



УДК 611.986-07:616.718.56:616.71-001.516

Р.З. САЛИХОВ, И.О. ПАНКОВ, Ю.А. ПЛАКСЕЙЧУК, В.В. СОЛОВЬЕВ

Республиканская клиническая больница МЗ РТ, 420064, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 138

Исследование биомеханических параметров стопы аппаратом «Нейроком» у пациентов с застарелыми повреждениями дистального межберцового синдесмоза

Салихов Рамиль Заудатович — врач травматолог–ортопед, старший научный сотрудник научного отдела, тел. +7-917-285-28-28, e-mail: ramils@list.ru

Панков Игорь Олегович — доктор медицинских наук, ведущий сотрудник научного отдела, тел.: (843) 279-41-11, +7-987-296-31-40, e-mail: igor.pankov.52@mail.ru

Плаксейчук Юрий Антонович — кандидат медицинских наук, ведущий сотрудник научного отдела, заведующий отделением ортопедии № 1, тел. +7-917-269-60-01, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

Соловьев Владислав Всеволодович — врач травматолог–ортопед, научный сотрудник научного отдела, тел. +7-927-672-42-99, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

Проведены биомеханические исследования опорной и динамической функций нижних конечностей, баланса в вертикальной стойке у 12 пациентов с застарелыми разрывами дистального межберцового сочленения с помощью аппаратно-программного комплекса Neurocom Balance Master® 7.0. до и после оперативного лечения методом чрескостного остеосинтеза. Давность травмы составила от 3 до 28 месяцев. Каждому обследуемому было проведено 3 вида тестов: тест на удержание веса тела — Weight Bearing/Squat (WBS), тест ходьбы с перекатом — Walk Across (WA), модифицированный клинический тест сенсорного баланса (mCTSIB-тест). Выявлено нарушение распределения веса тела, уменьшение скорости ходьбы, увеличение ширины шага, уменьшение длины шага, асимметрия, нарушение сенсорного баланса. Всем 12 пациентам выполнены хирургические вмешательства: закрытое устранение разрыва дистального межберцового синдесмоза, чрескостный остеосинтез аппаратом внешней фиксации, проведены курсы реабилитационного лечения. При обследовании после проведенного хирургического и реабилитационного лечения у всех пациентов отмечено восстановление опорной (равномерное распределение нагрузок на обе конечности) и динамической функций нижних конечностей (о чем свидетельствовало уменьшение ширины, увеличение длины и скорости шага), а также баланса в вертикальной стойке. Таким образом, хирургическая коррекция поврежденного дистального межберцового синдесмоза препятствует развитию артроза и способствует повышению качества жизни. С помощью биомеханических исследований возможно документирование восстановления параметров в процессе реабилитационного лечения.

Ключевые слова: стопа, голеностопный сустав, повреждение дистального межберцового синдесмоза, подография.

R.Z. SALIKHOV, I.O. PANKOV, Y.A. PLAKSEYCHUK, V.V. SOLOVYEV

Republican Clinical Hospital of the MH of RT, 138 Orenburgskiy Trakt, Kazan, Russian Federation, 420064

Study of biomechanical parameters of the foot by Neurocom Balance Master® 7.0. system in patients with old injuries of the distal tibiofibular syndesmosis

Salikhov R.Z. — traumatologist–orthopedist, Senior Researcher of Scientific Department, tel. +7-917-285-28-28, e-mail: ramils@list.ru

Pankov I.O. — D. Med. Sc., Leading Researcher of the Research Department, tel.: (843) 279-41-11, +7-987-296-31-40, e-mail: igor.pankov.52@mail.ru

Plakseychuk Y.A. — Cand. Med. Sc., Leading Researcher of Scientific Department, Head of Orthopedics Department № 1, tel. +7-917-269-60-01, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

Solovyev V.V. — traumatologist–orthopedist, Researcher of Scientific Department, tel. +7-927-672-42-99, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

We performed a study of biomechanical parameters of the foot by Neurocom Balance Master® 7.0. system in 12 patients with old injuries of the distal tibiofibular syndesmosis before and after surgery. Time before surgery ranged from 3 months to 28 months. All patients had 3 types of tests: Weight Bearing/Squat (WBS), Walk Across (WA), modified clinical test of sensory interaction on balance (mCTSIB). We found violations of the distribution of body weight, decrease walking speed, increase the width of the step length

reduction step, asymmetry, breach of sensory balance. All 12 patients were operated: close reduction and fixation by Ilizarov frame. After the surgery and the course of rehabilitation treatment all patients showed recovery of the strength and mobility of the of leg (as evidenced by the reduction of the step width, increase of step length and speed), and improvement of the balance. Surgical correction of the distal tibiofibular syndesmosis injuries prevents the development of osteoarthritis. This tests can also be used to document progress in a rehabilitation program.

Key words: ankle, tibiofibular syndesmosis injury, foot, balance and mobility disorders.

