

**Плантографическое исследование результатов лечения пациентов с деформациями и травмами костей стопы методом комбинированного наружного чрескостного остеосинтеза**

**О.В. Бейдик, В.Д. Казаков, А.Г. Маркелов, К.К. Левченко, А.П. Любицкий, А.Ю. Цыплаков**

***Plantography study of the treatment results of patients with deformities and injuries of foot bones using the technique of combined external transosseous osteosynthesis***

**O.V. Beidick, V.D. Kazakov, A.G. Markelov, K.K. Levchenko, A.P. Liubitsky, A.Y. Tsyplakov**

ММУ «Городская клиническая больница №9», г. Саратов  
Саратовское протезно-ортопедическое предприятие, Саратовский государственный медицинский университет

---

С целью оценки отдаленных результатов лечения методом спице-стержневого наружного чрескостного остеосинтеза пациентов с травмами и деформациями стоп различной этиологии на аппаратно – программном комплексе «ДиаСлед» обследовано 18 пациентов в сроки от 6 месяцев до 5 лет. Исследовали топоологию давления, траекторию центра давления, суммарную нагрузку на каждую стопу и подограмму. Полученные результаты обследования показали, что в подавляющем большинстве случаев статические и функциональные характеристики нижних конечностей приближаются к физиологическим.

Ключевые слова: стопа, деформация, травма, наружный чрескостный остеосинтез.

18 patients were studied plantographically within the periods from 6 months to 5 years using "DiaSled" program complex to evaluate the long-term results of treatment in patients with foot injuries and deformities of different etiology by the technique of external transosseous osteosynthesis with wires and half-pins. The authors analyzed pressure topology, the track of pressure center, total loading of each foot and podogram. The results achieved demonstrated that static and functional characteristics of the lower limbs approximated physiological ones in most cases.

Keywords: foot, deformity, injury, external transosseous osteosynthesis.

---

## ВВЕДЕНИЕ

Врожденные и приобретенные деформации костей стопы занимают одно из ведущих мест среди пороков опорно-двигательного аппарата. Неадекватная тактика лечения переломов костей стопы, особенно пяточной, зачастую приводит к посттравматическим деформациям всего сегмента и инвалидности пациента. Таким образом, улучшение результатов лечения пациентов с деформациями и травмами костей стопы по-прежнему остается актуальным вопросом современной ортопедии и травматологии.

Эффективным методом, позволяющим во многом решить проблему коррекции деформаций и лечения травм костей стопы различной этиологии, является метод наружного чрескостного остеосинтеза, разработанный в РНЦ «ВТО» в г. Кургане [1-4]. Однако относительно большой

процент специфических осложнений – от 8% и более [3], значительная трудоемкость остеосинтеза и послеоперационного ведения пациентов сдерживает его более широкое применение.

С целью улучшения результатов лечения пациентов с травмами и деформациями стоп методом наружного чрескостного остеосинтеза мы более 10 лет разрабатываем комбинированный способ внешней фиксации с использованием спицевых и стержневых остеофиксаторов, устанавливаемых в кости стопы и крепящихся к внешним опорам аппарата Г.А. Илизарова. Повышение жесткости и стабильности фиксации, а также снижение трудоемкости остеосинтеза позволили значительно уменьшить число осложнений и получить абсолютное большинство хороших функциональных результатов лечения [3].

Для объективной оценки отдаленных результатов проведенных лечебных мероприятий, направленных на коррекцию деформаций стоп и лечение повреждений костей стопы, мы использовали аппаратно-программный комплекс «ДиаСлед», развернутый на базе медицинского отдела Саратовского протезно-ортопедического предприятия. Комплекс предназначен для регистрации, отображения и обработки информации о динамике распределения давления между стопой и опорной поверхностью (соответственно техническим условиям ТНУК.944129.000 ТУ, сертификат соответствия №РОСС ru.0001.UMOZ, разрешен к применению Минздравом России (протокол №9 от 01.12099г.)).

