

Б.В. РИСМАН, П.Н. ЗУБАРЕВ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОП У ПАЦИЕНТОВ С ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИМИ ОСЛОЖНЕНИЯМИ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

ФГУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация

Цель. Улучшить отдаленные результаты лечения пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы путем изучения изменений биомеханики стопы после ампутаций.

Материал и методы. Проанализированы результаты педографии у 89 пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы после различных операций. Изучение биомеханики стопы (педография) проводилось на программно-аппаратном комплексе «emed-AT 25/E» (Novel, Германия).

Результаты. Проводя анализ распределения плантарного давления у пациентов, подвергшихся различным ампутациям в пределах стопы, установлено, что существенное значение в развитии рецидивов язв и гнойно-некротических осложнений имеют такие факторы, как локализация и объем удаленного сегмента стопы. Это связано с тем, что в стопе, деформированной в результате операции, развиваются существенные изменения распределения плантарного давления и наблюдаются нарушения ее биомеханической функции.

Заключение. Данные педографии можно использовать для оценки биомеханических последствий ампутаций в пределах стопы и выявления вторичных изменений на контралатеральной конечности, ведущих к гнойно-некротическим осложнениям.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, биомеханика стопы, ампутации

Objectives. To improve distant results of treatment of patients with pyo-necrotic complications of the diabetic foot syndrome by studying changes of the foot biomechanics after amputation.

Methods. Pedography results have been analyzed in 89 patients with pyo-necrotic complications of diabetic foot syndrome after various operations. Investigation of the foot biomechanics (pedography) was done on the software-hardware complex “emed-AT 25/E” (Novel, Germany).

Results. The distribution of the plantar pressure was carried out in patients who underwent different amputations in the foot region; it is established that such factors as localization and volume of the foot amputated segment are significant in development of ulcer relapses as well as in pyo-necrotic complications. It is linked with the fact that in the deformed, because of a surgery, foot significant changes in plantar pressure distribution develop and one may observe its biomechanical function disturbance.

Conclusions. Pedography data can be used to evaluate the biomechanical outcomes of amputation in the foot region and to reveal secondary changes on the contralateral limb resulting in pyo-necrotic complications.

Keywords: diabetic foot syndrome, biomechanics of the foot, amputations

Ежегодно в Российской Федерации выполняется около 3,5 тысяч ампутаций нижних конечностей на уровне бедра и голени [1]. До 60% всех нетравматических ампутаций проводится у пациентов с гнойно-некротическими поражениями при синдроме диабетической стопы (СДС). В настоящее время в основе лечения этой группы пациентов лежит сберегательный принцип, то есть максимально возможное сохранение опорной функции нижних конечностей [2]. Целью лечения этих пациентов должно быть не только сохранение опоры пораженной конечности, но и, по-возможности, сохранение анатомо-функциональной «пригодности» стопы. «Экономные» ампутации нередко приводят к нарушению

опорно-перекатной функции стопы, что может быть причиной рецидива гнойно-некротических осложнений. Изменения биомеханики ходьбы приводят к появлению повышенных пиковых давлений на подошвенной поверхности стопы [3, 4, 5]. Понимание функциональных изменений, связанных с потерей части стопы, важно для профилактики рецидивов гнойно-некротических осложнений и реампутаций как на оперированной стопе, так и возможного вовлечения в патологический процесс контралатеральной конечности [5, 6, 7]. Современная концепция возможности риска ампутации у пациентов при СДС базируется на взаимодействии факторов риска: нейропатии, наличия деформаций стопы, язв сто-

пы или некроза [3]. Знание биомеханических последствий оперативного вмешательства на стопе необходимо при выборе объема операции.

Цель исследования – улучшить отдаленные результаты лечения пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы путем изучения изменений биомеханики стопы после ампутаций.

Материал и методы

Изучены и проанализированы результаты лечения 89 пациентов с гнойно-некротическими осложнениями СДС, находившихся на лечении в клинике общей хирургии Военно-медицинской академии в период с 2006 по 2009 год. В исследуемой группе мужчин – 42 (47%), женщин – 47 человек (53%). Пациенты в возрасте старше 60 лет составляли 68 (76%). Преобладали пациенты с сахарным диабетом (СД) 2 типа – 82,3%. Длительность течения СД составляла в большинстве случаев от 10 до 15 лет. В 82,5% случаев пациенты госпитализированы с декомпенсированным течением диабета. В 60% наблюдений они поступали по неотложным показаниям с тяжелой степенью интоксикации, требовавшие экстренного выбора уровня ампутации нижней конечности. В 5% случаев пациенты поступали с первично-выявленным диабетом. Сопутствующая соматическая патология присутствовала у всех пациентов.