Повреждения области голеностопного сустава относятся к наиболее часто встречающимся травмам опорно-двигательного аппарата [1-4]. Повреждения дистального межберцового синдесмоза в сочетании с переломами области голеностопного сустава составляют порядка 40% [5, 6]. Неудовлетворительные исходы лечения этой группы пациентов с развитием деформирующего артроза голеностопного сустава могут составлять до 30% [7]. На ранних сроках у большинства пациентов с застарелыми повреждениями дистального межберцового синдесмоза болевой синдром выражен не ярко, однако имеются нарушения походки и снижение опороспособности.

Цель исследования — с помощью аппаратно-программного комплекса Neurosom Balance Master® 7.0. провести биомеханические исследования опорной и динамической функций нижней конечностей, баланса у пациентов с застарелыми повреждениями дистального межберцового синдесмоза до и после оперативного лечения для улучшения исходов лечения.

Материал и методы

С помощью аппаратно-программного комплекса Neurosom Balance Master® 7.0 были исследованы параметры статической и динамической функции нижних конечностей, баланса у 12 пациентов с застарелыми разрывами дистального межберцового сочленения до и после оперативного лечения методом чрескостного остеосинтеза. Среди обследованных было 7 женщин и 5 мужчин. Средний возраст составил 49 ± 7 лет, т.е. все пациенты были трудоспособного возраста. Давность травмы составила от 3 до 28 месяцев.

Наиболее важными компонентами системы Neurosom Balance Master® являются компьютер и платформа. Платформа смонтирована на основании. Пациент при проведении тестов стоит или двигается по двойной пластине платформы. Датчики движения под платформой измеряют вертикальные движения, обусловленные давлением стоп пациента. По кабелю эта информация передается от платформы к компьютеру. Исследователь получает готовые данные после обработки программой в виде графиков и таблиц. Каждому обследуемому было проведено 3 вида тестов.

Тест на удержание веса тела — Weight Bearing/Squat (WBS). При проведении теста на удержание веса тела определялся процент массы тела, удерживаемый каждой нижней конечностью, который вычислялся в положении пациента полностью выпрямленным и с согнутыми в коленных суставах конечностями под углом 30, 60 и 90 градусов. Указанные положения приводили к увеличению нагрузки на голеностопные и коленные суставы и позволяли выявить разницу в удержании веса, не определяемую в положении полного выпрямления туловища.

Тест ходьба с перекатом — Walk Across (WA). Данное исследование позволяет количественно оценить характеристики ходьбы при переходе пациента с одного конца платформы к другому. Измеряемые параметры — это ширина шага, длина шага, скорость движения, симметрия. Необходимо отметить, что длина и ширина шага индивидуальны у каждого человека. В связи с этим можно говорить об относительных изменениях (нарушениях) динамики ходьбы. Длина шага определялась как продольное расстояние между шагами при поступательных перемещениях на плоскости. Вычислялась путем сложения расстояния по оси Y в сантиметрах каждого шага и деления на количество шагов. Увеличение длины шага позволяет осуществлять более быстрое передвижение вперед, укорочение длины шага приводит к замедлению ходьбы. Короткая длина шага может быть обусловлена неспособностью нормального перемещения движущейся нижней конечности, неспособностью достаточно долго оставаться на опорной ноге, чтобы другая конечность выполнила поступательное движение. Укорочение длины шага позволяет минимизировать смещение центра тяжести тела при нарушении его контроля в результате поврежденной нижней конечности и увеличить время опоры на двух ногах по сравнению с опорой на одной нижней конечности. Ширина шага при ходьбе определялась как поперечное расстояние между стопами. Способность к перемещениям с близким по отношению между собой положением стоп свидетельствует о нормальном контроле баланса при ходьбе. Увеличение ширины шага свидетельствует о нарушении баланса нормальной ходьбы, а также о снижении потребности в точном контроле центра

Таблица 1. Данные теста Weight Bearing/Squat (удержание веса) у пациентов с повреждением дистального межберцового синдесмоза

Показатели теста на удержание веса	До операции	Исход лечения
Разница в % в позиции 00	11,0±6,0	10,0±2,0
Разница в % в позиции 300	32,0±10,0	11,0±3,0*
Разница в % в позиции 600	33,0±10,0	13,0±2,0*
Разница в % в позиции 900	36,0±9,0	14,0±4,0*

Примечание: * — статистически достоверное отличие ($p < 0,001$) от показателей до лечения

Таблица 2. Данные, полученные при проведении теста ходьбы с переходом (WalkAcross (WA)) у пациентов с повреждением дистального межберцового синдесмоза

Параметры теста на ходьбу с переходом	До операции	Исход лечения
Ширина шага (см)	31±4,5	25,8±2,6*
Длина шага (см)	42,1±3,7	72,1±4,8*
Скорость шага (см/сек.)	48,7±6,7	79,3±18,6*
Симметрия шага (%)	14,0±4,0	5,0±3,0*

Примечание: * — статистически достоверное отличие ($p < 0,001$) от показателей до лечения

тяжести тела. Средняя скорость ходьбы, выраженная в см/сек., связана с длиной шага. Чем больше длина шага, тем выше скорость ходьбы. Неспособность к быстрой ходьбе — результат патологических, в том числе посттравматических, изменений нижних конечностей.

