

7. Belova SV, Karyakina EV, Gladkova EV, Blinikova VV. The state of metabolic homeostasis in deforming arthrosis in surgical aids. Russian Clinical Laboratory Diagnostics 2013; (9): 110. Russian (Белова С. В., Карякина Е. В., Гладкова Е. В., Блиникова В. В. Состояние метаболического гомеостаза больных деформирующим артрозом при оперативном пособии. Клиническая лабораторная диагностика 2013; (9): 110).

8. Dmitrieva LA, Korshunova EY, Lebedev VF. Immunopathologic manifestations in patients with severe forms of coxarthrosis. Medical immunology 2009; (2-3): 161–168. Russian (Дмитриева Л. А., Коршунова Е. Ю. Лебедев В. Ф. Иммунологические проявления у больных с тяжелыми формами коксартроза. Медицинская иммунология 2009; (2-3): 161–168).

9. Petrov RV, Khaitov RM, Pinegin BV. Human immune status assessment in mass investigations: guideline for scientific researchers and doctors-practitioners from the Ministry of Health of Russian Federation. Immunology 1992; (6): 51–62. Russian (Петров Р. В., Хаитов Р. М., Пинегин Б. В. Оценка иммунного статуса человека при массовых обследованиях: Методические рекомендации для научных работников и врачей практического здравоохранения, разработанные сотрудниками Минздрава России. Иммунология 1992; (6): 51–62).

10. Kuzmin II, Akhtiamov IF. Prevention of infection complications in the hip endoprosthesis. Genius of orthopaedics 2001; (3): 105–110. Russian (Кузьмин И. И., Ахтянов И. Ф. Профилактика инфекционных осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава. Гений ортопедии 2001; (3): 105–110).

УДК 612.76:617–089.844:611.728.2

Оригинальная статья

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЙ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ

**Н. А. Ромакина** — ФГБУ «Саратовский НИИ травматологии и ортопедии» Минздрава России, старший научный сотрудник, кандидат медицинских наук; **С. И. Киреев** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; **А. Н. Решетников** — ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; **А. В. Фроленков** — ФГБУ «Саратовский НИИ травматологии и ортопедии» Минздрава России, врач травматолог-ортопед; **И. А. Норкин** — ФГБУ «Саратовский НИИ травматологии и ортопедии» Минздрава России, директор, ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, заслуженный врач РФ, профессор, доктор медицинских наук.

### THE USE OF CLINICAL ANALYSIS OF MOVEMENTS IN EVALUATION OF MOTOR FUNCTIONAL STATUS OF PATIENTS AFTER TOTAL HIP REPLACEMENT

**N. A. Romakina** — Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Senior Research Assistant, Candidate of Medical Science; **S. I. Kireev** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science; **A. N. Reshetnikov** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science; **A. V. Frolenkov** — Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Surgeon; **I. A. Norkin** — Director of Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 12.05.2016 г.

Дата принятия в печать — 19.05.2016 г.

**Ромакина Н. А., Киреев С. И., Решетников А. Н., Фроленков А. В., Норкин И. А.** Использование клинического анализа движений в оценке функционального состояния двигательной сферы у пациентов после эндопротезирования тазобедренных суставов. Саратовский научно-медицинский журнал 2016; 12 (2): 185–190.

**Цель:** оценить функциональный статус пациентов с коксартрозом, нуждающихся в тотальном эндопротезировании обоих тазобедренных суставов. **Материал и методы.** С использованием клинического стабилметрического программно-аппаратного комплекса выполнено биомеханическое обследование 94 пациентов с первичным двусторонним коксартрозом до и после тотального эндопротезирования тазобедренных суставов. Произведена оценка их способности к восприятию механической нагрузки при стоянии и ходьбе на различных этапах лечебного процесса. Для оценки различий между выборками использован U-критерий Манна — Уитни. Корреляционная зависимость биомеханических показателей оценена по критерию Спирмена. **Результаты.** Выявлено, что наиболее чувствительными показателями являются: период переноса, первый и второй периоды двойной опоры, девиация ЦД относительно среднего положения во фронтальной плоскости. **Заключение.** После выполненного оперативного вмешательства в целом отмечается положительная динамика: уменьшение асимметрии левого и правого шага, повышение коэффициента ритмичности, улучшение способности поддерживать тело в зоне равновесия, повышение толчковых реакций.