Все пациенты с учетом результатов клинико-лабораторных и инструментальных методов были разделены на следующие группы: ишемическая форма СДС – 16 (18%) человек, нейроишемическая форма СДС – 40 (45%) человека, нейропатическая форма СДС – 33 (37%) человек. В 75% случаев гнойно-деструктивные изменения развивались в пределах стопы. Операции «малого» объема с сохранением опорной функции стопы составили 76% (вскрытие и дренирование флегмон, абсцессов пальцев стопы, хирургическая обработка с некрэктомией, ампутация пальцев – 76%, ампутация дистальной части стопы – 24%). 4 пациентам (6%) потребовалось выполнение повторных оперативных вмешательств в объеме ампутации на уровне голени или бедра. После первичных «высоких» ампутаций повторные оперативные вмешательства выполнены в 3 случаях (вторичная хирургическая обработка раны культи – 1, реампутация на уровне бедра – 2). Средняя длительность стационарного лечения составила 18,5 дней.

После ампутации на уровне бедра умерли 4 пациента (6%), поступившие в клинику с признаками декомпенсированного диабета и терминальной стадией хронической почечной недостаточности.

Изучение биомеханики стопы (педография) проводилось на программно-аппаратном комплексе «emed-AT 25/E» (Novel, Германия). Под педографией понимается измерение распределения давления в процессе переката в различных анатомических областях стопы. Исследование выполнялось у всех пациентов в отдаленном послеоперационном периоде (от 12 месяцев до 5 лет). Программа обследования заключалась в снятии биомеханических характеристик ходьбы исследуемого, определение распределения пикового давления под стопами, определение графиков суммарной нагрузки на стопу в динамике, силу и площадь соприкосновения, а также определяли проекцию траектории общего центра давления (рис. 1, см. цветной вкладыш). Исследование биомеханических свойств стопы на измерительной платформе осуществлялось следующим образом: пациент начинает движение с расстояния один свой шаг до платформы, проходит по платформе без задержки (наступает в центр платформы) и продолжает движение. Данное исследование проводится 6 раз (3 раза пациент наступает на платформу левой стопой, 3 раза – правой стопой). Затем с помощью программного обеспечения производится обработка информации и формирование педограмм.

Математический и статистический анализ производился на персональной ЭВМ типа IBM PC/XT с использованием программного продукта STATSOFT STATISTICA версия 7.0.61.0. Производилось определение среднего арифметического значения и стандартного отклонения.

Результаты и обсуждение

Характеристика биомеханики стопы при нейропатической форме СДС заключается в создании условного треугольника с увеличением нагрузки на 5-й плюснефаланговый сустав, а также пяточную область (рис. 2, см. цветной вкладыш). При ишемической форме СДС происходит смещение пикового давления на область пятки и первый плюснефаланговый сустав. Однако возможны другие варианты распределения давления под стопой при отсутствии какого-либо из пальцев (рис. 3, см. цветной вкла-

Таблица

Распределение пикового плантарного давления в зависимости от формы СДС (кПа), (M±σ)

Форма синдрома диабетической стопы	Зоны	1-й плюснефаланговый сустав	3-4-й плюснефаланговые суставы	5-й плюснефаланговый сустав	Пяточная область
Нейропатическая		405±23	250±28	380±30	220±22
Ишемическая		640±33	230±12	290±18	615±34
Нейроишемическая		250±24	300±29	510±38	440±25

дыш). У пациентов с нейроишемической формой максимальные цифры пикового давления приходятся на пяточную область и 5-й плюснефаланговый сустав, что связано с перераспределением опоры в латеральный отдел стопы, для снижения болевого синдрома и травматизации пальцев (рис. 4, см. цветной вкладыш).

Риск развития рецидива гнойно-некротических осложнений стоп у пациентов, перенесших «малую» ампутацию, достаточно высок. Это связано с тем, что деформированная в результате операции стопа имеет как существенные изменения биомеханики стопы, так и перераспределение пиковых нагрузок (таблица).

Проводя анализ распределения плантарного давления у пациентов, подвергшихся различным ампутациям в пределах стопы, необходимо отметить, что существенное значение в развитии язв и гнойно-некротических осложнений имеют такие факторы, как объем и локализация удаленного сегмента стопы.

После ампутации развитие гнойно-некротических осложнений отмечается в соседних отделах стопы, которые принимают на себя основную нагрузку при ходьбе, приходившуюся на ранее удаленный сегмент.

У пациентов, которым производилась ампутация 1-го пальца с резекцией головки первой плюсневой кости, происходит перераспределение давления в пределах стопы в виде компенсаторного смещения опоры в сторону оставшихся пальцев, а при отсутствии 5-го пальца, когда нет переката, для сохранения равновесия походки присоединяется и пяточная область. Пиковое давление составляет 1165 кПа (норма до 400 кПа) и занимает по распространенности весь передний отдел стопы и пяточную область, что связано с равномерным распределением нагрузки на стопу у пациента с отсутствующей одной из точек опоры. Анализируя распределение пикового давления под стопой контралатеральной конечности, необходимо отметить перегрузку (685 кПа) в пяточной зоне, передних отделов с

сохраненной структурой распределения, что, по видимому, связано с увеличением силы и времени контакта во время переката в относительно здоровой конечности (рис. 5, см. цветной вкладыш).