Первичная информация в комплекс «ДиаСлед» поступает с функциональных стелек, содержащих датчики давления. При обследовании функциональные стельки вкладывали в обувь. Плотность установки датчиков одинакова для всех типоразмеров функциональных стелек, таким образом количество датчиков определяется типоразмером стельки. Частота опроса каждого датчика – не менее 100 отсчетов в секунду. Массив измеренных данных поступает в компьютер и обрабатывается программой «ДиаСлед». Результаты этой обработки представляются в виде:

- топологии (распределения) давления по подошвенной поверхности стоп;
- траектории изменения центра давления во времени под каждой из стоп и совместной для обеих стоп;
- графиков суммарной нагрузки на каждую стопу (интегральной нагрузки);
- подограммы (продолжительности опоры на различные участки стопы).

Ближайшие и отдаленные результаты лечения больных с деформациями и травмами костей стопы оценены нами у 13 пациентов с деформациями стоп и у 5 пациентов с травмами костей стопы.

Сроки ближайших и отдаленных результатов лечения колебались от 6 месяцев до 5 лет.

По характеру патологии и этиологии заболевания пациенты распределились следующим образом: врожденные деформации стоп – 5 человек, нейрогенные деформации стоп – 8 человек, переломы костей стопы – 5 человек.

Всем больным выполняли остеосинтез костей голени и стопы аппаратом внешней фиксации спице-стержневого типа по разработанной методике. Оперативные вмешательства при **деформациях** стопы включали в себя остеотомии костей стопы, артрорезы суставов Шопара и подтаранного в зависимости от патологии и характера деформации. В послеоперационном периоде производили дистракцию для исправле-

ния имеющихся деформаций и формирования правильных анатомических и биомеханических взаимоотношений костей стопы. При **травмах** стопы коррекцию имеющихся смещений осуществляли после проведения остеосинтеза одномоментно, на операционном столе, либо постепенной дистракцией в послеоперационный период в зависимости от вида перелома и характера смещения фрагментов.

Для оценки функционального состояния стопы в результате проведенных хирургических вмешательств измерения проводили в стандартной обуви без ортопедических стелек, которая представляла собой тапочки с высотой каблука 1,5 см, мягким верхом и гибкой резиновой подошвой. При обследовании в статике – пациент находился в положении стоя, расстояние между пятками 3-6 см, носки на одной линии, голова – прямо. Пациент во время измерений не двигался и не разговаривал. Продолжительность измерения составляла 3-4 секунды. Записывали график интегральной нагрузки (суммарной на плантарной поверхности) на стопы, а также топографию максимального давления под стопами за период измерения и траекторию центра давления (общую и отдельно для каждой стопы).

#### *Анализ ходьбы пациента*

Для этого перед первичным измерением предлагали пациенту пройти вперед привычной походкой, глядя перед собой, не обращая внимания на кабели, соединяющие функциональные стельки с модулем преобразования и компьютером. Пациент должен был адаптироваться к новым условиям ходьбы.

Анализировали не менее шести двойных шагов. Продолжительность измерения составляла 5-8 секунд. Для повышения объективности оценки биомеханических параметров ходьбы выполняли несколько отдельных измерений при её различной скорости.

Графики интегральной нагрузки представляли собой графики зависимости от времени суммарного давления на каждую стопу.

В норме график интегральной нагрузки выглядит в виде плавных линий с периодами одинаковой продолжительности для обеих стоп. В структуре графика интегральной нагрузки при ходьбе в норме можно выделить:

- первый максимум, соответствующий переднему толчку (в норме – пяткой);
- главный минимум нагрузки, соответствующий одноопорному периоду шага (опора обследуемого на одну конечность, в то время как другую он переносит над опорой);
- второй максимум, соответствующий заднему толчку (в норме носком).