**Ключевые слова:** биомеханические параметры, коксартроз, тотальное эндопротезирование.

**Romakina NA, Kireev SI, Reshetnikov AN, Frolenkov AV, Norkin IA.** The use of clinical analysis of movements in evaluation of motor functional status of patients after total hip replacement. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2016; 12 (2): 185–190.

**Aim:** to estimate functional status of coxarthrosis in patients requiring total hip replacement of the two hip joints. **Material and methods.** The biomechanical examination of 94 patients with bilateral primary coxarthrosis before and after total hip replacement was performed using clinical stabilometric software complex. The ability to perceive the mechanical load during standing and walking was evaluated at different stages of the treatment. The difference between the samples was estimated with the use of Mann — Whitney U-test. The rank correlation of biomechanical parameters was measured by Spearman coefficient. **Results.** It was revealed that the most responsive indicators are the transfer period, the first and second periods of double support and the deviation of the center of pressure relative to the average position in the frontal plane. **Conclusion.** After surgical treatment there was observed some improvement: the-left-and-right-step asymmetry decrease, rhythm rate increase, improved ability to maintain body balance, jog reactions increase.

**Key words:** biomechanical parameters, coxarthrosis, total hip replacement.

**Введение.** В настоящее время отмечается большая распространенность среди населения остеоартроза (ОА) крупных суставов нижних конечностей. По данным разных авторов, ОА страдает 10–20% населения в мире. В общемедицинской практике ОА является второй по частоте причиной инвалидизации после заболеваний сердечно-сосудистой системы [1]. Тотальное эндопротезирование считается одним из наиболее действенных методов лечения тяжелой патологии суставов. Согласно рекомендациям Национального института здоровья и оказания помощи (NICE, Великобритания), следует уделять большое внимание активному вовлечению пациента и его родственников в понимание сущности патологического процесса, составлению индивидуального плана комплекса лечебных мероприятий с учетом особенностей клинического течения ОА, пола и возраста пациента, сопутствующей патологии, социальной активности и окружения, мотивации пациента к лечению. Все пациенты с ОА, особенно подвергшиеся оперативному лечению, нуждаются в регулярном наблюдении с целью оценки эффективности лечения, качества жизни, выполнения рекомендаций врача. Существенную роль играет физическая нагрузка, адекватная возрасту, клиническим проявлениям болезни, типу конституции больного, общефизической подготовке. Необходимо установить баланс между нагружением и отдыхом пораженных суставов. Обязательными являются физические упражнения, которые должны повышать способность пациента ходить пешком, удерживать равновесие, улучшать силу мышц, в целом содействовать нормализации психоэмоционального состояния [2]. Достоверную объективную информацию о функциональном состоянии двигательной сферы можно получить с использованием методов клинического анализа движений [3–6].

Немаловажным моментом в реабилитации пациентов после эндопротезирования суставов нижней конечности является проблема индивидуального назначения средств дополнительной опоры (СДО). Для корректного выбора СДО часто недостаточное основываться только на клинической симптоматике, даже при большом опыте врача. Объективными параметрами в этом случае являются статическая опороспособность и динамическая опороспособность конечности, определяемые с помощью динамометрической платформы. Регистрация данных показателей поможет в формировании критериев назначения, длительности использования СДО в процессе реабилитационных мероприятий данной категории пациентов [3, 5]. Таким образом, перспективным направлением является разработка персонализированного подхода к реабилитации пациентов, нуждающихся в эндопротезировании крупных суставов, с учетом параметров, получаемых при клиническом анализе движений на различных этапах лечебного процесса.

