

## **Приспособительные стереотипы опорных реакций у пациентов с последствиями травм бедренной кости в условиях комбинированного остеосинтеза**

**Т.И. Долганова, Д.Ю. Борзунов, А.И. Митрофанов, С.Н. Колчин**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

## **Adaptive stereotypes of feet support responses in patients with femur injury consequences under combined osteosynthesis**

**T.I. Dolganova, D.Iu. Borzunov, A.I. Mitrofanov, S.N. Kolchin**

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» (FSBI RISC RTO) of the RF Ministry of Health, Kurgan

**Цель.** Разработка критериев оценки опорных реакций стоп по данным подографии у пациентов с последствиями травм бедренной кости, пролеченных с применением комбинированного чрескостного и блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза. **Материалы и методы.** Методом подографии проведена оценка опорных реакций стоп у 15 пациентов в возрасте 19-64 (38,4±2,8) лет с последствиями травм бедра, пролеченных с применением технологий последовательного и комбинированного остеосинтеза. **Результаты.** На контрольном обследовании через 6 и более месяцев (8 человек) все пациенты ходили без дополнительных средств опоры. Во всех наблюдениях сохранялась правильная ось конечности с достижением консолидации бедренной кости. Клинических и рентгенологических признаков нестабильности металлоконструкций выявлено не было. Оценка результатов лечения производили по шкале Любошица-Маттиса-Шварцберга. У шести пациентов результат лечения был рассчитан как хороший, у двух – удовлетворительный. Неудовлетворительных результатов выявлено не было. **Заключение.** Показатели подографии у пациентов с последствиями травм бедренной кости не имеют специфического диагностического значения и в разной степени проявляются в локомоторных стереотипах опорных реакций стоп. Степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп является дополнительным количественным показателем в комплексной оценке результата лечения на этапе последующей реабилитации. В оценке степени тяжести локомоторного стереотипа лежит количество регистрируемых на подограммах компенсаторных элементов. При выявлении 0-I степени результат оцениваем как отличный, II степени – хороший, III степени – удовлетворительный и IV степени – неудовлетворительный. **Ключевые слова:** подография, локомоторный стереотип, комбинированный остеосинтез.

**Purpose.** To develop the criteria of evaluating feet support responses by podography data in patients with the consequences of femur injuries treated using combined transosseous and locked intramedullary osteosynthesis. **Materials and methods.** The evaluation of feet support responses by podography technique was performed in 15 patients at the age of 19-64 (38.4±2.8) years with femur injury consequences using the technologies of consecutive and combined osteosynthesis. **Results.** At the follow-up of six and more months (eight subjects) all the patients walked without additional supports. The proper limb axis was maintained in all the cases with femur consolidation achieved. There were no clinical and X-ray signs of metalwork instability. The results of treatment were evaluated by Luboshitz-Mattis-Schwartzberg scale. The result of treatment was considered as good in six patients, and as satisfactory – in two patients. There were no unsatisfactory results. **Conclusion.** Podography values in patients with femur injury consequences have no specific diagnostic significance, and they manifest themselves in the locomotor stereotypes of feet support responses in varying degrees. The decompensation degree of the locomotor stereotype of feet support responses is an additional quantitative measure in the complex evaluation of treatment result at the stage of subsequent rehabilitation. The number of the compensatory elements registered by podograms underlie in the evaluation of locomotor stereotype severity. A result is considered to be excellent when Degree 0-I revealed, it is considered to be good for Degree II, satisfactory one – for Degree III, and unsatisfactory one – for Degree IV.

**Keywords:** podography, locomotor stereotype, combined osteosynthesis.

### ВВЕДЕНИЕ

Клиническая оценка функционального состояния конечности при ортопедической патологии включает в себя описание болевых ощущений, наличие укорочения и деформации, нарушение функции суставов.

Применение компьютеризированных комплексов позволяет выявлять патологические отклонения в двигательных актах, оценивать качество и структуру движений при ходьбе [5]. Тяжесть поражения опорно-двигательной системы обуславливает изменения силовых, временных и циклических характеристик опорных реакций стоп [7, 9], и основными показателями реабилитации пациентов являются восстановление симметричности походки [11] и регистрация характеристик опорных реакций стоп, приближенных к норме.

