

## **Количественный и качественный анализ динамоплантограмм у пациентов с повреждениями таранной кости после лечения по методу Г.А. Илизарова**

**Т.И. Долганова, И.И. Мартель, В.А. Нарницын**

### **Quantitative and qualitative analysis of dynamoplantograms in patients with talus injuries after treatment according to the Ilizarov method**

**T.I. Dolganova, I.I. Martel, V.A. Naritsyn**

Федеральное государственное учреждение «Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган (и.о. генерального директора — д.м.н., профессор А.Н. Дьячков)

В амбулаторных условиях было проведено исследование статических и динамических параметров ходьбы (комплекс "ДиаСлед-Скан", г. С-Петербург) у 13 пациентов с переломами (4 человека) и переломо-вывихами (9 человек) таранной кости после лечения их методом чрескостного остеосинтеза. Качественная и количественная оценка динамоплантограммы позволила выработать дополнительные критерии оценки результата лечения больных с переломом таранной кости. Хороший результат лечения – увеличение переднезаднего коэффициента стопы за счет увеличения нагрузки на область головок плюсневых костей при сохраненной или умеренно сниженной нагрузке на пятку. Отсутствуют локальные точки нагружения по областям стопы, но по данным дополнительных показателей локальной перегрузки при ходьбе выявляется перегрузка в области свода стопы. Удовлетворительный результат лечения – в статике и при ходьбе уменьшение переднезаднего коэффициента стопы с локальным увеличением парциальной нагрузки на пятку. По данным основных и дополнительных показателей локальной перегрузки в статике и при ходьбе выявляется перегрузка в области медиального и латерального отделов свода стопы.

Ключевые слова: таранная кость, перелом, остеосинтез аппаратом Илизарова, динамоплантограмма.

The study of static and dynamic walking parameters ("DiaSled-Scan" complex, St. Petersburg) was performed in 13 patients with fractures (4 subjects) and fracture-dislocations (9 subjects) of the talus in out-patient settings after their treatment with the method of transosseous osteosynthesis. The qualitative and quantitative estimation of dynamoplantograms enabled to work out the additional criteria for evaluation of treatment results in the patients with talus fractures. Good result of treatment is the increase of anterior-posterior foot coefficient at the expense of the increase of loading on the metatarsal heads, provided the preserved or moderately decreased loading on the heel is maintained. Also, there are no local loading points on foot parts, but according to the additional measurements of local overloading the foot arch was noted to be overloaded during walking. Satisfactory result of treatment means the decrease of anterior-posterior foot coefficient both statically and during walking, and local increase of partial loading on the heel. According to the main and additional measurements of local overloading both statically and during walking, the overloading of the medial and lateral parts of the foot arch was revealed.

Keywords: talus, fracture, osteosynthesis with the Ilizarov fixator, dynamoplantogram.

В научной литературе вопросам лечения пациентов с повреждениями таранной кости уделяется мало внимания, хотя частота их достигает 5,1 % от всех переломов костей стопы, а частота неудовлетворительных исходов лечения таких повреждений достигает 75 %, т.к. существует большой риск некроза таранной кости, что влечет за собой нарушение функции голеностопного сустава [2, 6-8]. Трудности лечения этих переломов обусловлены особенностями кровоснабжения, анатомического строения и функциональной нагрузки таранной кости, а исходы лечения пациентами оцениваются нагрузкой на стопу и различные её отделы [3].

Динамоплантограмма – одна из основных биомеханических характеристик ходьбы, используемая для оценки функционального состояния стопы по анализу распределения нагрузки подошвенной поверхности [4]. В связи с этим представляется актуальным исследование динамоплантограмм у больных с подобными повреждениями после лечения их методом чрескостного остеосинтеза.

**Цель исследования** – количественный и качественный анализ динамоплантограмм у пациентов с переломами таранной кости после лечения аппаратом Илизарова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В амбулаторных условиях было проведено исследование динамоплантограммы у 13 пациентов с переломами (4 человека) и переломовывихами (9 человек) таранной кости после лечения их методом чрескостного остеосинтеза. Среди них мужчин было 6 человек, женщин – 7 человек, средний возраст составил  $37,6 \pm 2,4$  года.

Всем пациентам при поступлении в клинику в экстренном порядке проводили вправление вывиха и/или репозицию перелома с фиксацией сегмента аппаратом Илизарова [5, 9, 10]. В послеоперационном периоде – медикаментозное и физио-функциональное лечение, направленное на улучшение трофики и стимуляцию репаративных процессов в «зоне перелома» таранной кости. Сроки фиксации аппаратом составили от 33 до 85 дней.