Структура графика интегральной нагрузки (ГИН) зависит от скорости ходьбы. В норме

структура ГИН одинакова для обеих стоп. При анализе ГИН оценивают плавность, асимметрию таких характеристик для левой и правой стопы, как величина заднего и переднего толчка, главного минимума нагрузки, продолжительность периодов опоры.

**Анализ топологии (распределения) давления под стопами**

В норме максимальное давление в положении стоя приходится на область пятки, а при ходьбе – также на область головки 1-ой плюсневой кости или 1-3-й плюсневых костей. Меньшее давление наблюдается в области пальцев, наружного продольного свода и совсем незначительное – вплоть до отсутствия – под внутренним сводом стопы. В области пятки наблюдается симметричное распределение давления. С увеличением скорости ходьбы в норме давление смещается в область носка.

При анализе топологии давления обращали внимание на его распределение под каждой стопой, выявляя локализацию перегрузок и наоборот, зон сниженного давления. Кроме того, оценивали симметричность давления под пятками.

Определяли степень асимметрии распределения давления одной стопы по сравнению с другой.

**Анализ траектории центра давления под стопами**

ТЦД (траектория центра давления) является производной характеристикой от изменения распределения давления под стопой во времени. В норме ТЦД для каждой стопы в положении стоя выглядит в виде точки, расположенной несколько кпереди от проекции голеностопного сустава, а для ходьбы – в виде плавной, латерально вытянутой дуги протяженностью почти от центра пятки до области центра носка. При

этом ТЦД левой стопы и правой «зеркально отображены», а общая ТЦД для обеих стоп в положении стоя выглядит в виде точки, расположенной по середине изображения измерительных стелек, а при ходьбе – в виде бабочки с одинаковыми «крыльями» и центром, расположенным на продольной оси между изображением стелек.

В норме расположение ТЦД одинаково для различных шагов. При анализе ТЦД обращали внимание на длину шагов, плавность, расположение относительно продольной оси стопы и повторяемость, а также оценивали их симметричность.

**Анализ подограммы (последовательности и продолжительности опоры на различные участки стопы)**

Подограмма представляет собой графики зависимости суммарной нагрузки от времени для различных отделов стопы. Для отображения подограммы вся стелька условно разделена по продольной оси на 4 части: начиная от пятки, через область продольного свода и головок плюсневых костей и заканчивая областью пальцев. На подограмме графики для этих участков стопы отображены последовательно снизу вверх и обозначены зелёным цветом для левой стопы и красным для правой.

В норме включение стопы в опору осуществляется от пятки через область свода, головки плюсневых костей, заканчиваясь пальцами.

Продолжительность опоры через эти зоны одинакова для обеих стоп.

При анализе подограммы изучали последовательность и продолжительность опоры на различные участки стопы, а также максимальную суммарную нагрузку на них при ходьбе, оценивали симметричность этих характеристик одной стопы по сравнению с другой.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Результаты проведенного обследования представлены в таблице 1.

Анализ полученных результатов показал, что умеренное и незначительное ограничение опорной, рессорной и толчковой функций нижней конечности отмечено в 88,9% результатов лечения больных с травмами и деформациями стоп.

Выраженное ограничение опорной, рессорной и толчковой функций нижней конечности

отмечено в 11,1% отдаленных результатов лечения больных, причем удовлетворительный функциональный результат лечения пациентов в данном случае обусловлен этиологией имеющих деформаций стоп, а именно – поражениями ЦНС (в частности, головного мозга вследствие инсульта и спинного мозга вследствие гематомы, обусловленной его травматическим повреждением).

