

ПЕРСониФИЦИРОВАННАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ АРТРОДЕЗА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

Р. О. ГОРБАТОВ, Д. В. ПАВЛОВ, О. П. МОТЯКИНА, Н. Н. РУКИНА, А. Н. КУЗНЕЦОВ, В. В. БОРЗИКОВ

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр Минздрава России, Нижний Новгород

Информация об авторах:

Горбатов Роман Олегович – врач травматолог-ортопед, руководитель лаборатории аддитивных технологий ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. E-mail: gorbatov.ro@yandex.ru

Павлов Дмитрий Викторович – к.м.н., заведующий травматолого-ортопедическим отделением ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. E-mail: pavlovasobaka@yandex.ru

Мотякина Ольга Петровна – врач по лечебной физкультуре ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. E-mail: omot@yandex.ru

Рукина Наталья Николаевна – к.м.н., старший научный сотрудник, врач функциональной диагностики ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. E-mail: ruginann@mail.ru

Кузнецов Алексей Николаевич – младший научный сотрудник отделения функциональной диагностики ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. E-mail: metall.su@mail.ru

Борзиков Владимир Владимирович – младший научный сотрудник отделения функциональной диагностики ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. E-mail: metall.su@mail.ru

Цель исследования: разработка основополагающих элементов индивидуального комплексного восстановительно-реабилитационного лечения пациентов после артродеза голеностопного сустава.

Материалы и методы: Исследование основано на проведении клинико-биомеханического и рентгенологического обследований 32 пациентов, которым в ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России с 2011 по 2015 г. было выполнено 32 операции артродеза голеностопного сустава по поводу посттравматического крузартроза III-IV стадии. Все больные были разделены на две группы в зависимости от вида послеоперационной реабилитации: 1 группа (16 больных) – стандартная программа реабилитации, 2 группа (16 пациентов) – усовершенствованное персонифицированное восстановительно-реабилитационное лечение, включающее персонифицированный подбор ортопедических стелек и функциональную электрическую стимуляцию мышц нижних конечностей.

Результаты: Наилучшие статико-динамические и клинические результаты, оцененные в одинаковые сроки после операции, наблюдались во 2 группе пациентов, которым было проведено усовершенствованное персонифицированное восстановительно-реабилитационное лечение. В отдаленном послеоперационном периоде все пациенты данной группы передвигались без дополнительных средств стабилизации голеностопного сустава (ортезы, эластичные бинты и др.), 12 (75%) – могли встать на носочки, а 10 (63%) – могли заниматься спортом, связанным с бегом. После реабилитации восстановились практически до нормы такие показатели, как опорность при двуопорном стоянии, максимальная сила толчка, коэффициент ритмичности, период опоры больной ноги и переноса здоровой.

Заключение: Разработанные основополагающие элементы (персонифицированный подбор стелек и ФЭС мышц нижних конечностей) индивидуальной комплексной реабилитации пациентов после артродеза голеностопного сустава значительно улучшили как клинические результаты лечения, так и биомеханические показатели статики и походки. Их применение позволило не только достичь восстановления опороспособности конечности, купировать болевой синдром, но и приблизить походку к физиологической норме с восстановлением привычных нагрузок и улучшением качества жизни пациентов

Ключевые слова: крузартроз, персонифицированная реабилитация, артродез голеностопного сустава.

Введение

Посттравматический артроз голеностопного сустава развивается в 60 % случаев [1, 2]. Клинически данная патология на терминальных стадиях характеризуется выраженным болевым синдромом, значительным ограничением движений в пораженном суставе, нарушением походки и невозможностью передвижения без дополнительной опоры, что значительно ухудшает качество жизни пациентов [3]. Одним из наиболее часто используемых, а в ряде случаев и единственно возможным методом лечения больных с крузартрозом III-IV стадии является артродезирование [4, 5]. Однако в послеоперационном периоде более чем в 70% случаев развиваются дегенеративно-дистрофические процессы в смежных суставах стопы с появлением болевого синдрома, сгибательных контрактур и нарушением

походки пациентов, что наиболее часто связано с отсутствием специализированных программ реабилитации для данных больных, которым приходится осваивать биомеханически отличную от нормы ходьбу [6–8].

Целью исследования является разработка основополагающих элементов индивидуального комплексного восстановительно-реабилитационного лечения пациентов после артродеза голеностопного сустава.