**Цель:** оценка функционального статуса пациентов с ОА тазобедренных суставов, нуждающихся в операции тотального эндопротезирования, их способности к восприятию механической нагрузки при стоянии и ходьбе на различных этапах медицинской реабилитации.

**Материал и методы.** Выполнено биомеханическое исследование 94 пациентов с первичным

двусторонним ОА тазобедренных суставов, нуждавшихся в тотальном эндопротезировании тазобедренных суставов. Возраст пациентов: от 51 до 68 лет, средний возраст составил 59,5 года. Преобладали лица гиперстенического телосложения, индекс массы тела составил в среднем 32,36. У всех пациентов на момент обследования не отмечалось обострения хронических соматических заболеваний, неврологического дефицита, вестибулярных расстройств, не имелось черепно-мозговых травм в анамнезе, состояние зрения и слуха соответствовало возрасту. Обследованные пациенты были разделены на следующие группы: 1) пациенты, страдающие коксартрозом, до оперативного лечения (количество наблюдений 43); 2) пациенты, страдающие коксартрозом, после эндопротезирования одного тазобедренного сустава (количество наблюдений 35); 3) пациенты, страдающие коксартрозом, после эндопротезирования двух тазобедренных суставов (количество наблюдений 16). Обследование прооперированных пациентов выполнено в сроки от шести месяцев до двух лет после операции, причем большинство пациентов уже не пользовались постоянно средствами дополнительной опоры, при рентгенологическом контроле признаков нестабильности конструкций не было выявлено, положение эндопротезов было анатомически правильным. Для определения показателя асимметрии походки у обследуемых лиц была определена сторона с большей выраженностью левого синдрома и более тяжелыми проявлениями патологических изменений опорно-двигательного аппарата.

Биомеханическое обследование, проведенное с помощью клинического стабилметрического программно-аппаратного комплекса «МБН Биомеханика» (Москва), включало в себя электроподографию, стабилметрию и динамометрию.

Электроподографию выполняли с помощью подографических датчиков, закрепленных в специальной обуви. Регистрация проведена в привычном темпе ходьбы, при этом пройденная дистанция, которую пациент в состоянии мог преодолеть без средств дополнительной опоры, составляла 8–10 м. Один из датчиков устанавливали на пяточную область, второй — на область головок плюсневых костей. Определены следующие параметры ходьбы: цикл шага (ЦШ); период опоры (ПО); период переноса (ПП); период двойной опоры (ДО); первый период двойной опоры (ПДО); второй период двойной опоры (ВДО); период одиночной опоры (ОО); коэффициент ритмичности (КР); отношение длительности фазы опорного времени слева и справа.

Стабилметрия и динамометрия выполнены с использованием стабилметрической платформы. Во время стабилметрического исследования пациент находился на платформе в основной стойке с европейской позицией стоп, с открытыми глазами. Перед пациентом на уровне его глаз на расстоянии 50 см находился монитор, фиксированный на вертикальной стойке. Пациенту предлагалось стоять ровно, прямо, руки располагать вдоль туловища, смотреть в одну точку перед глазами — на круглый маркер на экране монитора. Время исследования составляло 51 с. Изучали следующие стабилметрические параметры: среднее положение ЦД относительно фронтальной (X) и сагиттальной (Y) плоскости, мм; девиации ЦД относительно среднего положения во фронтальной (x) или сагиттальной (y) плоскости, мм; площадь статокнезиограммы S (характеризует площадь колеба-

Таблица 1

Доверительные интервалы средних арифметических величин для временных характеристик шага ( $p=0,05$ )