Таблица 1

Результат	Наименование патологии			ВСЕГО
	Врожденные деформации стоп	Нейрогенные деформации стоп	Переломы костей стопы	
Умеренное ограничение опорно-рессорной и толчковой функций нижней конечности и хорошие результаты проведенного хирургического вмешательства	5	6	5	16 (88,9%)
Выраженное ограничение опорно-рессорной и толчковой функций нижней конечности вследствие патологии переднего либо заднего отдела стоп и удовлетворительные результаты проведенного хирургического лечения		2	0	2 (11,1%)
<b>ИТОГО</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>18 (100%)</b>

**Клинические примеры**

**Больной А.,** 1991 г.р., история болезни № 6465, поступил в клинику 19.07.99 г. с диагнозом: врожденная правосторонняя рецидивирующая косолапость; эквино-варусная деформация правой стопы. Ранее оперирован по Зацепину. 22.07.99 больному проведена операция – ахиллотомия по Баеру, плантотомия, остеотомия переднего и заднего отделов правой стопы, остеосинтез голени и стопы аппаратом спице-стержневого типа. В послеоперационном периоде производили distraction в аппарате для исправления имеющейся деформации. После фиксации аппарат с голени и стопы демонтирован, в последующем периоде лечения проведен курс физиофункциональной реабилитации. 24.03.03 г. пациент обследован на программно-аппаратном комплексе «ДиаСлед». Результаты исследования приведены ниже (рис. 1).

1. Общая траектория центра давления левой и правой стопы незначительно смещена кпереди и вправо, что связано с сохранением укорочения правой нижней конечности в пределах 3-4 мм.

Осанка практически не нарушена. Длина траектории для левой и правой стопы различна: справа – незначительно снижена, как за счет переднего, так и за счет заднего ее отдела, что свидетельствует об удовлетворительной как опорной, так и толчковой функции стопы, однако, мальчик слегка шадит при ходьбе правую ногу.

2. График интегральной нагрузки: походка симметрична, справа небольшое снижение амплитуды как переднего, так и заднего толчка, переката через стопу, т.е. умеренно выраженное ограничение толчковой и рессорной функций.

3. Распределение давления под стопами: справа нагрузка на пяточный отдел и на область проекции I пальца незначительно снижена. Умеренное смещение нагрузки в латеральную сторону.

Таким образом, можно констатировать умеренное ограничение опорной, рессорной и толчковой функций правой нижней конечности относительно левой, а в целом – хороший результат проведенной хирургической коррекции.