Особенность оценки локомоторного стереотипа у пациентов с последствиями травм бедренной кости заключается в том, что большинство из них до лечения используют дополнительные средства опоры (ДСО) постоянно или при длительной ходьбе. После лечения пациенты ходили с полной нагрузкой на оперированную конечность. Таким образом, сравнение количественных показателей биомеханики походки было неправомерным.

Цель исследования. Разработка критериев оценки опорных реакций стоп по данным подографии у пациентов с последствиями травм бедренной кости, пролеченных с применением комбинированного чрескостного и блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза.

Долганова Т.И., Борзунов Д.Ю., Митрофанов А.И., Колчин С.Н. Приспособительные стереотипы опорных реакций у пациентов с последствиями травм бедренной кости в условиях комбинированного остеосинтеза // Гений ортопедии. 2015. № 4. С. 80-84.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследуемая группа состояла из 15 пациентов в возрасте 19-64 ( $38,4 \pm 2,8$ ) лет. Из данной группы восемь человек были обследованы через 6 и более месяцев после окончания лечения. Клиническая оценка ортопедического статуса пациентов включала измерение окружности и определение степени гипотрофии мягких тканей нижней конечности, выявление укорочения, деформации, оценку патологической подвижности, объема совершаемых движений тазобедренного и коленного суставов. Оценку статических и динамических параметров ходьбы производили с помощью комплекса "ДиаСлед-Скан", г. Санкт-Петербург. Проходимая дистанция составляла 10 метров. Рассчитывалось давление на различные точки стопы при

стоянии и при ходьбе. Во время ходьбы определяли длительность периода переката через стопу, длительность периода переноса конечности над опорой, двухопорный период шага, время достижения пика переднего и заднего толчков, демпферного провала. Относительно массы тела определяли величину пиков переднего и заднего толчков, демпферного провала (%). Оценивали максимальную нагрузку ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ) на отделы стопы, продольные и поперечные девиации шага [8]. Количественные параметры опорных реакций стоп определяли у пациентов при ходьбе без дополнительных средств опоры. Методика оперативного лечения включала технологии последовательного [1] и синхронного комбинированного остеосинтеза [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все пациенты имели приобретенную посттравматическую этиологию заболевания. Деформации и псевдоартрозы бедра имели диафизарную локализацию. Болевой синдром разной степени выраженности встречался у всех пациентов с псевдоартрозами. При угловых деформациях у четырех пациентов боли локализовались на уровне тазобедренного сустава, по данным рентгенографии отмечались признаки деформирующего артроза I-II стадии. Гипотрофия мягких тканей на уровне бедра более 2 см в сравнении с контралатеральной конечностью была обнаружена у шести пациентов. Величина функционального укорочения конечности варьировала от 3 до 8 см ( $4,82 \pm 0,30$  см). Средняя величина угловых деформаций составила  $46,6 \pm 4,9^\circ$ . Движения смежных суставов в полном объеме были сохранены у шести пациентов. У 9 пациентов имели место незначительные (менее  $20^\circ$ ) ограничения функции тазобедренного и/или коленного сустава, у трех больных амплитуда движения была заметно ограничена (более  $20^\circ$ ). До лечения 9 пациентов не использовали ДСО, четверо больных при ходьбе на значительные расстояния использовали ДСО, короткие расстояния (до 10 метров) могли пройти без ДСО.

На контрольном обследовании через 6 и более месяцев (8 человек) все пациенты ходили без ДСО. Во всех наблюдениях сохранялась правильная ось конечности с достижением консолидации бедренной кости. Клинических и рентгенологических признаков нестабильности металлоконструкций выявлено не было. Оценку результатов лечения производили по шкале Любошица-Маттиса-Шварцберга. У шести пациентов результат лечения был рассчитан как хороший, у двух – удовлетворительный. Неудовлетворительных результатов выявлено не было.