Результаты лечения изучены у всех больных в сроки от 1 до 5 лет. При оценке учитывали консолидацию перелома, восстановление опороспособности конечности, которые сопоставляли с данными динамоплантограмм.

По результатам лечения выделены две группы пациентов.

1 – результат расценен как «хороший» (8 пациентов); клинически была достигнута консолидация перелома (рис. 1), восстановлена опороспособность конечности и отсутствовали боли при ходьбе.

2 – результат расценен как «удовлетвори-

тельный» (5 пациентов); клинически также регистрировалась консолидация перелома, однако имелись боли и хромота при нагрузке на конечность при ходьбе (рис. 2).

Для контроля использованы данные обследования 14 мужчин в возрасте от 20 до 45 лет, без жалоб на боли в суставах нижних конечностей, и при регистрации подограмм отсутствовали нарушения плавности графиков суммарной нагрузки на стопы. Количественная и качественная оценка динамоплантограмм, статических и динамических параметров ходьбы производилась с помощью комплекса "ДиаСлед-Скан", г. Санкт-Петербург. Регистрация параметров проводилась в позе стоя и при привычном темпе ходьбы.

Анализ динамоплантограммы основан на определении основных показателей межзонального распределения нагрузки на плантарной поверхности, выявлении общих перегрузок областей стопы и локальных перегрузок плантарной поверхности. Деление на зоны учитывает область стопы (пяточную, область свода, головок плюсневых костей, пальцев) и положение относительно продольной оси стопы (латеральная или медиальная). Качественный анализ распределения нагрузки на отделы стопы проводился в режиме 3D отображения в статике и при ходьбе, количественный – при цифровом отображении.



Рис. 1. Фоторентгенограммы больного Б, 34 лет. DS: открытый переломовывих тела таранной кости, перелом внутренней лодыжки и разрыв связочного аппарата голеностопного сустава справа (а) до и (б) после снятия аппарата через 4 года



Рис. 2. Фоторентгенограммы больной Т, 41 год. DS: открытый переломовывих правой таранной кости с двухлодыжечным переломом. (а) до и (б) после снятия аппарата через 4 года

Для количественной оценки динамоплантограммы рассчитывались следующие показатели [4]:

1. Переднезадний коэффициент опоры ( $K_{F_{п/з}}$ ) – отношение суммарного давления, приходящегося на передний отдел стопы, к давлению, воспринимаемому задним отделом стопы.

2. Медиолатеральный коэффициент опоры ( $K_{F_{м/л}}$  (область)) – отношение суммарного давления, которое приходится на медиальную часть области стопы, к давлению, воспринимаемому латеральной частью этой области.

3. Парциальная нагрузка ( $F'$ ) на область стопы – отношение суммарного давления, которое приходится на отдельную область стопы, к давлению, воспринимаемому всей стопой.

4. Основной показатель локальной перегрузки ( $K_{P1}$ ) характеризует отношение максимального давления, которое наблюдается в зоне, к среднему давлению в области, к которой относится эта зона.

5. Дополнительный показатель локальной перегрузки ( $K_{P2}$ ) – отношение максимального давления, наблюдаемого в зоне плантарной поверхности, к среднему давлению в этой зоне.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Для пациентов I группы (табл. 1) как в статике, так и при ходьбе имеет место увеличение переднезаднего коэффициента стопы за счет увеличения нагрузки на область головок плюсневых костей при сохраненной или умеренно сниженной нагрузке на пятку, что подтверждается снижением показателя парциальной нагрузки на пятку ( $F'$  пятка) при ходьбе (рис. 3). В области пятки давление распределяется симметрично относительно продольной оси стопы, и соответственно медио-латеральный коэффициент достоверно не отличается от значений нормы.

Парциальная нагрузка на отделы стопы ( $F'$ ) в

статике достоверно не отличается от значений контроля. Как и у здоровых обследованных по данным основных показателей локальной перегрузки в статике и при ходьбе отсутствуют локальные точки нагружения по областям стопы. Но по данным дополнительных показателей локальной перегрузки в статике (больше при ходьбе) выявляется перегрузка в области свода стопы по латеральному краю с невысокой парциальной нагрузкой по медиальному отделу свода стопы (рис. 4), что регистрируется при начальных формах артрозов.