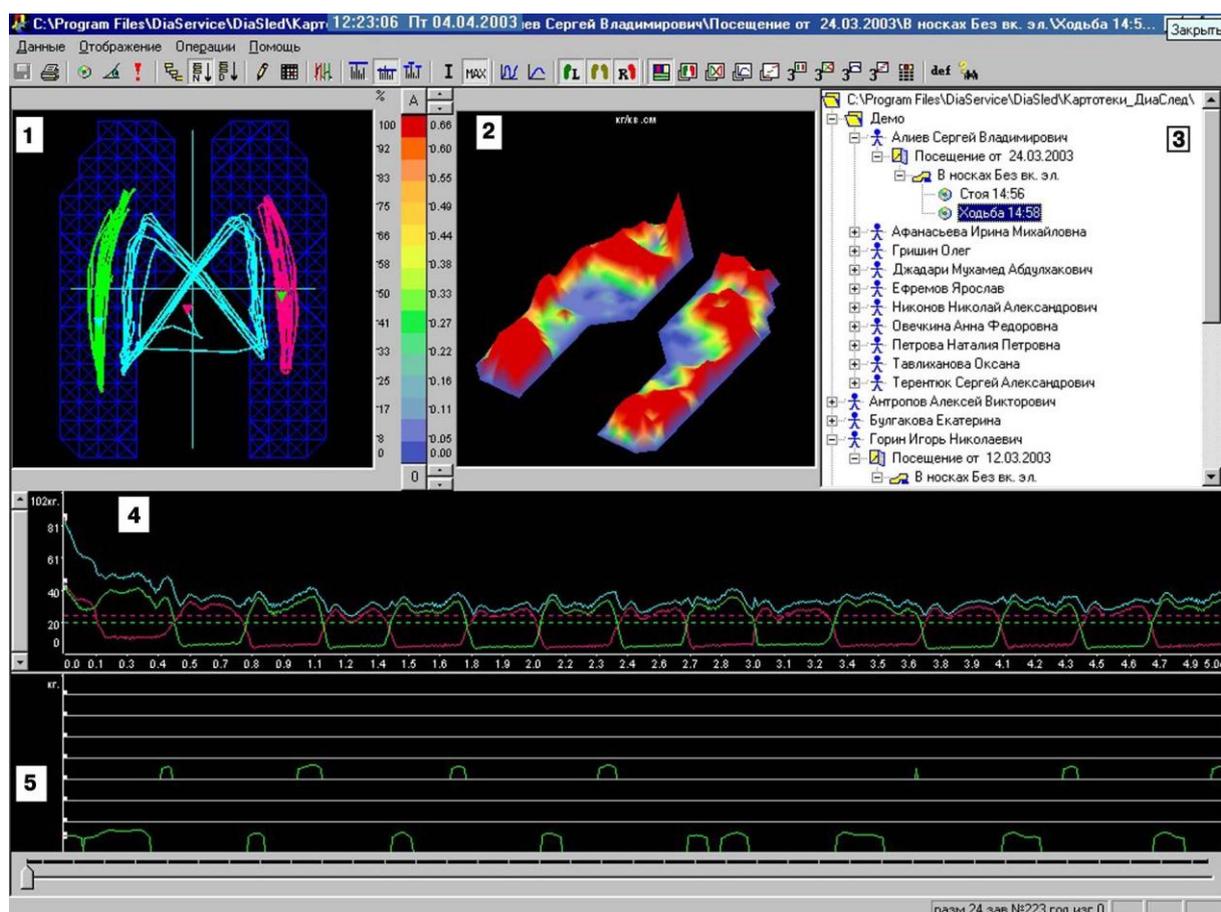


Рис. 1. Результат плантографического обследования на аппаратно-программном комплексе «ДиаСлед» пациента А., 11 лет, (3 года 8 месяцев после операции): 1 – поле траектории центра давления, 2 – поле топологий, 3 – картотека пациента, 4 – поле графика интегральной нагрузки, 5 – поле подогранны

**Больной Г.**, 1961 г.р., история болезни № 6229, поступил в клинику 3.12.01 г. с диагнозом: последствия перенесенного геморрагического инсульта, правосторонний гемипарез; эквинорварусная деформация стопы. 9.12.01 г. пациенту проведена операция – ахиллотомия по Баеру, плантотомия, трехсуставной артрорез суставов правой стопы, остеосинтез правой голени и стопы аппаратом спице-стержневого типа. В послеоперационном периоде производили distraction для коррекции имеющейся деформации стопы. После демонтажа аппарата производили физиофункциональное и медикаментозное лечение, направленное на реабилитацию пациента. 13.03.03 г. в результате обследования пациента на программно-аппаратном комплексе «ДиаСлед» было установлено следующее (рис. 2).

1. Общая траектория центра давления левой и правой стопы смещена кпереди и влево, нестабильна, что связано с неравномерной нагрузкой на конечности (особенности патетической походки – «привлекает» ногу). Структура траектории для левой и правой стопы различна: длина траектории справа увеличена за счет заднего отдела стопы, нестабильна, что свидетельствует о снижении функции голеностопного

сустава, в том числе невралгического генеза, опорная и толчковая функции стопы снижены, перекат неустойчив.

2. График интегральной нагрузки: ходьба вынужденно замедлена, походка асимметрична (справа время опоры на стопу в 2-2,5 раза больше, чем слева), резкое сглаживание главного минимума (практически отсутствует) между максимумами переднего и заднего толчка. Максимум переднего толчка (т.е. толчка пяткой) справа снижен.