Модифицированный клинический тест сенсорного баланса (mCTSIB-тест). Целью исследования являлось выявление нарушений влияния соматосенсорной системы на постуральный контроль. Каждое исследование содержало по три пробы с открытыми и закрытыми глазами. Уровень сложности увеличивался путем изменения поддерживаемой поверхности с твердой до мягкой пенистой. При проведении модифицированного клинического теста сенсорного баланса проводилась количественная оценка устойчивости в положении, когда пациент стоит на платформе вначале с открытыми, а затем с закрытыми глазами. Относительное отсутствие раскачивания отражало максимальную стабильность и устойчивость положения. При этом величина амплитуды раскачивания пациента прямо связана с потерей устойчивости и нарушением баланса в вертикальном положении тела. Длительность каждой пробы составляла 10 секунд. В норме баланс определяется как способность сохранять равновесие тела в различных ситуациях. При проведении тестов пациента просят сохранять неподвижность в вертикальном положении, т.е. минимизировать перемещение центра тяжести. Полученные индексы скорости перемещения центра тяжести, измеренные на различных типах поверхностей, отражают, насколько хорошо пациент в состоянии сохранять равновесие. Малые значения индексов отражают небольшие перемещения тела, большие значения отражают большие движения тела и могут свидетельствовать об

имеющих место нарушениях как статической, так и динамической функций поврежденной нижней конечности.

Тест 1 (твердая поверхность, глаза открыты). Незначительные отклонения (раскачивания тела) свидетельствуют о потере устойчивости, связанной с нарушениями опоры на поврежденную нижнюю конечность.

Тест 2 (твердая поверхность, глаза закрыты). В отличие от предыдущего тестирования, здесь доступными являются соматосенсорная (в основном) и вестибулярная информации при отсутствии зрительного контроля опоры на платформе. При этом у здоровых испытуемых, как правило, имела место незначительная разница в отклонении тела с открытыми и закрытыми глазами на твердой поверхности.

Тест 3 (пенистая поверхность, глаза открыты). При этом тестировании доступными являются зрительная и вестибулярная информации положения тела на платформе. Информация со стороны соматосенсорной системы доступна, но не достаточно точна, так как полумягкая пенистая поверхность платформы дискоординирует деятельность скелетно-мышечной системы. У здоровых испытуемых часто наблюдались значительные отклонения тела при проведении данного теста. У пациентов с последствиями тяжелых повреждений области голеностопного сустава во всех случаях исследования имели место грубые нарушения сенсорного баланса, что также связано с отсутствием полноценной опорной и динамической функций нижней конечности.

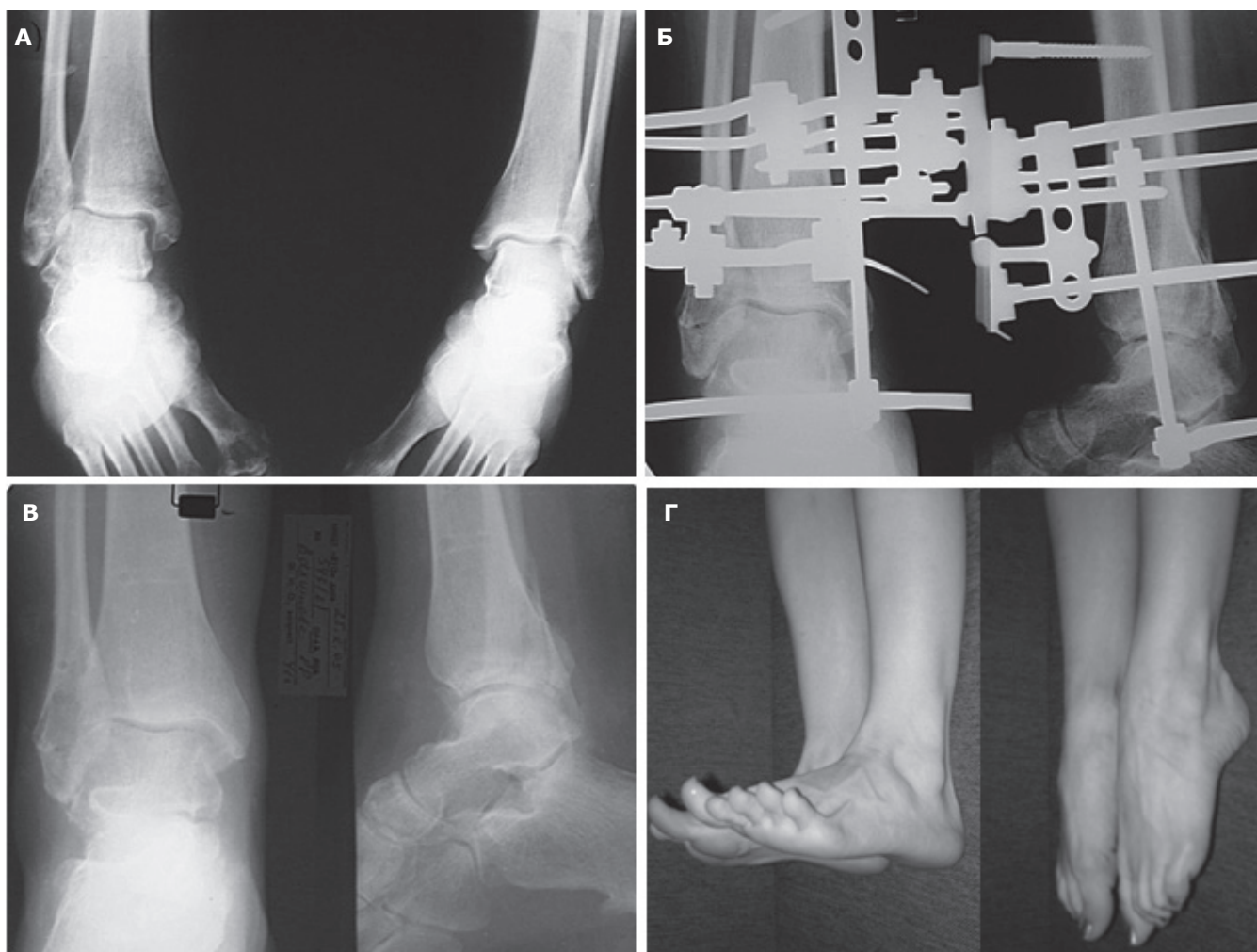
Тест 4 (пенистая поверхность, глаза закрыты). Данное тестирование является наиболее показательным для выявления нарушений сенсорного баланса в вертикальной стойке у пациентов с последствиями повреждений нижних конечностей. Здесь доступной и точной является только вестибулярная информация при полном отсутствии зрительного и относительной доступности соматосенсорного контроля положения пациента на платформе аппарата во время проведения исследования. У здоровых испытуемых в ряде случаев имели место весьма значительные отклонения и раскачивания тела, однако нарушений сенсорного баланса не отмечалось. У пациентов с последствиями тяжелых повреждений дистальных отделов нижних конечностей во всех случаях тестирования наблюдались грубые нарушения в сохранении и поддержании равновесия тела (соматосенсорного баланса) на платформе аппарата, что также связано с отсутствием полноценной опорной и динамической функций нижней конечности.