Для устранения этих перегрузок необходимо рекомендовать пациентам использовать стельки из мягких демпфирующих материалов.

Таблица 1

Показатели динамоплантограммы (M±m)

<i><b>В статике</b></i>			
показатели	норма	группа I (n=8)	группа II (n=5)
<b>Переднезадний коэффициент опоры</b>			
$K_{F_{п/з}}$	1,31±0,15	1,97±0,22*	0,71±0,04*
<b>Медиолатеральный коэффициент</b>			
$K_{F_{м/л}}$ пятка	0,95±0,04	1,04±0,07	1,61±0,19*
$K_{F_{м/л}}$ свод	0,65±0,04	0,59±0,09	0,61±0,13
$K_{F_{м/л}}$ плюсна	0,97±0,06	0,92±0,05	0,90±0,07
$K_{F_{м/л}}$ пальцы	1,00±0,10	0,94±0,12	4,36±1,73*
$K_{F_{м/л}}$ вся стопа	0,80±0,053	0,82±0,08	1,02±0,04*
<b>Парциальная нагрузка на область стопы</b>			
$F'$ пятка	0,32±0,020	0,28±0,02	0,33±0,06
$F'$ свод	0,15±0,013	0,20±0,02	0,28±0,07*
$F'$ плюсна	0,42±0,023	0,49±0,02*	0,27±0,05*
$F'$ пальцы	0,06±0,005	0,06±0,008	0,06±0,005
<i><b>В динамике</b></i>			
<b>Переднезадний коэффициент опоры</b>			
$K_{F_{п/з}}$	2,62±0,16	2,89±0,13	1,28±0,15*
<b>Медиолатеральный коэффициент</b>			
$K_{F_{м/л}}$ пятка	0,91±0,038	0,88±0,05	1,45±0,22*
$K_{F_{м/л}}$ свод	0,60±0,055	0,60±0,07	0,61±0,07
$K_{F_{м/л}}$ плюсна	1,10±0,11	0,97±0,17	1,6±0,17*
$K_{F_{м/л}}$ пальцы	1,36±0,10	1,05±0,05	4,52±1,96*
$K_{F_{м/л}}$ вся стопа	0,96±0,062	0,90±0,08	1,36±0,07*
<b>Парциальная нагрузка на область стопы</b>			
$F'$ пятка	0,32±0,040	0,22±0,02*	0,31±0,05
$F'$ свод	0,11±0,013	0,13±0,007	0,11±0,02
$F'$ плюсна	0,52±0,016	0,52±0,02	0,48±0,06
$F'$ пальцы	0,10±0,013	0,09±0,03	0,09±0,02

Примечание: n – число наблюдений; \* – показана достоверность различий  $P \leq 0,05$  относительно значений нормы

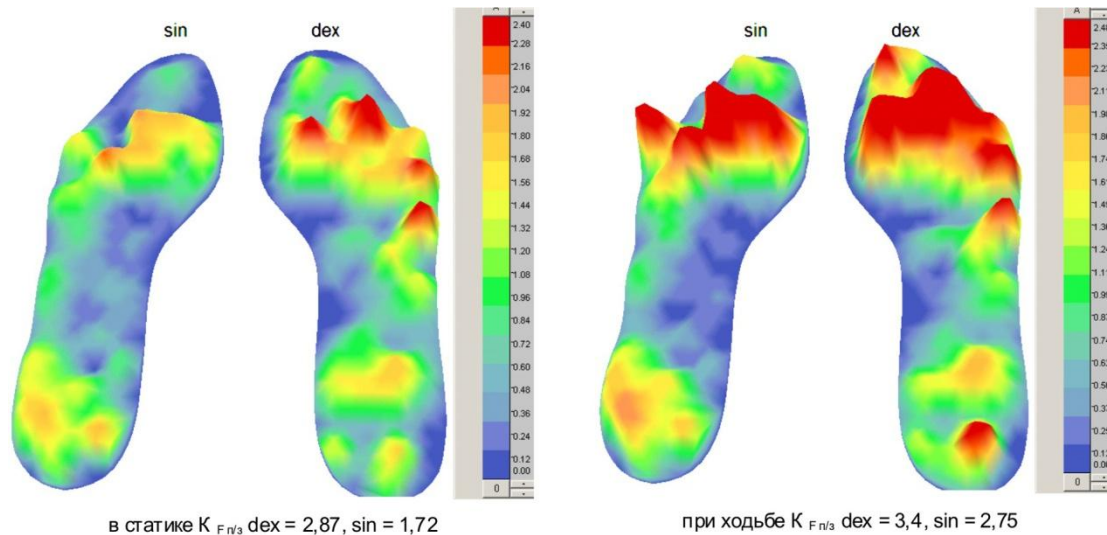


Рис. 3. Пример распределение нагрузки в статике и при ходьбе на отделы стопы больного Б, 34 лет, DS: последствия открытого переломовывиха тела таранной кости, перелома внутренней лодыжки и разрыва связочного аппарата голеностопного сустава справа. После снятия аппарата 4 года