Материалы и методы. Исследование основано на проведении клинико-биомеханического и рентгенологического обследований 32 пациентов, которым в ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России с 2011 по 2015 г. было выполнено 32 операции артродеза голеностопного сустава по поводу посттравматического крузартроза III-IV стадии. Из них было 15 женщин, средний возраст – 53±3,1 года (95% ДИ 46-61), и 17 мужчин,

средний возраст – $51 \pm 2,7$ (95% ДИ 39-54). Все пациенты до операции пользовались дополнительными средствами опоры, и у них имелся выраженный болевой синдром. Анкетирование больных проводилось по международной шкале AOFAS, в которой хороший результат соответствовал 75-94 баллам, удовлетворительный – 51-74 баллам, неудовлетворительный – менее 50 баллам [9]. У всех пациентов на момент исследования диагностирован костный анкилоз в физиологическом положении. Результаты лечения оценивались в срок от 1 года до 4 лет ($1,9 \pm 0,4$).

Артродезирование голеностопного сустава выполнялось с использованием в качестве фиксатора винтов. Применялись латеральный и медиальный доступы посредством внутренних и наружных транснадлодыжечных артротомий с резекцией хрящевых поверхностей лодыжек. Затем осуществлялась корригирующая остеотомия как большеберцовой, так и таранной костей с удалением суставного хряща и субхондрального слоя. Стопа устанавливалась в физиологически выгодное положение и фиксировалась двумя взаимно перекрещивающимися канюлированными винтами, введенными по направляющим спицам через большеберцовую кость в таранную. Латеральную лодыжку фиксировали одним или двумя винтами к большеберцовой кости, стабилизируя зону артродеза.

Для изучения опорных функций стопы обследуемый вставал в стандартной ортоградной позе на стельки с датчиками программно-аппаратного комплекса «F-scan» (Tekscan Inc., США), которые регистрировали распределение давления на различные отделы стопы.

Изучение пространственно-временных характеристик походки пациентов производилось на программно-аппаратном комплексе «Walkway» (Tekscan Inc., США). Обследуемый проходил по дорожке с интегрированными датчиками 4 метра обычной походкой, без дополнительных средств опоры, соблюдая равномерный темп. По информации о давлении с различных участков стопы на датчики во время ходьбы вычисляли периоды опоры и переноса для каждой конечности, коэффициент ритмичности.

Оценка устойчивости вертикальной позы осуществлялась с использованием метода стабиллографии. Применялся компьютерный стабиллометрический комплекс «МБН - Биомеханика» (Россия), позволяющий регистрировать текущие координаты и колебания проекции общего центра массы человека в вертикальной позе на площади опоры с учетом массы и роста пациента. Исследования проводились при спокойном стоянии пациента с открытыми глазами без дополнительных средств опоры и установкой стоп на стабиллометрической платформе по американскому варианту (стопы ног параллельны). Продолжительность исследования - 60 с. С целью определения повторяемости показателей (тест ретестовой надежности) каждый пациент был обследован 10 раз с интервалами 1-2 мин для отдыха.

Все больные были разделены на две группы в зависимости от вида послеоперационной реабилитации: 1 группа (16 больных) – стандартная программа реабилитации, 2 группа (16 пациентов) – усовершенствованное персонализированное восстановительно-реабилитационное лечение. Стандартная программа реабилитации включала в раннем послеопераци-

онном периоде во время стационарного лечения пациентов (15 ± 4 дней) проведение элевации оперированной нижней конечности в сочетании с упражнениями по Бюргеру - Филатову, периодическую локальную гипотермию (первые сутки после операции), магнитотерапию по продольной методике, с расположением электродов-излучателей магнитного поля вдоль конечности, тромبوпрофилактику антикоагулянтами (Эноксапарин), изометрическую гимнастику для мышц нижней конечности, прием венотоников (Диосмин) в течение 1 месяца. Всем пациентам до формирования костного анкилоза выполнялась иммобилизация задней гипсовой лонгетой от кончиков пальцев до верхней трети голени. На этапе амбулаторного лечения больным проводилась магнитотерапия и электростимуляция мышц нижней конечности. Постепенное увеличение опорной осевой нагрузки проводилось через $3,3 \pm 1,2$ месяца (сроки образования костного анкилоза). Во время ходьбы все пациенты использовали ортопедические стельки.

Усовершенствованная программа реабилитации в дополнении к стандартной включает в себя ортопедическую коррекцию распределения центра тяжести на различные отделы стопы методом персонализированного подбора ортопедических стелек и нормализацию биомеханики движения с использованием функциональной электрической стимуляции мышц нижней конечности.

Индивидуальный подбор стелек производили сразу же после начала опорной осевой нагрузки. Для этого пациент в ортопедических стельках вставал на датчики программно-аппаратного комплекса «F-scan» (Tekscan Inc., США) и проходил тестовое расстояние 10 м. Подбор осуществлялся до момента нормализации перераспределения нагрузки на различные отделы стопы. В случае отсутствия подходящих стелек осуществлялось их индивидуальное изготовление на 3D принтере.