Таблица 3. Данные, полученные при проведении модифицированного клинического теста сенсорного взаимодействия баланса (CTSIB (mCTSIB)) у пациентов с повреждением дистального межберцового синдесмоза

Параметры теста сенсорного взаимодействия баланса	До операции	После операции (2-4 года)
Firm-EO (град/сек)	0,5±0,2	0,3±0,2*
Firm-EC (град/сек)	0,7±0,3	0,4±0,2*
Foam-EO (град/сек)	1,3±0,4	0,6±0,3*
Foam-EC (град/сек)	2,9±0,6	1,5±0,2*

Примечание: * — статистически достоверное отличие ($p < 0,001$) от показателей до лечения

Рисунок 1. Пациентка В., 1964 г.р., и.б. №3050. Застарелое неустранимое повреждение дистального межберцового синдесмоза, подвывих стопы кнаружи: а — до операции; б — в процессе лечения в аппарате внешней фиксации; в — исход лечения, достигнуто полное восстановление анатомии голеностопного сустава; г — клинический исход лечения



При застарелых повреждениях дистального межберцового синдесмоза применялась разработанная нами методика закрытого устранения разрыва сочленения с устранением всех видов смещений и восстановлением анатомии голеностопного сустава аппаратом внешней фиксации. Разработанные компоновка аппарата внешней фиксации и методика оперативного вмешательства позволяют производить щадящее устранение избыточного диастаза в межберцовом сочленении путем дозированной взаимного сближения берцовых костей с восстановлением конгруэнтности суставных поверхностей костей надтаранного сустава.

Результаты

Данные теста Weight Bearing/Squat (удержание веса) у 12 пациентов с застарелым повреждением дистального межберцового синдесмоза, прооперированных по разработанной методике в сравнении с данными, полученными при обследовании до операции, представлены в табл. 1.

У пациентов с застарелым неустранимым повреждением дистального межберцового синдесмоза при обследовании до оперативного лечения выявлено нарушение распределение веса тела до 32,1% при выполнении теста в позиции 30 градусов, до 35,5% при выполнении теста при сгибании

коленных суставов до 90 градусов, когда возрастает нагрузка на коленные и голеностопные суставы. В группе пациентов, обследованных после проведенного оперативного лечения, разница в удержании веса не превышала 15%, что указывало на равномерное распределение нагрузки на обе конечности.