Изучаемый параметр	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Цикл шага (ЦШ), с	1,31..1,49	1,27..1,44	1,19..1,57
	1,33..1,48	1,28..1,43	1,27..1,55
Период опоры (ПО), %	61,00..66,59	61,91..67,20	62,44..67,79
	67,18..71,32	62,9..67,7	62,42..69,67
Период переноса (ПП), %	28,67..32,94	32,78..38,08	32,20..37,55
	33,42..37,67	32,21..37,09	30,32..37,57
Период двойной опоры (ДО), %	30,42..37,67	27,18..35,7	26,05..37,72
	31,15..18,76	26,85..34,89	26,00..39,68
Первый период двойной опоры (ПДО), %	15,08..19,63	12,52..16,97	12,29..18,79
	14,57..19,63	13,2..17,54	12,74..17,85
Второй период двойной опоры (ВДО), %	15,53..19,60	14,19..18,95	13,49..19,18
	15,74..20,09	13,37..17,65	12,32..22,72
Период одиночной опоры (ОО), %	28,24..32,06	30,78..35,70	29,33..37,13
	30,78..36,74	32,13..36,7	29,49..37,06
Коэффициент ритмичности (КР)	0,86..0,915	0,89..0,94	0,91..0,97

Примечание: в верхней половине ячейки указаны значения для стороны с большей степенью поражения.

ний ЦД, мм<sup>2</sup>); среднюю скорость колебания ЦД — V (характеризует величину пути, пройденную ЦД за единицу времени, мм/с); параметр LFS (отношение длины статокинезиограммы к ее площади, мм<sup>-1</sup>).

Динамические характеристики (реакции опоры) при ходьбе регистрировали при прохождении по стабиллометрической платформе, отдельно для правой и левой нижних конечностей, время исследования 60 с. Исследованы значения экстремумов вертикальной составляющей реакции опоры (Z1, Z2, Z3), характеризующие динамическую опороспособность конечности и выражающиеся в % от массы тела обследуемого.

Статистическую обработку данных производили с использованием программного комплекса StatSoft, Statistica (США). Анализ распределения совокупности выполнен с помощью критерия Шапиро — Уилка. Для оценки различий между выборками использован U-критерий Манна — Уитни (Mann — Whitney U-test). Для оценки корреляционной взаимосвязи показателей применен тест ранговой корреляции Спирмена [7, 8].

**Результаты.** По данным подографии, приведенным в табл. 1, у пациентов до операции ритм ходьбы нарушен из-за значительной асимметрии фаз опор-

ного и переносного времени шага справа и слева. Показатель асимметрии, рассчитанный по опорному периоду [3], составил 15%. Коэффициент ритмичности ходьбы снижен. На более пораженной стороне во всех случаях отмечено укорочение всей фазы опоры и времени одиночной опоры. При подографическом исследовании в группе пациентов после эндопротезирования одного сустава отмечены умеренные нарушения ритма ходьбы, коэффициент ритмичности возрос. Сохранялась также асимметрия опорного и переносного периодов шага. Показатель асимметрии составлял 4,7%. В группе пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование обоих тазобедренных суставов (несмотря на то что все пациенты субъективно отмечали улучшение походки и координации, были способны к самостоятельному передвижению без средств дополнительной опоры), сохранялась умеренная асимметрия временных характеристик шага справа и слева, оставались изменения длительности внутренних интервалов цикла шага. Показатель асимметрии составил 2,5%.

Результаты стабиллометрического исследования, представленные в табл. 2, показали, что у пациентов до оперативного вмешательства вертикальная поза

Таблица 2

Доверительные интервалы средних арифметических величин для стабиллометрических параметров ( $p=0,05$ )

