обеспечение устойчивости также достигается увеличением двуопорного периода шага на интактной конечности при уменьшении его на больной (на 12–22%). Вариабельность траекто-

рии ЦД увеличивается как на больной, так и на интактной конечностях, что является компенсаторным механизмом частичного покрытия энергетического дефицита при ходьбе. У всех пациентов отмечается уменьшение амплитуды составляющих главного вектора опорных реакций – переднего и заднего толчков при уменьшении величины демпферного провала и уменьшение соотношения задний/передний толчок, что свидетельствует о снижении рессорной функции стопы (рис. 1, 2).

Нужно отметить, что в группе больных с коксартрозом, коэффициент асимметрии переднего и заднего толчка не выходил за физиологические пределы (15 %), а у больных с патологией коленного сустава — асимметрия достигала 20–30 %. Коэффициент асимметрии нагрузки на стопы в статике и динамике у пациентов с гонартрозами был незначительный, и их походка расценивалась как «без патологии». У больных с коксартрозом коэффициент асимметрии в статике составил 15 %, что на 10 % больше допустимого физиологического предела, а в динамике указывал на «скрытую патологию» походки.

#### **ВЫВОД**

В начальной стадии патологии суставов выявляется снижение показателей динамометрии прежде всего мышц-разгибателей голени. У больных с коксартрозом 1 стадии заболевания преобладают изменения временных характеристик шага, при патологии коленного сустава (гонартроз

1 степени) — снижение опорных (толчковых) показателей.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Белецкий В.В. Управление ходьбой и динамика двуногих систем / В.В. Белецкий, Т.С. Кирсанова, П.С. Чудинов // Биомеханика. — Рига, 1975. — С. 627–631.
2. Витензон А.С. Руководство по применению метода искусственной коррекции ходьбы и ритмических движений посредством программируемой электростимуляции мышц / А.С. Витензон, К.А. Петрушанская, Д.В. Скворцов // Под ред. А.С. Витензона. — М.: Научно-медицинская фирма МБН, 2005. — 312 с.
3. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека / А.С. Витензон // М.: ООО «Зеркало-М», 1998. — 271 с.
4. Inman V.T. Human Walking / V.T. Inman., H.J. Ralston, F. Todd // Williams & Willkins, 1981. — 154 p.