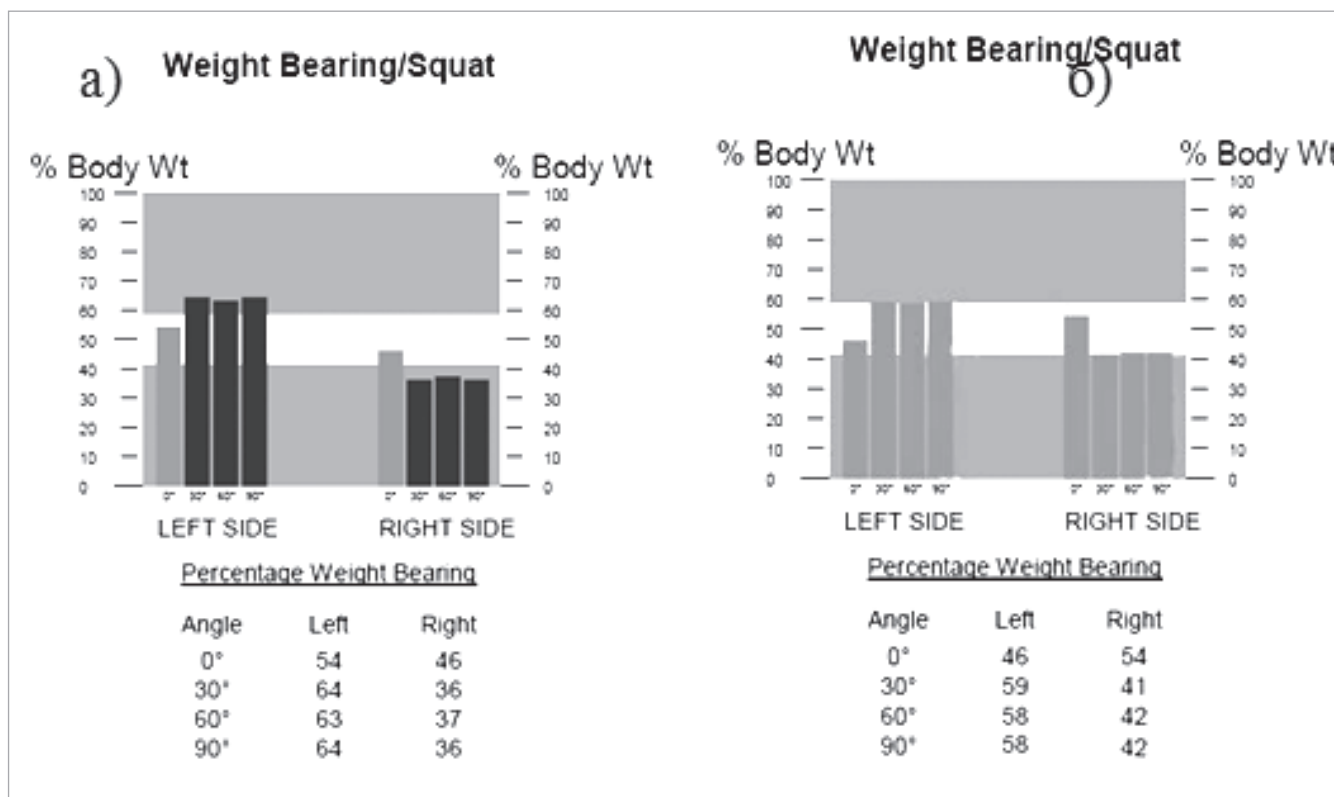
Данные, полученные при проведении теста ходьбы с переходом (WalkAcross (WA)) у пациентов с повреждением дистального межберцового синдесмоза, прооперированных по разработанной методике в сравнении с данными, полученными при обследовании до операции, представлены в табл. 2.

Данные, полученные при проведении модифицированного клинического теста сенсорного взаимодействия баланса (CTSIB (mCTSIB)) у пациентов с повреждением дистального межберцового синдесмоза, прооперированных по разработанной методике в сравнении с данными, полученными при обследовании до операции, представлены в табл. 3.

Клинический пример.

Пациентка В., 1964 г.р., и.б. №3050, находилась на лечении в отделении травматологии НИЦТ «ВТО» с 08.07.2005 по 20.07.2005 г. с диагнозом «сросшийся перелом обеих лодыжек правой голени».

Рисунок 2. Пациентка В., 1964 г.р., и.б. №3050, с неустранимым застарелым повреждением дистального межберцового синдесмоза. Результаты исследования опорной функции нижних конечностей: а — до операции; б — после оперативного восстановления дистального межберцового синдесмоза, восстановление опорной функции



ни, неустранимый разрыв дистального межберцового синдесмоза, подвывих стопы кнаружи». При поступлении предъявляла жалобы на боли в области правого голеностопного сустава при ходьбе, нагрузке, ограничение движений в голеностопном суставе. В анамнезе перелом обеих лодыжек правой голени, повреждение межберцового синдесмоза, подвывих стопы кнаружи 29.09.2004 г. Лечилась в ЦРБ одного из районов республики. Применен чрескостный остеосинтез по Илизарову. Восстановление анатомии надтаранного сустава не достигнуто. Операция: Закрытое устранение разрыва межберцового синдесмоза аппаратом внешней фиксации 14.07.2005 г. Аппарат демонтирован, снят 13.09.2005 г. Курсы восстановительного лечения. Контрольные осмотры в динамике. Исход лечения оценен как хороший, полное восстановление анатомии голеностопного сустава (рис. 1, а-г).