Изучаемый параметр	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Среднее положение ЦД относительно фронтальной (X) плоскости, мм	-10,62..-0,7	-6,98..2,04	-7,39..2,75
Среднее положение ЦД сагиттальной (Y) плоскости, мм	-23,2..-13,38	-21,2..-11,61	-29,53..-5,99
Девииации ЦД относительно среднего положения во фронтальной (x) плоскости, мм	9,5..13,05	7,65..10,07	7,29..12,19
Девииации ЦД относительно среднего положения в сагиттальной (y) плоскости, мм	12,25..15,18	11,67..15,19	12,21..17,73
Площадь статокинезиограммы (S), мм <sup>2</sup>	392,49..632,33	303,71..490,67	239,95..528,61
Средняя скорость колебания ЦД, мм/с	9,01..10,45	8,80..10,46	9,32..11,9
Отношение длины статокинезиограммы к ее площади (LFS), мм <sup>-1</sup>	1,13..1,5	1,4..1,9	1,05..2,8

асимметрична и неустойчива за счет смещения ОЦД более 10 мм во фронтальной плоскости в сторону менее пораженной конечности и смещения ОЦД в сагиттальной плоскости вперед. Выявлено повышение скорости перемещения ОЦД, что отражает неустойчивость и наличие напряжения по поддержанию вертикальной позы [3, 9–11]. Площадь статокинезиограммы, характеризующей рабочую площадь опоры человека, превышала норму в 2–3 раза. У пациентов после эндопротезирования одного и двух тазобедренных суставов выявлено меньшее отклонение ОЦД во фронтальной плоскости, но у ряда пациентов после эндопротезирования обоих тазобедренных суставов отмечено отклонение ОЦД в сагиттальной плоскости кзади. Площадь статокинезиограммы во второй и третьей группах пациентов уменьшилась, хотя превышала норму в 1,5–2 раза. Скорость перемещения ОЦД уменьшилась в этих группах пациентов, но достоверно значимых различий данного показателя не выявлено.

Произведена проверка распределения наблюдаемых параметров на нормальность с использованием критерия Шапиро — Уилка. Результаты теста показали, что гипотеза о нормальном распределении для большинства параметров должна быть отвергнута, в связи с чем были применены методы непараметрической статистики. Полученные значения критерия Манна — Уитни указаны в табл. 3. Выполнено сравнение выборок до операции и после тотального эндопротезирования одного тазобедренного сустава

( $U_{1,2}$ ), до операции и после эндопротезирования обоих тазобедренных суставов ( $U_{1,3}$ ). Р-значение критерия, меньшее критического, принятого равного 0,05, свидетельствует о статистически значимых различиях между средними в двух сравниваемых группах по данному параметру. Наиболее чувствительными показателями при сравнении первой и второй групп, характеризующими изменения биомеханического статуса, являются: период опоры, первый, второй периоды двойной опоры, период переноса для менее пораженной стороны, девиации ЦД относительно среднего положения во фронтальной плоскости (х). Менее чувствительными показателями, но также отражающими изменения биомеханического статуса, являются период одиночной опоры, плотность статокинезиограммы. Наиболее чувствительными показателями при сравнении первой и третьей групп являются коэффициент ритмичности, период опоры, период переноса для менее пораженной стороны.

Тест ранговой корреляции Спирмена показал наличие сильной взаимосвязи на уровне значимости  $p < 0,01$  между периодами переноса и одиночной опоры, первым и вторым периодами двойной опоры, между площадью статокинезиограммы S и параметром LFS, девиацией ЦД относительно среднего положения во фронтальной плоскости (х). Данные отражены в табл. 4.

**Обсуждение.** Согласно литературным данным [3, 9, 10], несколько противоречивыми являются мнения о том, какая асимметрия допустима. По данным