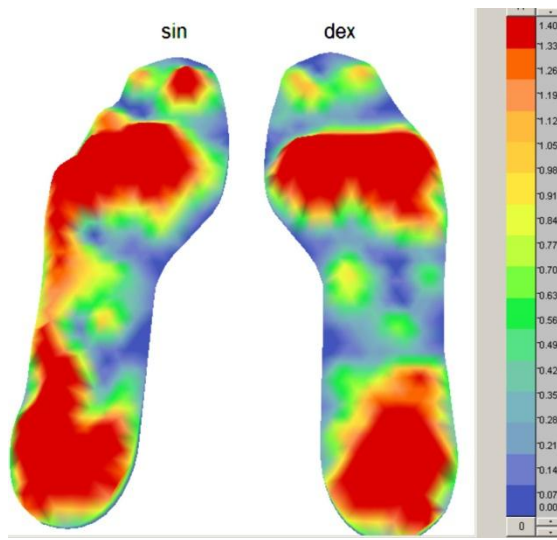
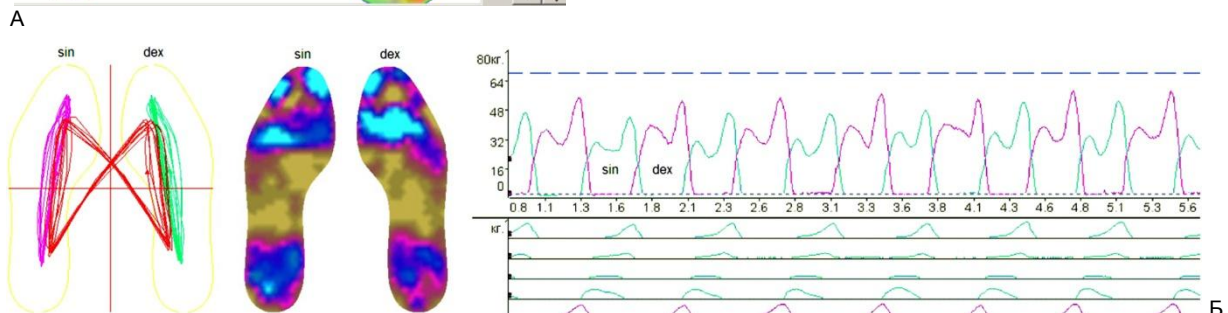


Рис. 4. Пример распределение нагрузки на отделы свода стопы больного К, 29 лет, DS: последствия открытого оскольчатого перелома таранной кости с полным вывихом левой стопы. После снятия аппарата 2,5 года:

A – динамоплантограмма

в статике		
К <sub>P2</sub>	sin	dex
медиальный край	3,8	2,49
латеральный край	1,87	3,17
при ходьбе		
медиальный край	3,95	2,56
латеральный край	1,73	2,56

Б – подограмма. Симметричность ходьбы не нарушена. Продолжительность переката через стопу S=D. Плавность графика суммарной нагрузки на правой, левой стопах не изменена



Для пациентов II группы – в статике и при ходьбе отмечается уменьшение переднезаднего коэффициента стопы (рис. 5), т.е. снижение нагрузки на передний отдел пораженной стопы из-за болей в суставах предплюсны, что подтверждается снижением показателя парциальной нагрузки на плюсневый отдел стопы и смещением нагрузок в область свода стопы – продольное плоскостопие.

Увеличение показателя медиолатерального коэффициента пятки, пальцев и соответственно всей стопы (К<sub>F M/L</sub>) отражает вальгусную уста-

новку не только пятки, но и всей стопы.