Функциональную электрическую стимуляцию (ФЭС) мышц нижней конечности проводили на комплексе «МБН-Стимул» (НМФ «МБН», г. Москва). Все пациенты к моменту реабилитации могли передвигаться без дополнительных средств опоры. После установки датчиков на нижние конечности больной начинал движение по беговой дорожке в течение 1–2 минут (рис. 1).

По окончании движения врач анализировал информацию, поступившую с датчиков, посредством имеющихся в программном



Рис. 1. Функциональная электрическая стимуляция мышц нижней конечности

пакете инструментов. На основании полученной диагностической информации уточнялись режим синхронизации для каждой нижней конечности (какой датчик и в каком режиме будет использоваться) и выбор мышц для стимуляции, определялась скорость передвижения пациента по беговой дорожке. При необходимости переустанавливались или дополнительно устанавливались электроды на стимулируемые мышцы. На основе диагностических данных и индивидуальных ощущений пациента подбирался режим стимуляции для каждой мышцы. При проведении ФЭС врач осуществлял контроль за работой каналов стимуляции и двигательным эффектом процедуры по диагностической информации с датчиков. При необходимости производились дополнительные регулировки режимов синхронизации или стимуляции. Длительность тренировки постепенно увеличивалась с 10 минут в начале курса и до 30 минут в конце. Продолжительность курса составляла 15 занятий (3 раза в неделю, 5 недель).

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (принятой в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия) и пересмотренной в октябре 2000 г. (Эдинбург, Шотландия)) и одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России. Все пациенты дали письменное информированное согласие.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы Statistica 6.1. Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$, где M — среднее арифметическое, σ — стандартное отклонение. Оценка достоверности различий между группами проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни. За достоверные данные принимали отличия при уровне вероятности $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Наилучшие статико-динамические и клинические результаты ($p < 0,05$), оцененные в одинаковые сроки после операции, наблюдались во 2 группе пациентов, которым было проведено усовершенствованное персонализированное восстановительно-реабилитационное лечение (рис. 2, табл. 1.). В отдаленном послеоперационном периоде все пациенты данной группы передвигались без дополнительных средств стабилизации голеностопного сустава (ортезы, эластичные бинты и др.), 12 (75%) — могли встать на носочки, а 10 (63%) — могли заниматься спортом, связанным с бегом. После реабилитации восстановились практически до нормы такие показатели, как опорность при двуопорном стоянии, максимальная сила толчка, коэффициент ритмичности, период опоры больной ноги и переноса здоровой.

Наилучшие показатели во второй группе пациентов, по нашему мнению, связаны с более прецизионной коррекцией распределения нагрузок на различные отделы стопы, возможностью стимуляции и синхронизации работы различных мышечных групп, которые обеспечивают компенсаторную гипермобильность в суставах стопы и формирование новой биомеханики движения.

При рентгенологическом обследовании пациентов за период наблюдения у всех сформировался костный анкилоз голеностопного сустава. Прогрессирование остеоартроза подтаранного сустава, который клинически проявлялся умеренным болевым синдромом и наличием хромоты, отмечено только у одного пациента во 2 группе больных. При анкетировании его по шкале AOFAS результат составил 48 баллов. Учитывая наличие остеоартроза подтаранного сустава III стадии, положительный эффект от диагностической блокады с раствором новокаина, па-

циенту был выполнен артродез таранно-пяточного сустава винтами. На контрольном осмотре через 1 год после операции диагностирован костный анкилоз. Пациент не предъявляет жалоб на боли, передвигается без дополнительных средств опоры даже на длительные расстояния, AOFAS — 78 баллов.

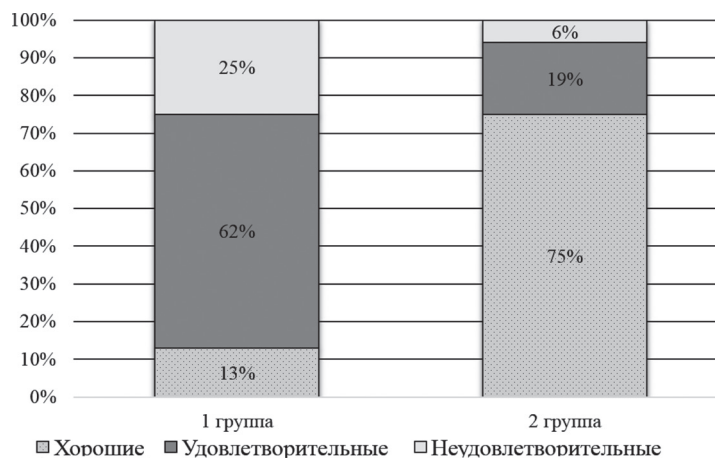


Рис. 2. Результаты анкетирования пациентов по шкале AOFAS после реабилитационного лечения