Таблица 3

Оценка различий между выборками с использованием критерия Манна — Уитни

Исследуемый параметр	$U_{1,2}$ -значение критерия Манна — Уитни	$p_{1,2}$ -значение	$U_{1,3}$ -значение критерия Манна — Уитни	$p_{1,3}$ -значение
КР	621,0000	0,188150	194,0000	0,010805
ЦШ	672,5000	0,424473	314,5000	0,620992
	646,0000	0,286915	334,5000	0,878045
ПО	665,5000	0,384842	253,0000	0,122829
	537,5000	0,031167	216,0000	0,029717
ПП	665,5000	0,384842	253,0000	0,122829
	537,5000	0,031167	216,0000	0,029717
ДО	595,0000	0,114732	278,0000	0,264095
	579,5000	0,083097	253,0000	0,122829
ПДО	502,5000	0,012191	276,5000	0,253313
	650,0000	0,305492	315,0000	0,627024
ВДО	678,0000	0,457221	314,0000	0,614985
	542,5000	0,035317	275,5000	0,246298
ОО	566,5000	0,062379	200,5000	0,014764
	737,5000	0,884180	277,5000	0,260467
Х (мм)	657,5000	0,342427	319,0000	0,676151
Y (мм)	639,0000	0,256276	303,0000	0,489868
х (мм)	551,0000	0,043455	273,0000	0,229359
у (мм)	733,5000	0,852556	271,0000	0,216417
S (мм <sup>2</sup> )	589,0000	0,101515	282,0000	0,294379
V (мм/с)	752,5000	0,995992	264,0000	0,175271
LFS (1/мм)	568,0000	0,064527	278,0000	0,264095

Примечание: в верхних половинах ячеек подографических параметров указаны значения для стороны с большей степенью поражения. Статистически значимые различия выделены жирным шрифтом.

Таблица 4

Корреляционная матрица биомеханических параметров пациентов после оперативного лечения

Из-учаемый параметр	ПО*	ПО	ПП*	ПП	ДО*	ДО	ПДО*	ПДО	ВДО*	ВДО	ОО*	ОО	x (мм)	S (мм <sup>2</sup> )	LFS (1/мм)
ПО*	1,000	0,249	-1,000	-0,249	0,687	0,462	0,581	0,445	0,585	0,502	-0,09	-0,505	-0,101	0,087	-0,159
ПО	0,249	1,000	-0,249	-1,000	0,732	0,638	0,707	0,453	0,551	0,534	<b>-0,843</b>	-0,001	0,337	0,355	-0,346
ПП*	-1,000	-0,249	1,000	0,249	-0,687	-0,462	-0,581	-0,445	-0,585	-0,502	0,091	0,505	0,101	-0,087	0,159
ПП	-0,249	-1,000	0,249	1,000	-0,732	-0,638	-0,707	-0,453	-0,551	-0,534	0,843	0,0001	-0,337	-0,355	0,345
ДО*	0,687	0,732	-0,687	-0,732	1,000	0,749	0,767	0,655	0,857	0,574	-0,600	-0,433	0,211	0,277	-0,290
ДО	0,462	0,638	-0,462	-0,638	0,749	1,000	0,577	0,872	0,755	0,647	-0,654	-0,606	0,389	0,450	-0,323
ПДО*	0,582	0,707	-0,582	-0,707	0,767	0,577	1,000	0,320	0,450	0,693	-0,566	-0,229	0,199	0,300	-0,358
ПДО	0,445	0,453	-0,445	-0,453	0,655	0,872	0,320	1,000	0,850	0,344	-0,521	-0,737	0,264	0,261	-0,099
ВДО*	0,585	0,551	-0,585	-0,551	0,857	0,755	0,450	0,850	1,000	0,378	-0,558	-0,588	0,186	0,234	-0,169
ВДО	0,502	0,534	-0,502	-0,534	0,574	0,647	0,693	0,344	0,378	1,000	-0,423	-0,278	0,223	0,315	-0,311
ОО*	-0,091	<b>-0,843</b>	0,091	0,843	-0,600	-0,654	-0,566	-0,521	-0,558	-0,423	1,000	0,082	-0,341	-0,291	0,226
ОО	-0,505	-0,000	0,505	0,000	-0,433	-0,606	-0,229	-0,737	-0,588	-0,278	0,082	1,000	-0,110	-0,086	-0,039
x (мм)	-0,101	0,337	0,101	-0,337	0,211	0,389	0,199	0,264	0,186	0,223	-0,341	-0,110	1,000	0,788	-0,707
S (мм <sup>2</sup> )	0,087	0,355	-0,087	-0,355	0,277	0,450	0,300	0,261	0,234	0,315	-0,291	-0,086	0,788	1,000	-0,883
LFS (1/мм)	-0,159	-0,345	0,159	0,345	-0,290	-0,323	-0,358	-0,099	-0,169	-0,311	0,226	-0,039	-0,707	-0,883	1,000