До оперативного лечения у пациентов, которые могли передвигаться только с использованием ДСО, выявлено ограничение опорной реакции пораженной конечности в статике и при ходьбе. Симметричность ходьбы была нарушена. Регистрировали компенсаторное увеличение вариабельности шага на интактной конечности, что способствовало повышению устойчивости при ходьбе [7]. Ограничение опорной реакции конечности было вследствие уменьшения амплитуды движений в суставах, и, как следствие, снижения либо отсутствия рессорной функции нижней конечности. График опорной реакции стоп носил «одногорбый» характер: передний, задний толчок не дифференцировался, снижено максимальное тыльное сгибание в голеностопном суставе и

максимальное сгибание в коленном и тазобедренном суставах. Область опоры определялась преимущественно по переднему отделу стопы, т.к. пациенты компенсировали укорочение конечности за счет подошвенного разгибания стопы. На контралатеральной конечности была снижена рессорная функция, на участке демпферного провала регистрировали дополнительную волну за счет компенсаторного сгибания коленного и тазобедренного суставов. Изменение функции здоровой конечности давало возможность пораженной двигаться в режиме, максимально приближенном к норме [7].

На подограммах регистрировали увеличение двухопорного периода длительности шага на обеих конечностях, что отражало снижение способности сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе. При снижении функциональной активности всех мышц, участвующих в локомоторном акте, регистрировали уменьшение темпа ходьбы, длины траектории центра давления и силовых параметров цикла шага на 20-45 % относительно значений нормы [2] с сохранением отношения задний/передний толчок более 1,0.

Увеличенные временные параметры цикла шага не только на пораженной, но и на интактной конечности в сочетании с уменьшением длины траектории центра давления и силовых параметров являлись признаками компенсаторного механизма обеспечения «оптимума походки» [7]. В 70 % наблюдений на графике суммарной нагрузки отсутствовал демпферный провал на обеих нижних конечностях. Передний и задний толчок не дифференцировался вследствие уменьшения амплитуды движений в суставах и снижения либо отсутствия рессорной функции нижней конечности [10].

Степень уменьшения величины заднего толчка на больной конечности соответствовала снижению функциональной активности большой ягодичной и икроножной мышцы. Степень снижения переднего толчка – функциональной активности прямой мышцы в составе четырёхглавой мышцы бедра, обеспечивающей амортизацию переднего толчка и последующее разгибание в коленном суставе в фазу опоры [6]. Слабая или полностью отсутствующая функция средней и малой ягодичной мышц с соответствующим нарушением активного отведения бедра являлась причиной переваливающейся «утиной» походки – на подограммах регистрировали отсутствие типичного рисунка проекции общего центра давления (ОЦД) в виде «бабочки» (рис. 1).