В норме в позе стоя субтаральный сустав находится в позиции пронации, наблюдается внутренняя ротация нижних конечностей, а задние отделы стоп часто находятся в вальгусной позиции по отношению к оси голени. При приближении пронации к своему пределу напряжение в околоуставных тканях может достигать болевого порога, вызывая формирование стойких болевых синдромов перегрузочного генеза. Если субтаральный сустав гиперпронирован и не успевает ресупинироваться до нейтрального

положения в течение периода опоры, то движение ресупинации продолжается и в пропульсивном периоде. Эта «затянутая» по времени пронация не позволяет сформировать из структур стопы «жёсткого рычага» и резко снижает биомеханическую эффективность отталкивания. Для поддержания заданной скорости передвижения субъект будет вынужден компенсаторно подключать добавочные мышечные группы и излишне напрягать мышечно-связочный аппарат нижних конечностей [1].

Локальное увеличение парциальной нагрузки

на пятку в статике и при ходьбе у пациентов II группы указывает на зону повышенного риска формирования или прогрессирования деформации пятки. По данным основных и дополнительных показателей локальной перегрузки в статике и при ходьбе выявляется перегрузка в области медиального и латерального отделов свода стопы, что регистрируется при выраженных формах артрозов. На плантограмме определяется гетерогенность (неоднородность) распределения давления по плантарной поверхности (рис. 6).