Примечание: знаком \* обозначены подографические параметры стороны с большей степенью поражения. Показатели, имеющие корреляцию на уровне значимости  $p < 0,01$ , выделены жирным шрифтом.

ряда авторов, средняя физиологическая асимметрия составляет 2–4% (коэффициент ритмичности 0,96.0,98). Другие исследователи предлагают принять уровень асимметрии 5% как верхнюю границу нормы, а асимметрию более 10% считать значительной, приводящей к нерациональным энергетическим затратам при осуществлении локомоций.

Снижение динамической опороспособности менее 100% массы тела и приближение  $\Delta Z$  к нулевому значению свидетельствуют об ограничении способности к самостоятельному передвижению и необходимости в дополнительной опоре. У всех пациентов выявлено снижение динамической опороспособности конечностей и снижение переменных динамических нагрузок, представляющих собой разность между максимальным и минимальным значением экстремумов вертикальной составляющей ( $\Delta Z$ ). В норме этот показатель составляет около 35% массы тела [3]. У всех пациентов, обследованных в предоперационном периоде, Z1 и Z3 были менее 100%. У большинства обследованных пациентов вертикальная составляющая реакции опоры имела вид П-образной кривой, т.е. отсутствовали переменные динамические нагрузки, что свидетельствует о выраженных функциональных нарушениях и необходимости в средствах дополнительной опоры [3, 5]. В послеоперационном периоде у пациентов второй и третьей групп Z1, Z3 достигали 95–105%. При обследовании пациентов в сроки более года после операции отмечено улучшение толковых реакций, кривая вертикальной составляющей приближалась к характерному виду двугорбой кривой с максимумами Z1, Z3 и минимумом Z2.

**Заключение.** Метод клинического анализа движений помогает объективно оценить степень нарушения локомоторных функций у пациентов с ДОО крупных суставов: ритмичность ходьбы, сохранение баланса в вертикальном положении, энергетические затраты на поддержание позы, толковые реакции. Данный вид инструментального исследования позво-

ляет проследить в процессе медицинской реабилитации динамику восстановления утраченных функций, нуждаемость пациента в дальнейших лечебных мероприятиях, средствах дополнительной опоры.

С учетом суммарного анализа наиболее чувствительными показателями, отражающими состояние биомеханического статуса пациентов с коксартрозом на различных этапах хирургического лечения, являются: период переноса, первый и второй периоды двойной опоры, девиация ЦД относительно среднего положения во фронтальной плоскости (x).

При анализе биомеханических показателей, полученных на различных этапах лечебного процесса, после выполненного оперативного вмешательства в целом отмечается положительная динамика (уменьшение асимметрии левого и правого шага до 2,5%, повышение коэффициента ритмичности до 0,94 (0,91..0,97), улучшение способности поддерживать тело в зоне равновесия, повышение толковых реакций), но сохраняющиеся отклонения параметров свидетельствуют о существовании патологического двигательного стереотипа. Таким образом, только лишь восстановление анатомии костно-суставного аппарата недостаточно, требуется воздействие на других уровнях контроля локомоций.

**Конфликт интересов** не заявляется.

**Авторский вклад:** концепция и дизайн исследования — Н.А. Ромакина, И.А. Норкин; получение данных — А.В. Фроленков; обработка данных — С.И. Киреев; анализ и интерпретация результатов — А.Н. Решетников; написание статьи — Н.А. Ромакина, С.И. Киреев.