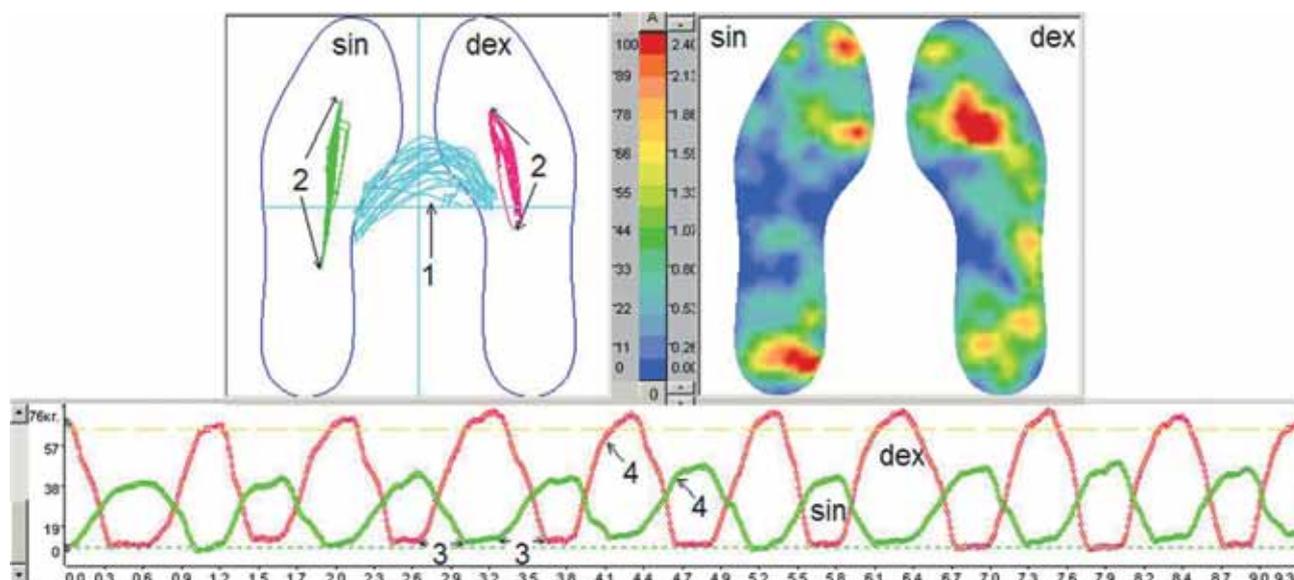


Рис. 1. Подограмма пациентки Я., 32 лет, до оперативного лечения. Диагноз: неправильно сросшийся перелом правой бедренной кости, укорочение правой нижней конечности 5 см, комбинированная контрактура правого коленного сустава. Ходьба без дополнительных средств опоры

Точка восьмеркообразного перекреста ОЦД не дифференцируется (1). Асимметрия временных параметров цикла шага – 15 %, асимметрия силовых параметров цикла шага – 30 %. При ходьбе коэффициент асимметрии нагружения стоп 16,2 % с опоропредпочтением правой стопе. Асимметрия длительности переката через стопу (2) 18 %, S>D. Справа, слева – увеличение длительности двуопорного периода ходьбы (3), отсутствует демпферный провал (4), «одногорбый» тип кривой – передний, задний толчок не дифференцируется.

Регистрируемые типы компенсаторных реакций стоп [3] у пациентов с последствиями травм бедренной кости не имели специфического диагностического значения и в разной степени проявлялись в локомоторных стереотипах в зависимости от индивидуальных особенностей пациентов. Анализ процентного распределения проявлений типов компенсаторных реакций у пациентов до и после лечения представлен в таблице 1.

До лечения при ходьбе без дополнительных средств опоры частота встречаемости компенсаторных проявлений в стереотипах локомоторной активности более 50 % была отмечена по критериям: асимметрия нагружения конечности, асимметрия временных параметров цикла шага, отсутствие демпферного провала на боль-

ной и интактной конечностях. После снятия аппарата, в условиях интрамедуллярной фиксации уменьшается встречаемость асимметрии временных параметров цикла шага до 25 %. Сохраняется частота встречаемости компенсаторных проявлений более 50 % по критериям: асимметрия нагрузки на конечности, отсутствие демпферного провала, снижение силовых параметров цикла шага.

Количество регистрируемых типов компенсаторных реакций определяет степень декомпенсации локомоторного стереотипа. Отсутствие или регистрация только единичного компенсаторного элемента опорных реакций стоп при ходьбе расценивалась как отсутствие декомпенсации локомоторного стереотипа. Регистрация двух-трех типов компенсаторных элементов опорных реакций соответствует I степени декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп. При II степени – четыре-пять компенсаторных элементов, при III степени – шесть-семь компенсаторных элементов. Восемь и более компенсаторных элементов опорных реакций стоп соответствуют IV степени.

Динамика компенсаторных элементов иллюстрирует позитивные изменения в локомоторных стереотипах у больных после оперативного лечения (табл. 2).

Таблица 1

Частота встречаемости типов компенсаторных реакций до и после лечения

	До лечения (%)	Результат лечения (%)
Болевой синдром, снижение опороспособности конечности, увеличение регуляторных затрат на поддержание баланса тела при ходьбе		
1. Снижен темп ходьбы	47	38
2. Асимметрия нагружения конечности в статике более 20 %	68	75
3. Асимметрия нагружения конечности в динамике более 20 %	42	75
4. Увеличена площадь траектории ОЦД более 40 усл.ед.	16	13
5. Асимметрия временных параметров цикла шага более 10 %	58	25
6. Увеличение длительности двуопорного периода ходьбы	37	38
7. Отсутствует демпферный провал на больной конечности	74	63
8. Отсутствует демпферный провал на обеих конечностях	63	50
9. Вариабельность траектории центра давления более 25 %	15	12
10. Асимметрия длины траектории центра давления более 10 %	53	37
Снижение функциональной активности мышц		
11. Снижены силовые параметры цикла шага на обеих конечностях	47	63
12. Регистрация отношения задний/передний толчок менее 1,0	31,5	25,0