3. Распределение давления под стопами: справа нагрузка на пяточный отдел снижена, как и нагрузка на головку первой плюсневой кости и 1-й палец. Смещение нагрузки в латеральную сторону симметрично на обеих конечностях (варусная установка стоп отмечалась пациентом и до травмы).

Таким образом, можно констатировать ограничение опорной, рессорной и толчковой функций правой нижней конечности как в абсолютных показателях, так и относительно левой (главным образом, за счет заднего отдела стопы), причем вследствие не только ортопедической патологии стопы, но и главным образом - поражения ЦНС.

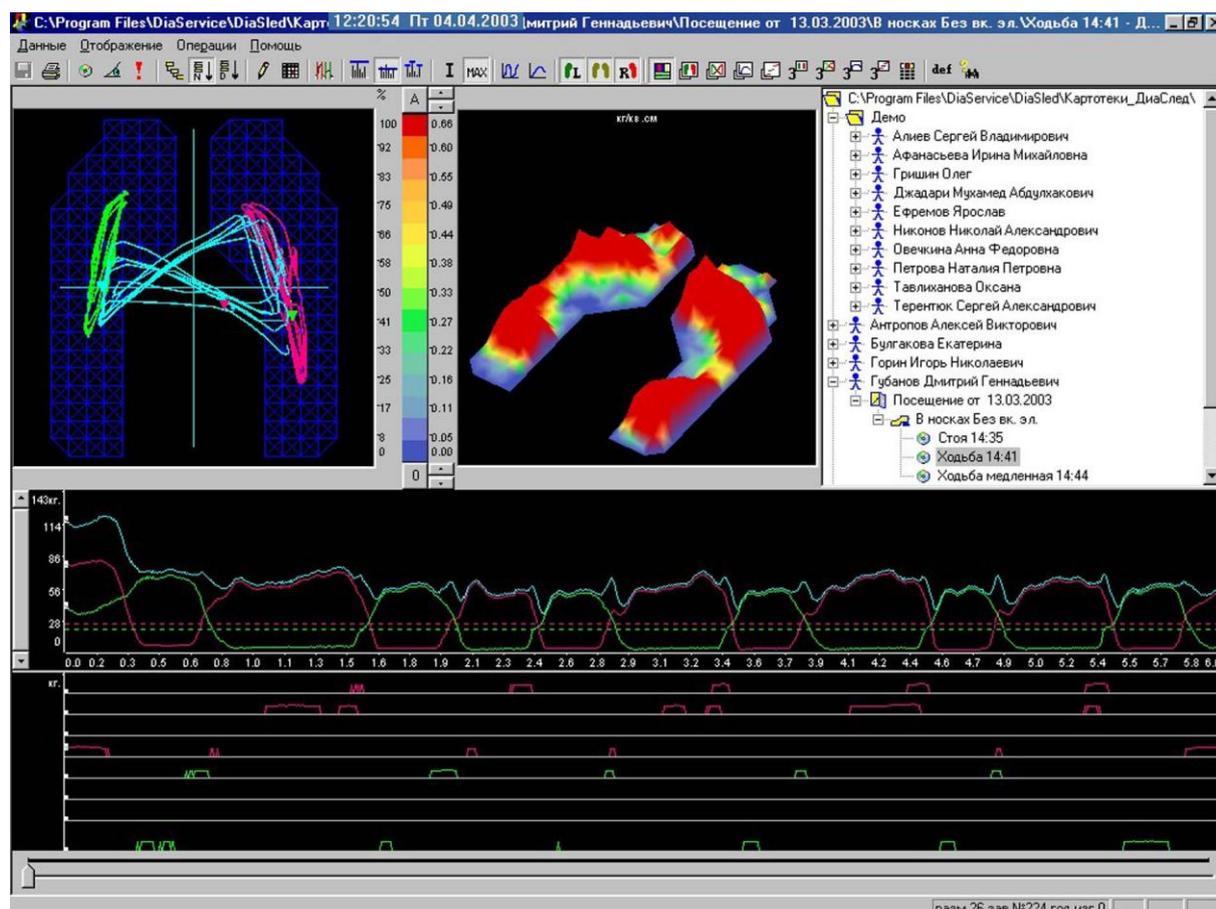


Рис. 2. Результат плантографического обследования на аппаратно-программном комплексе «ДиаСлед» пациента Г., 42-х лет (1 год 3 месяца после операции)