У пациентов, у которых удалены все пальцы на стопе, отсутствует «классический» перекат. Они вынуждены формировать опору на пяточную область с пиковым давлением 415 кПа. Максимальные пиковые нагрузки приходятся на пяточную область и головок плюсневых костей равномерно, что может быть связано с формированием «опорной площадки» для ходьбы. Противоположная конечность, как правило, уже имеет послеампутационную деформацию, и перекат тоже изменен.

У пациентов, повергшихся ампутации 2-го пальца стопы, компенсаторно имеется Hallux valgus с деформацией 1-го пальца и образование натоптыша в области 1-го и 3-го плюснефаланговых суставов с пиковым давлением 900 кПа. Плантарное пиковое давление контралатеральной стопы составляет 460 кПа и перераспределено в область переднего отдела стопы. В связи с сохранностью условного треугольника опоры в контралатеральной конечности изменения минимальны, но перекат стопы изменен с акцентом на передний отдел. Все пациенты после трансметатарсальной ампутацией имели типичное перераспределение пиковых нагрузок, в виде развития язв на латеральных и медиальных частях дистального отдела культи с повышением плантарного давления до 510 кПа. Только «опорная» функция такой стопы приводит к переносу основной нагрузки на «относительно здоровую» вторую ногу, происходит существенное повышение подошвенного давления (525 кПа) на передний отдел стопы, с образованием натоптышей и язв (рис. 6, см. цветной вкладыш).

Таким образом, степень выраженности трофических расстройств на контралатеральной конечности зависит от объема, локализации ампутированного сегмента, а также от наличия

или отсутствия ортопедической коррекции послеоперационной деформации стопы.

Анализируя данные педографии, можно определить другие области повышенного давления, оценить биомеханические последствия ампутаций в пределах стопы, выявить вторичные изменения на контралатеральной конечности, ведущие к рецидивам гнойно-некротическим осложнениям.

Оценка результатов перераспределения пикового давления должна использоваться при подборе лечебно-профилактических стелек, а также мониторинга выявления предвестников образования язв.

Таким образом, риск развития язвенного дефекта стопы и ампутации у пациента, перенесшего «малую» ампутацию, повышается. Это связано с тем, что в стопе, деформированной в результате операции, развиваются существенные нарушения распределения плантарного давления и наблюдаются изменения ее биомеханической функции, что, вероятно, может привести и к нарушению функции позвоночника.

Выводы

1. Выполнение ампутаций в пределах стопы приводит к изменению ее биомеханики, а, следовательно, к перераспределению пиковых нагрузок на оперированной конечности с увеличением риска гнойно-некротических осложнений для обеих конечностей.

2. Нарушение биомеханики оперированной стопы приводит к перераспределению нагрузки на контралатеральную конечность и требует ортопедической коррекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дедов, И. И. Синдром диабетической стопы. Клиника, диагностика, лечение, профилактика / И. И. Дедов, М. Б. Анциферов, Г. Р. Галстян. – М.: Универсум Паблишинг, 1998. – 143 с.
2. Поражения нижних конечностей при сахарном диабете / В. Б. Бреговский [и др.]. – Диля, 2004. – 272 с.
3. Брискин, Б. С. Лечение осложнений «диабетической стопы» / Б. С. Брискин, Е. А. Тартаковский, Н. А. Гвоздев // Хирургия. – 1999. – № 10. – С. 53-56.
4. Распределение давления под стопой у больных сахарным диабетом с деформацией hallux valgus / Т. Л. Цветкова [и др.] // Человек и здоровье: VI Рос. нац. конгр. – СПб., 2001. – С. 28-31.
5. Cavanagh, P. R. The biomechanics of the foot in diabetes mellitus / P. R. Cavanagh, J. S. Ulbrecht., G. M. Caruto // The Diabetic Foot / Eds. J. Bowker, M. Pfeifer. – 6th ed. – Mosby, 2001. – P. 125-195.
6. Armstrong, D. G. Is there a critical level of plantar foot pressure to identify patient at risk for neuropathic foot ulceration? / D. G. Armstrong, E. J. Peters, K. A. Athanasiou // J. Foot Ankle Surg. – 1998. – Vol. 37. – P. 303-307.
7. Dynamic foot pressure and other studies as diagnostic and management aids in diabetics neuropathy / A. J. M. Boulton [et al.] // Diabetes Care. – 1983. – N 6. – P. 26-33.

Адрес для корреспонденции

194044, Российская Федерация,
г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6,
Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова,
кафедра общей хирургии,
тел: +921 748-23-29,
e-mail: bobdoc@inbox.ru,
Рисман Б.В.

Поступила 11.11.2010 г.