Таблица 2

Сравнительная оценка регистрации различной степени декомпенсации локомоторного стереотипа при ходьбе до и после оперативного лечения

Степень декомпенсации локомоторного стереотипа	До лечения n=9 (без ДСО)	До лечения n=4 (с ДСО)	Через 12-15 месяцев после операции (n=8)
0	–	–	10 % (1 человек)
I	10 % (1 человек)	–	40 % (3 человека)
II	20 % (2 человека)	–	50 % (4 человека)
III	35 % (3 человека)	32 % (1 человек)	–
IV	35 % (3 человека)	68 % (3 человека)	–

Нужно отметить, что до остеосинтеза отсутствовала 0 степень декомпенсации, а после лечения в одном наблюдении регистрировали подограмму, соответствующую параметрам нормы (рис. 2).

Точка восьмеркообразного перекреста ОЦД расположена по центру оси координат (1). Асимметрия временных параметров цикла шага – 2 %. Асимметрия силовых параметров цикла шага – 10 %. При ходьбе ко-

эффициент асимметрии нагружения стоп 14 %. Асимметрия длительности переката через стопу (2) 3 %. Плавность графика суммарной нагрузки на правой, левой стопах сохранена, определяется передний (3), задний (4) толчок и демпферный провал (5).

До лечения при ходьбе без дополнительных средств опоры регистрировали 3 и 4 тип декомпенсации в шести наблюдениях, после лечения 3 и 4 тип отсутствуют.

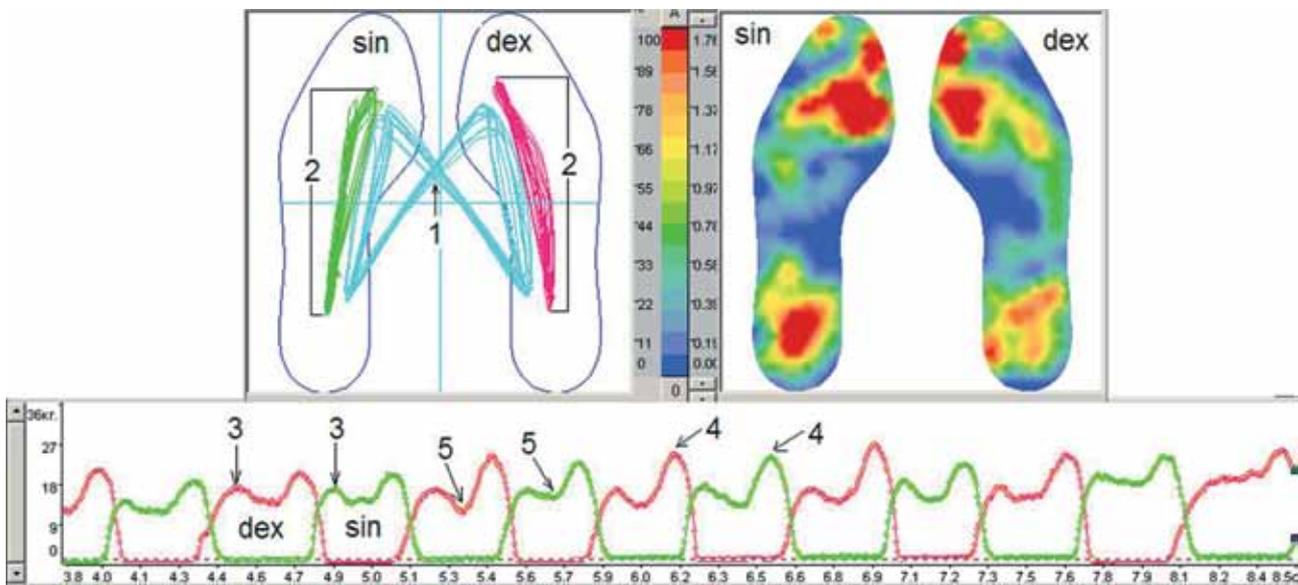


Рис. 2. Подограмма пациентки Н., 39 лет, контрольный осмотр. Диагноз: неправильно сросшийся перелом левой бедренной кости, укорочение правой нижней конечности 4 см, разгибательная контрактура левого коленного сустава. Ходьба без дополнительных средств опоры

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показатели подографии у пациентов с последствиями травм бедренной кости не имеют специфического диагностического значения и в разной степени проявляются в локомоторных стереотипах опорных реакций стоп.