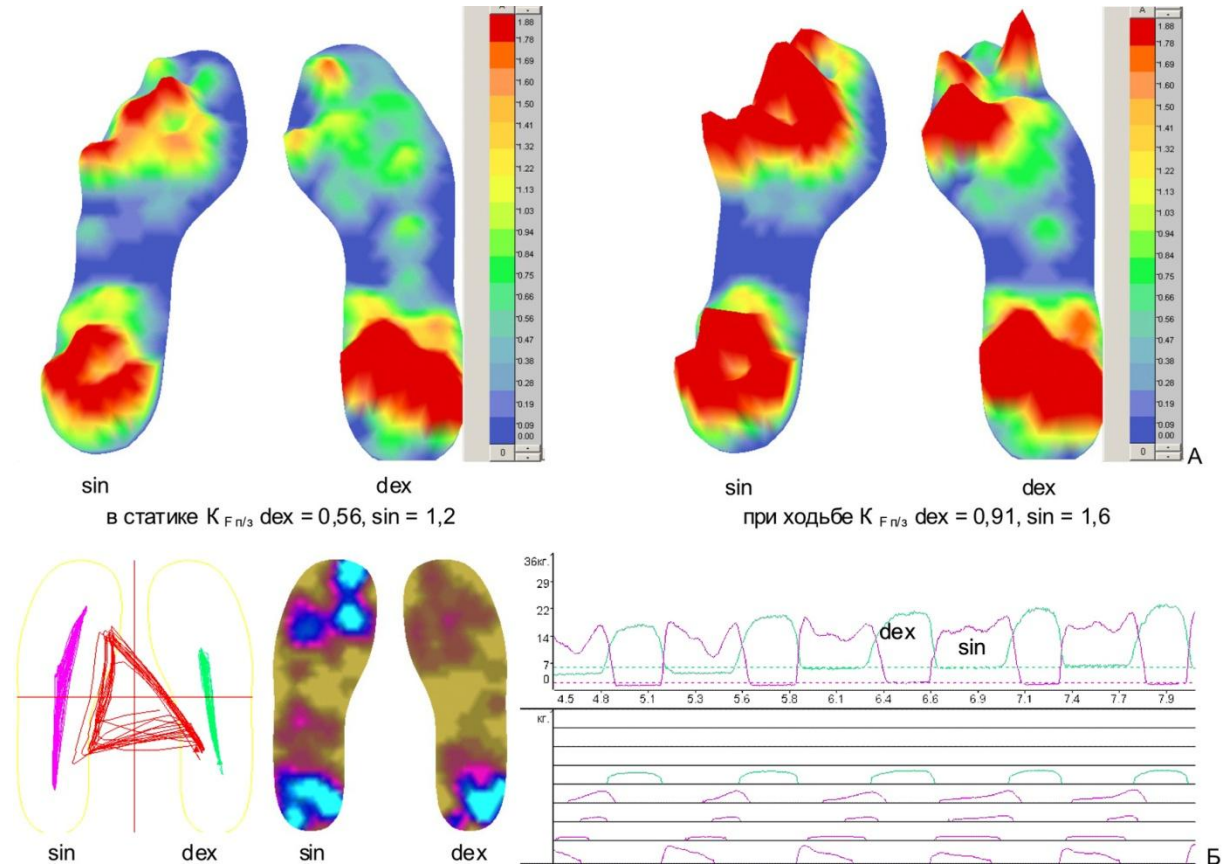


Рис. 5. Пример распределение нагрузки на отделы стопы и подограмма больной Т, 41 год, DS: последствия инфицированного переломовывиха правой таранной кости с двухлодыжечным переломом. Консолидированный закрытый косой перелом верхней трети диафиза большеберцовой кости, наружного мыщелка, клиновидной кости слева. После снятия аппарата 4 года: А – динамоплантограмма; Б – подограмма. Точка перекреста ОЦД в системе координат горизонтальной плоскости при ходьбе смещена вправо и кзади. Симметричность ходьбы нарушена. Компенсаторно вариабельность шага более выражена слева. Продолжительность переката через стопу S>D на 21 %. Асимметрия силы переднего толчка 6,9 % S>D. Задний толчок справа не выражен

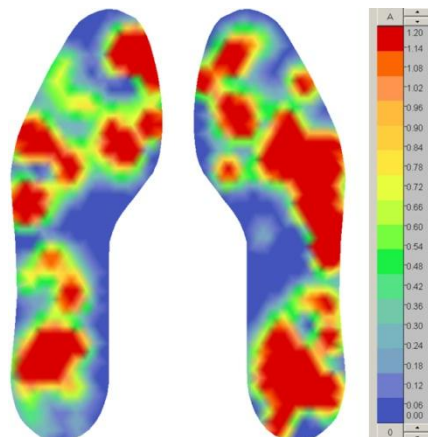


Рис. 6. Гетерогенность распределения давления по плантарной поверхности

ВЫВОД

Качественная и количественная оценка динамоплантограммы позволила выработать дополнительные критерии оценки результата лечения больных с переломом таранной кости.

*Хороший результат лечения* – увеличение переднезаднего коэффициента стопы за счет увеличения нагрузки на область головок плюсневых костей при сохраненной или умеренно сниженной нагрузке на пятку. Отсутствуют локальные точки нагружения по областям стопы, но по данным дополнительных показателей ло-

кальной перегрузки при ходьбе выявляется перегрузка в области свода стопы.

*Удовлетворительный результат лечения* – в статике и при ходьбе уменьшение переднезаднего коэффициента стопы с локальным увеличением парциальной нагрузки на пятку. По данным основных и дополнительных показателей локальной перегрузки в статике и при ходьбе выявляется перегрузка в области медиального и латерального отделов свода стопы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бэйкрофт Ч. М., Нечаев В. И. Биомеханика субтаранного сустава и ортозы стопы. URL: <http://www.stopa.info/articles/02/04>.
2. Крупко И. Л., Глебов Ю. И. Переломы области голеностопного сустава и их лечение. Л. : Медицина, 1972. 160 с.
3. Паламарчук В. В. Лечение переломов, перелома-вывихів таранной кости, підтаранних вивихов стопы и сопредельных повреждений : автореф. дис... канд. мед. наук. Харьков, 2002. 21 с.
4. Смирнова Л. М. Качественный анализ динамоплантограммы в оценке функционального состояния стопы // Вестн. гильдии протезистов-ортопедов. 2006. № 3-4. С. 74–81.
5. Соломин Л. Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г. А. Илизарова. СПб. : МОРСАР АВ, 2005. 544 с.
6. Справочник по травматологии и ортопедии / под ред. А. А. Корж [и др.]. Киев : Здоров'я, 1980. С. 21.
7. Травматология и ортопедия : рук. для врачей / под ред. Ю. Г. Шапошникова : В 3 т. Т. 2. М. : Медицина, 1997. 592 с.
8. Трубников В. Ф. Заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата. Киев : Здоровья, 1984. С. 264-266.
9. Швед С. И., Сысенко Ю. М., Мальцева Л. В. Чрескостный остеосинтез по Илизарову при лечении больных с переломами таранной кости // Гений ортопедии. 1997. № 1. С. 50-52.
10. Шигарев В. М., Зырянов С. Я. Наш взгляд на современное состояние проблемы лечения переломов таранной кости // Гений ортопедии. 1998. № 2. С. 26-28.

Рукопись поступила 30.10.09.

**Сведения об авторах:**

1. Долганова Тамара Игоревна – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова», ведущий научный сотрудник научного клинико-экспериментального отдела физиологии, д.м.н.;
2. Мартель Иван Иванович – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова», заведующий научно-клинической лаборатории травматологии, д.м.н.;
3. Наричын Виталий Анатольевич – ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова», врач травматолог-ортопед гнойного травматологического отделения.