По завершении репозиции аппарат переводился в режим стабильной фиксации. После операции закрытого устранения разрыва межберцового синдесмоза необходимость в стационарном лечении составляла от 3 до 14 дней и зависела от степени повреждения, характера и тяжести повреждения тканей. Малая травматичность вмешательства, высокая надежность и стабильность фиксации дают возможность активного ведения пациентов. Больные могут вставать, ходить с помощью костылей с первого дня после операции. При этом сохраняется возможность активных движений в коленном суставе и суставах пальцев стопы. Рентгенографический контроль голеностопного сустава осуществлялся перед выпиской из стационара и затем 1 раз в месяц с обязательным осмотром пациента в клинике.

На рис. 2-4 представлены данные биомеханических исследований пациентки В., 1964 г.р., и.б. №3050, с застарелым повреждением дистального межберцового синдесмоза правой голени до и после оперативного восстановительного лечения.

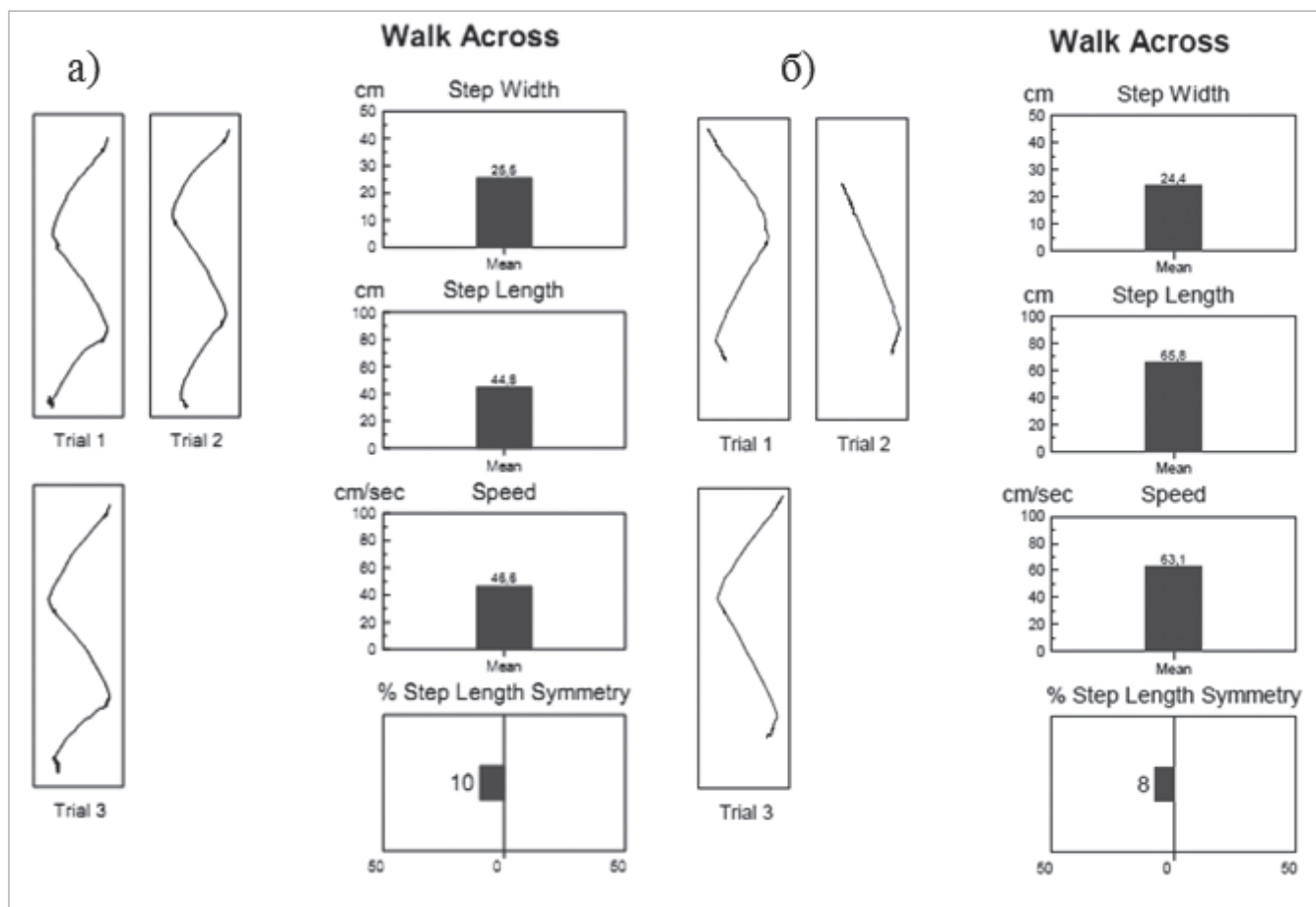
Как представлено на приведенных рисунках, у пациентки после оперативного восстановления дистального межберцового синдесмоза имеет место восстановление опорной (равномерное распределение нагрузок на обе конечности), динамической функции нижних конечностей (уменьшение ширины, увеличение длины и скорости шага) и баланса.