Степень декомпенсации локомоторного стереотипа опорных реакций стоп является дополнительным количественным показателем в комплексной оценке результата лечения на этапе последующей реабилитации. В оценке степени тяжести локомоторного стереотипа ле-

жит количество регистрируемых на подограммах компенсаторных элементов. При выявлении 0-I степени результат оцениваем как отличный, II степени – хороший, III степени – удовлетворительный и IV степени – неудовлетворительный.

Использование интрамедуллярной фиксации позволяло сохранять функцию смежных суставов, что способствовало восстановлению симметричности походки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Борзунов Д. Ю., Митрофанов А. И., Колчев О. В. Использование чрескостного и интрамедуллярного блокируемого остеосинтеза при лечении пациентов с последствиями переломов длинных костей // J. Orthop. Trauma Surg. Relat. Res. 2011. Vol. 23, No 3. P. 17-22.
2. 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. 15, № 3. С. 123.
3. Долганова Т.И., Долганов Д.В., Буторина Н.И. Типы кривых графиков суммарной нагрузки на стопы при компенсации двигательного дефекта при ходьбе // Всерос. вестн. гильдии ортопедов-протезистов. 2009. № 4. С. 58-62.
4. Экспериментально-клиническое обоснование комбинированного остеосинтеза при замещении дефектов длинных костей (предварительное сообщение) / А.А. Еманов, А.И. Митрофанов, Д.Ю. Борзунов, С.Н. Колчин // Травматология и ортопедия России. 2014. № 1. С. 16-23.

5. Ефимов А.П. Информативность биомеханических параметров походки для оценки патологии нижних конечностей // Рос. журн. биомеханики. 2012. Т. 16, № 1. С. 80-88.
6. Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. М.: ЧП Андреева М. М., 2007. 640 с.
7. Скворцов Д.В. Концепция анализа патологической походки // Рос. журн. биомеханики. 1999. Т. 3, № 2. С. 104-105.
8. Смирнова Л.М. Программно-аппаратный комплекс для оценки анатомо-функциональных нарушений и эффективности ортезирования при патологии стопы // Мед. техника. 2009. № 6. С. 22-26.
9. Сравнительный анализ походки у больных со стабильным и нестабильным эндопротезами тазобедренных суставов / А.С. Тряпичников, О.К. Чегуров, Т.И. Долганова, А.Л. Максимов, Э.Г. Нифтулаев // Врач-аспирант. 2014. № 1.3 (62). С. 446-452.
10. Диагностическая значимость подографии у больных с гонартрозом / В.И. Шевцов, Т.Н. Долганова, Н.В. Сазонова, И.А. Меньщикова // Вестн. РАМН. 2009. № 6. С. 32-36.
11. Pelvic motion in trans-femoral amputees in the frontal and transverse plane before and after special gait re-education / C. Sjö Dahl, G.B. Jarnlo, B. Söderberg, B.M. Persson // Prosthet. Orthot. Int. 2003. Vol. 27, No 3. P. 227-237.