## References (Литература)

- Ivanov AN, Fedonnikov AS, Norkin IA, Puchin'yan DM. The correction of micro-circulatory disorders in strategies of management of osteoarthritis and osteochondropathies. Medical Journal of the Russian Federation 2015; 21 (1): 18–23. Russian (Иванов А.Н., Федонников А.С., Норкин И.А., Пучиньян Д.М. Коррекция микроциркуляторных нарушений в

- стратегиях менеджмента остеоартрита и остеохондропатий. Русский медицинский журнал 2015; 21 (1): 18–23).
2. Samorodskaya IV. Treatment of patients with osteoarthritis against new NICE recommendations. Medical Journal of the Russian Federation: Rheumatology 2014; (31): 2170. Russian (Самородская И. В. Ведение пациентов с остеоартритом в соответствии с новыми рекомендациями NICE. Русский медицинский журнал: Ревматология 2014; (31): 2170).
3. Skvortsov DV. Locomotion disorders diagnostics using instrumental methods: walking analysis, stabilometrics. Moscow: T. M. Andreeva, 2007; 640 p. Russian (Скворцов Д. В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. М.: Т. М. Андреева, 2007; 640 с., ил.).
4. Romakina NA, Fedonnikov AS, Kireev SI, et al. Application of techniques of biomechanics in the status evaluation and pathology correction of locomotor system (review). Saratov Journal of Medical Scientific Research 2015; 11 (3): 310–315. Russian (Ромакина Н. А., Федонников А. С., Киреев С. И. и др. Использование методов биомеханики в оценке состояния и коррекции патологии опорно-двигательной системы (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал 2015; 11 (3): 310–315).
5. Negreeva MB, Shenderov VA, Komogortsev IE, et al. Biomechanical studies in diagnostics, treatment and rehabilitation of patients with lower extremities, pelvic girdle and backbone: results and perspective. Bulletin SNSA RAMS 2006; 4 (5): 201–206. Russian (Негреева М. Б., Шендеров В. А., Комогорцев И. Е. и др. Биомеханические исследования в диагностике, лечении и реабилитации больных с патологией нижних конечностей, тазового пояса и позвоночника: итоги и перспективы. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН 2006; 4 (5): 201–206).
6. Sazonova NV, Shchurov VA, Dolganova TI. Diagnostic criteria of podography and dynamometry for patients with osteoarthritis. Bulletin SNSA RAMS 2007; 6 (58): 119–122. Russian (Сазонова Н. В., Щуров В. А., Долганова Т. И. Диагностические критерии подографии и динамометрии у пациентов с остеоартрозами. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН 2007; 6 (58): 119–122).
7. Sergienko VI, Bondareva IB. Mathematical statistics in clinical trials: Practical guide. Moscow: Geotar-Media, 2006; 304 p. Russian (Сергиенко В. И., Бондарева И. Б. Математическая статистика в клинических исследованиях: практическое руководство. Москва: Гэотар-Медиа, 2006; 304 с.).
8. Borovikov V. Statistica: The art of a data computer analysis: For professionals. 2-nd ed., SPb.: Piter, 2003; 688 p., ill. Russian (Боровиков В. Statistica: Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003; 688 с., ил.).
9. Gazhe PM, Veber B. Posturology: Regulation and human body imbalance. Trad. from fr. V. I. Usachev, ed. SPb: SPb MAPO, 2008; 316 p, ill. Russian (Гаже П. М., Вебер Б. Постурология: Регуляция и нарушения равновесия тела человека. Пер. с франц. под ред. В. И. Усачёва. СПб: ИД СПб МАПО, 2008; 316 с., ил.).
10. Duarte M, Freitas S. Revision posturography based on force plate for balance evaluation. Rev Bras Fisioter 2010; 14 (3): 183–92.
11. Schubert P, Kirchner M, Schmidtbleicher D, Haas C. About the structure of posturography: Sampling duration, parametrization, focus of attention (part I) J Biomedical Science and Engineering 2012; 5: 496–507.