Обсуждение

Анатомия и биомеханика стопы достаточно хорошо изучены. Подробно описаны механизмы повреждений и характер смещения костных фрагментов [8-13]. Имеется ряд работ, посвященных исследованию ходьбы при патологии области голеностопного сустава [14-18]. В то же время работ, посвященных нарушениям статической и динамической функций нижних конечностей, баланса у пациентов с застарелыми повреждениями дистального межберцового синдесмоза, а также их изменения после проведенного лечения, в доступной нам литературе мы не обнаружили.

Нарушения походки, ведущие к значительному снижению качества жизни пострадавших, обусловлены развитием деформирующего артроза голеностопного сустава с ограничением движений в нем. Проведенные биомеханические исследования позволили выявить статико-динамические нарушения функции нижних конечностей у пациентов с застарелым повреждением дистального межбер-

Рисунок 3. Пациентка В., 1964 г.р., и.б. №3050, с неустранимым застарелым повреждением дистального межберцового синдесмоза. Результаты исследования динамической функции нижних конечностей: а — до операции; б — после оперативного восстановления дистального межберцового синдесмоза, восстановление динамической функции



цового синдесмоза до развития ранних признаков артроза голеностопного сустава. Полученные данные подчеркивают необходимость восстановления анатомических взаимоотношений в дистальном межберцовом синдесмозе даже при отсутствии выраженного болевого синдрома, так как в противном случае больного ждет развитие артроза голеностопного сустава с усугублением нарушений опорной и двигательной функций. Кроме того, данные исследования позволили объективно оценить качество проведенного оперативного лечения и эффективность реабилитационных мероприятий. Согласно полученным нами данным, у 12 обследованных пациентов с неустранимыми застарелыми повреждениями дистального межберцового синдесмоза после закрытого устранения его повреждения по описанной методике при биомеханических исследованиях функции нижних конечностей в отдаленном периоде после оперативного вмешательства было выявлено восстановление опорной (равномерное распределение нагрузок на обе конечности) и динамической функции нижних конечностей (о чем свидетельствовало уменьшение ширины, увеличение длины и скорости шага), а также баланса в вертикальной стойке.

Выводы

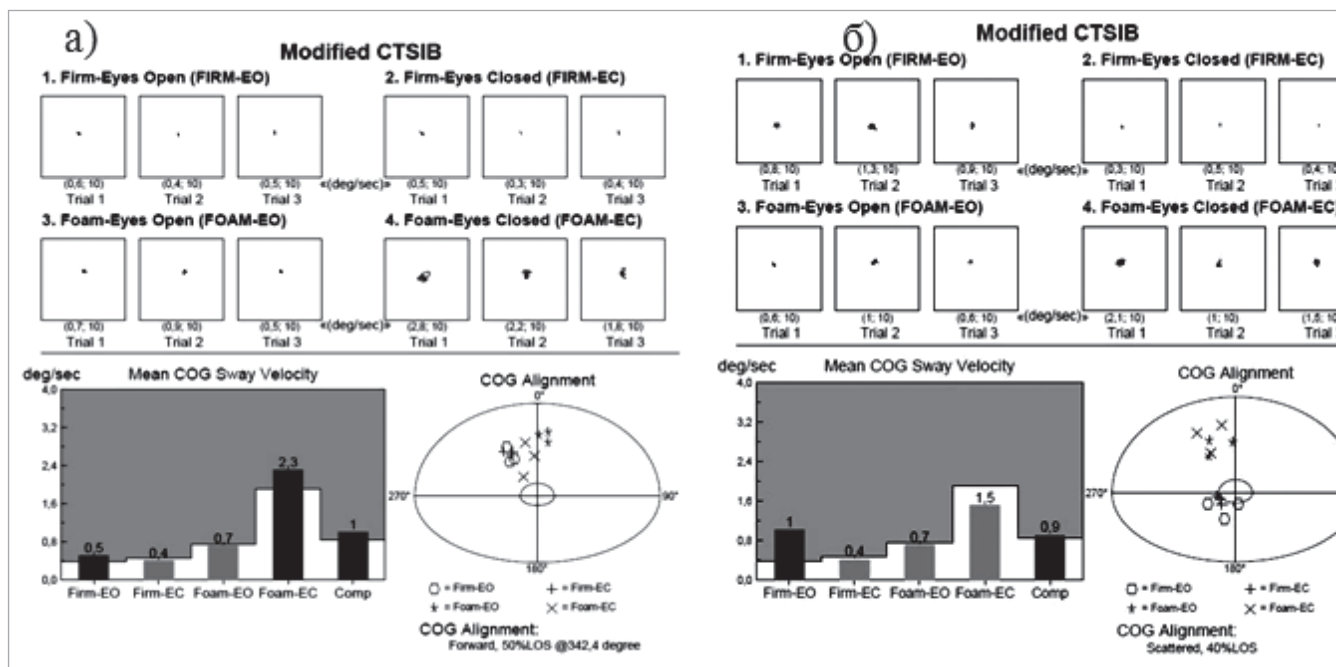
Застарелые повреждения дистального межберцового синдесмоза вызывают нарушения опорной и динамической функций нижней конечности, веду-