#### REFERENCES

1. Borzunov D.Iu., Mitrofanov A.I., Kolchev O.V. Ispol'zovanie chreskostnogo i intramedullarnogo blokiruемого osteosinteza pri lechenii patsientov s posledstviyami perelomov dlinnykh kostei [The use of transosseous and intramedullary locked osteosynthesis in treatment of patients with the consequences of long bone fractures] // J. Orthop. Trauma Surg. Relat. Res. – 2011. – Vol. 23, No 3. – P. 17-22.
2. Nekotorye kolichestvennyye pokazateli biomekhanicheskikh parametrov pokhodki u zdorovykh obsleduemykh [Some quantitative values of gait biomechanic parameters in normal examined persons] / D.V. Dolganov, T.I. Dolganova, N.V. Sazonova, V.A. Shchurov // Vestn. Novykh Med. Tekhnologii. – 2008. – Т. 15, N 3. – S. 123.
3. Dolganova T.I., Dolganov D.V., Butorina N.I. Tipy krivykh grafikov summarnoi nagruzki na stopy pri kompensatsii dvigatel'nogo defekta pri khod'be [Types of curves in the graphs of feet total load when motor defect compensation during walking] // Vseros. Vestn. Gil'dii Ortopedov-protevizistov. 2009. N 4. S. 58-62.
4. Eksperimental'no-klinicheskoe obosnovanie kombinirovannogo osteosinteza pri zameshenii defektov dlinnykh kostei (predvaritel'noe soobshchenie) [Experimental-and-clinical substantiation of combined osteosynthesis for filling long bone defects (a preliminary report)] / A.A. Emanov, A.I. Mitrofanov, D.Iu. Borzunov, S.N. Kolchin // Travmatologiya i Ortopediya Rossii. 2014. N 1. S. 16-23.
5. Efimov A.P. Informativnost' biomekhanicheskikh parametrov pokhodki dlia otsenki patologii nizhnikh konechnostei [The informative potential of gait biomechanical parameters for the lower limb pathology evaluation] // Ros. Zhurn. Biomekhaniki. 2012. Tom 16, N 1. S. 80-88.
6. Skvortsov D.V. Diagnostika dvigatel'noi patologii instrumental'nymi metodami: analiz pokhodki, stabilometriya [Diagnosing motor pathology by instrumental methods: gait analysis, stabilometry]. M.: ChP M. Andreeva. M., 2007. 640 s.
7. Skvortsov D.V. Kontseptsii analiza patologicheskoi pokhodki [The concept of pathological gait analysis] // Ros. Zhurn. Biomekhaniki. 1999. Tom 3, N 2. S. 104-105.
8. Smirnova L.M. Programmno-apparatnyi kompleks dlia otsenki anatomico-funktsional'nykh narushenii i effektivnosti ortezirovaniya pri patologii stopy [Software-hardware complex for evaluating anatomic-and-functional disorders and orthotics efficiency for foot pathology] // Med. Tekhnika. 2009. N 6. S. 22-26.
9. Sravnitel'nyi analiz pokhodki u bol'nykh so stabil'nym i nestabil'nym endoprotezami tazobedrennykh sustavov [Gait comparative analysis in patients with stable and instable implants of the hips] / A.S. Triapichnikov, O.K. Chegurov, T.I. Dolganova, A.L. Maksimov, E.G. Niftulaev // Vrach-aspirant. 2014. N 1.3 (62). S. 446-452.
10. Diagnosticheskaya znachimost' podografii u bol'nykh s gonartrorozom [Podography diagnostic significance in patients with gonarthrosis] / V.I. Shevtsov, T.N. Dolganova, N.V. Sazonova, I.A. Men'shchikova // Vestn. RAMN. 2009. N 6. S. 32-36.
11. Pelvic motion in trans-femoral amputees in the frontal and transverse plane before and after special gait re-education / C. Sjö Dahl, G.B. Jarnlo, B. Söderberg, B.M. Persson // Prosthet. Orthot. Int. 2003. Vol. 27, No 3. P. 227-237.

Рукопись поступила 04.06.2015.

#### Сведения об авторах:

1. Долганова Тамара Игоревна – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, ведущий научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей, д. м. н.
2. Борзунов Дмитрий Юрьевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, заместитель директора по научной работе, д. м. н.
3. Митрофанов Александр Иванович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, научный сотрудник лаборатории гнойной остеологии и замещения дефектов, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 4, к. м. н.
4. Колчин Сергей Николаевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, аспирант.

#### Information about the authors:

1. Dolganova Tamara Igorevna – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" (FSBI "RISC RTO") of the RF Ministry of Health; Laboratory of Deformity Correction and Limb Lengthening, a leading researcher, Doctor of Medical Sciences.
2. Borzunov Dmitrii Iur'evich – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" (FSBI "RISC RTO") of the RF Ministry of Health; Deputy Director for Science, Doctor of Medical Sciences; e-mail: borzunov@bk.ru.
3. Mitrofanov Aleksandr Ivanovich – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" (FSBI "RISC RTO") of the RF Ministry of Health; Laboratory of Pyogenic Osteology and Limb Defect Filling, a researcher, Head of Traumatologic-and-Orthopedic Department No 4, Candidate of Medical Sciences.
4. Kolchin Sergei Nikolaevich – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" (FSBI "RISC RTO") of the RF Ministry of Health; a postgraduate student; sergei.kolchin@gmail.com