**Больной Б.**, 1963 г.р., история болезни № 9519, поступил в клинику 1.10.00 г. с диагнозом: закрытый перелом правой пяточной кости со смещением отломков. 3.10.00 пациенту проведена операция – остеосинтез правой пяточной кости аппаратом внешней фиксации спице-стержневого типа, в ходе которой одновременно устранено смещение отломков. В послеоперационном периоде осуществляли поддерживающую компрессию в зоне перелома. После демонтажа аппарата проводили курс физиофункциональной реабилитации правой нижней конечности. 17.04.03 г. в результате обследования пациента на программно-аппаратном комплексе «ДиаСлед» было установлено следующее (рис. 3).

1. Общая траектория центра давления левой и правой стопы незначительно смещена кпереди, симметрична. Осанка практически не нару-

шена. Длина траектории для левой и правой стопы практически одинакова.

2. График интегральной нагрузки: походка симметрична, справа небольшое снижение амплитуды переднего толчка (опоры на ранее травмированную пятку), т.е. умеренно выраженное ограничение толчковой функции.

3. Распределение давления под стопами: нагрузка на пяточный отдел практически одинакова. Умеренное смещение нагрузки в латеральную сторону с обеих сторон (больше справа). Незначительно снижена нагрузка справа на область 2-3 пальцев.

Таким образом, можно констатировать умеренное ограничение опорной и толчковой функций правой нижней конечности относительно левой, а в целом - удовлетворительные результаты проведенного оперативного вмешательства.