щие к развитию посттравматического остеоартроза. Хирургическое восстановление поврежденного дистального межберцового сочленения улучшает опорную и динамическую функции нижней конечности. Полученные данные биомеханических параметров опорной, динамической функций нижней конечностей, баланса при повреждении дистального межберцового синдесмоза до и после оперативного лечения использованы при разработке системы индивидуальных клинических и биомеханически обоснованных методических подходов у пациентов с последствиями повреждений области голеностопного сустава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доценко П.В. Лечение переломов лодыжек / П.В. Доценко, Р.А. Демочкидов, С.В. Бровкин // Травматология и ортопедия XXI века: Материалы VIII съезда травматологов-ортопедов России. — Самара, 2006. — С. 173-174.
2. Оганесян О.В. Восстановление формы и функции голеностопного сустава / О.В. Оганесян, С.В. Иванников, А.В. Коршунов // М.: БИНОМ: Лаборатория знаний: Медицина, 2003. — 120 с.
3. Семенистый А.Ю. Оперативное лечение и реабилитация больных с переломами лодыжек: автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.Ю. Семенистый. — М., 2005. — 16 с.
4. Sobhani S. Epidemiology of Ankle and Foot Overuse Injuries in Sports: A Systematic Review / S. Sobhani, R. Dekker, K. Postema, P.U. Dijkstra // Scand. J. Med. SciSports. — 2012. — Vol. 12. — P. 32-43.
5. Мыцыков Р.Ю. Хирургическое лечение больных с повреждением дистального межберцового синдесмоза: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Р.Ю. Мыцыков. — Саратов, 2012. — 24 с.
6. Гольназарова С.В. Восстановление функции голеностопного сустава при застарелых разрывах связок дистального межберцо-

Рисунок 4. Пациентка В., 1964 г.р., и.б. №3050, с неустранимым застарелым повреждением дистального межберцового синдесмоза. Результаты исследования баланса: а — до операции; б — после оперативного восстановления дистального межберцового синдесмоза; восстановление баланса



вого синдесмоза / С.В. Гюльназарова, Г.Г. Давтян // Гений ортопедии. — 2010. — №2. — С. 81-84.

7. Thomas R.H., Daniels T.R. Current concepts review. Ankle arthritis // J. Bone Joint Surg. 2003. — Vol. 85-A. — P. 923-936.

8. Полиевктов И.А. Стопа человека в норме и патологии / И.А. Полиевктов. — Дзауджикау, 1949. — 112 с.

9. Давыдов О.Д. Новый способ диагностики функционального состояния опорно-двигательного аппарата по результатам стабилграфических исследований / О.Д. Давыдов, А.И. Монтиле, Ю.В. Марчук // Материалы III съезда травматологов-ортопедов Уральского федерального округа, научно-практической конференции с международным участием «Чаклинские чтения». — Екатеринбург, 2012. — С. 45-47.

10. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки / Д.В. Скворцов. — М.: Наука-Медицина. Фирма «МБИ», 1996. — 210 с.

11. Inman V.T. Biomechanics of the Foot and Ankle / V.T. Inman, R.A. Mann // Du Vrie's Surg. of the Foot 4-th Ed. St Luis, 1998. — Vol. 2. — P. 2043-2066.

12. Hinterman B. Biomechanics of the Ankle Joint — Injury Mechanisms / B.Hinterman // Swiss Surg. — 1998. — Vol. 4, №2. — P. 63-69.

13. Finkelmeier C. Tibio-Talar Dislocation Without Fractures: Treatment Principles and Outcome / C. Finkelmeier, L. Engelbertson,

J. Gannon // Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc. — 1995. — Vol. 3, №1. — P. 47-49.

14. Назарова Е.А. Применение метода стабилметрии в клинике ортопедии при патологии суставов нижних конечностей / Е.А. Назарова, А.В. Селезнев, М.Н. Рябова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2009. — №4. — С. 42-48.

15. Троценко В.В. Биомеханический критерий оценки патологической ходьбы / В.В. Троценко, А.А. Жиляев, С.В. Иванников // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2000. — №2. — С. 64-67.

16. Шевцов В.И. Латеральные ассиметрии балансировочной активности опорных реакций стоп в процессах функциональной реабилитации опорно-двигательной системы / В.И. Шевцов, Д.В. Долганов, О.К. Чечуров, В.Д. Макушин [и др.] // Гений ортопедии. — 2011. — №3. — С. 92-98.

17. Barton T. Biomechanical Changes Associated with the Osteoarthritic, Arthrodesed and Prosthetic Ankle Joint / T. Barton, F. Lintx, I. Winson // Foot and Ankle Surg. — 2011. — Vol. 17. — Issue 2. — P. 52-57.

18. Miller C.A. Lateral Ankle and Subtalar Instability / C.A. Miller, J.A. Bosca // Hosp. J. Dis. — 2001. — Vol. 60, №3-4. — P. 143-149.