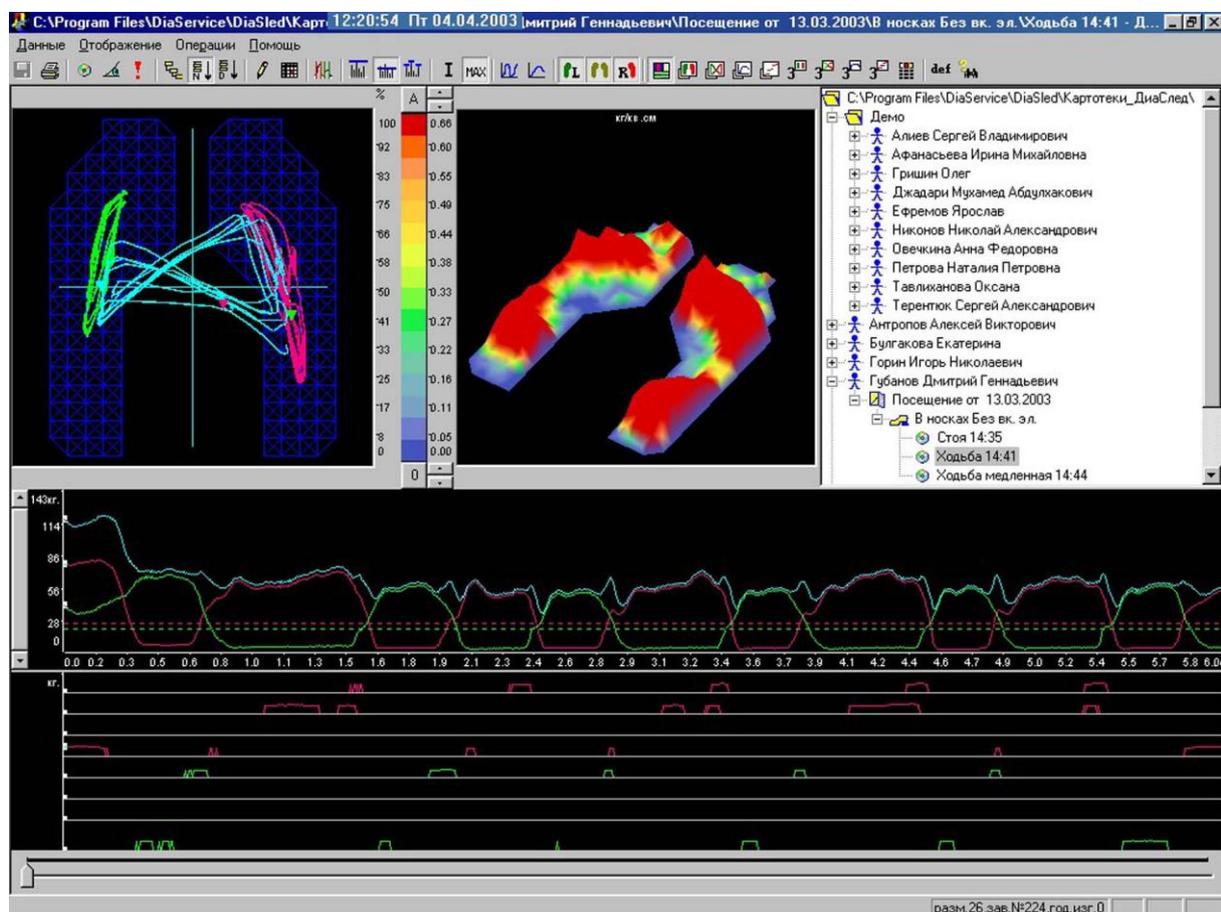


Рис. 3. Результат плантографического обследования на аппаратно-программном комплексе «ДиаСлед» пациента Б., 40 лет (2 года 6 месяцев после операции)

## ВЫВОДЫ

Проведенный анализ ближайших и отдаленных результатов хирургической реабилитации больных показал, что метод спице-стержневого наружного чрескостного остеосинтеза, применяемый нами при лечении травм и деформаций

костей стопы, позволяет в подавляющем большинстве случаев получить хорошие результаты лечения и приблизить статические и функциональные характеристики нижних конечностей к физиологическим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинические возможности метода управляемого чрескостного остеосинтеза в хирургии кисти и топы / В.И. Шевцов, Г.Р. Исмаилов, А.И. Кузовков и др. // Гений ортопедии. – 1998. - №4. – С. 108 – 115.
2. Гафаров, Х.З. Лечение деформаций стоп у детей / Х.З. Гафаров– Казань: Татар. кн. изд-во. – 1990. – 174 с.
3. Бейдик, О.В. Остеосинтез стержневыми и спицестержневыми аппаратами внешней фиксации / О.В. Бейдик, Г.П. Котельников, Н.В. Островский. – Самара: Перспектива, 2002. – 206 с.
4. Прогнозирование и профилактика осложнений при лечении аппаратами наружной фиксации / В.И. Шевцов, А.М. Черкашин, Л.В. Скляр, Р.Д. Бородайкевич // Метод Илизарова – достижения и перспективы: Тез. докл. междунар. конф. – Курган, 1993. – С. 15 – 17.

Рукопись поступила 07.10.03.

## Выходит из печати

---

**В.И. Шевцов, А.Т. Худяев, С.В. Люлин**



**НАРУЖНАЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНАЯ ФИКСАЦИЯ  
ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ  
С ПЕРЕЛОМАМИ ГРУДНОГО  
И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА**

Курган, 2003 – 207 с.

Книга посвящена одной из актуальных проблем нейрохирургии и травматологии.

В ней рассматриваются современные принципы лечения повреждений позвоночника в условиях применения аппарата наружной транспедикулярной фиксации.

Книга будет представлять большой интерес для нейрохирургов, ортопедов-травматологов, неврологов, нейрофизиологов и рентгенологов.

---