Таблица 1

Статико-динамические показатели пациентов после реабилитационного лечения

	Показатели*	Норма (Рукина Н.Н., 2006)	Группы пациентов в зависимости от вида реабилитации	
			1 группа	2 группа
Статика	ОП	0,95-1	0,95±0,05	0,57±0,27
	ПОБ %	40±3	44±2	62±4
	ЗОБ %	60±3	56±2	38±4
	ПОЗ %	40±3	42±2	51±2
	ЗОЗ %	60±3	58±2	49±2
Динамика	Поб %	61,5±3,4	62±2,7	56±2,7
	ППб %	37,6±2	39±2,5	41±2,2
	ЦШб	1,06±0,09	1,2±0,09	1,26±0,11
	Поз %	61,5±3,4	63±2,7	72±2,7
	ППз %	37,6±2	35±2,5	25±2,1
	ЦШз	1,06±0,09	1,1±0,09	1,28±0,11
	макс	0,95-1	0,97±0,15	0,96±0,05
		0,95-1	0,94±0,09	0,63±0,04

* ОП — опорность при двуопорном стоянии [Min{лев., прав.}/Max{лев., прав.}], ПОБ — нагружение на передний отдел больной ноги, ЗОБ — нагружение на задний отдел больной ноги, ПОЗ — нагружение на передний отдел здоровой ноги, ЗОЗ — нагружение на задний отдел здоровой ноги, Поб — период опоры больной ноги, ППб — период переноса больной ноги, ЦШб — цикл шага больной ноги, Поз — период опоры здоровой ноги, ППз — период переноса здоровой ноги, ЦШз — цикл шага здоровой ноги, макс — максимальная сила толчка [Min{лев., прав.}/Max{лев., прав.}], КР — коэффициент ритмичности походки [время переноса Min{лев., прав.}/время переноса Max{лев., прав.}].

При стабилметрическом обследовании пациентов в обеих группах (табл. 2) не обнаружено статистически значимых отклонений от показателей нормы ($p > 0,05$). Однако в 1 группе пациентов отмечалось менее устойчивое стояние больных, ко-

торое графически проявлялось большей площадью стаатокинезограммы и более высокой средней скоростью колебания центра давления, что мы связываем с гипо- и атрофией мышечного каркаса оперированной нижней конечности и сгибательными контрактурами в суставах стопы, которые нарушали опороспособность и удержание вертикальной позы пациентов.

Таблица 2

Стабилометрические показатели у пациентов после реабилитационного лечения

Показатели*	Норма [10, 11]	1 группа	2 группа
X	2,42±10,53	0,8±4,3	-5,8±7,1
Y	21,63±24,07	41±3	41,2±3
L, мм	618,7±138,2	397±44	401±72
S, мм ²	444,82±195,3	51±11	96±19
V, мм/с	48,54±10,84	21,5±0,7	8,6±1,4

* X – среднее положение центра давления относительно фронтальной плоскости; Y – среднее положение центра давления относительно сагиттальной плоскости; L – длина стаатокинезограммы; S – площадь стаатокинезограммы; V – средняя скорость колебаний центра давления

Заключение

Разработанные основополагающие элементы (персонализированный подбор стелек и ФЭС мышц нижних конечностей) индивидуальной комплексной реабилитации пациентов после артродезирования голеностопного сустава значительно улучшили как клинические результаты лечения, так и биомеханические показатели статики и походки. Их применение позволило не только достичь восстановления опороспособности конечности, купировать болевой синдром, но и приблизить походку к физиологической норме с восстановлением привычных нагрузок и улучшением качества жизни пациентов.

Список литературы

1. *Glazebrook M.* Comparison of health-related quality of life between patients with end-stage ankle and hip arthrosis/

- M. Glazebrook, T. Daniels, A. Younger, C.J. Foote, M. Penner, K. Wing, J. Lau, R. Leighton, M. Dunbar// J Bone Joint Surg Am. 2008. N 90(3). P. 499-505
2. *Segal A.D.* Functional limitations associated with end-stage ankle arthritis/ A.D. Segal, J. Shofer, M.E. Hahn, M.S. Orendurff, W.R. Ledoux, B.J. Sangeorzan// J Bone Joint Surg Am. 2012. N 94(9). P. 777-783.
3. *Ritterman S.A., Fellars T.A., Digiovanni C.W.* Current thoughts on ankle arthritis// R I Med J. 2013. N 96(3). P. 30 – 33.
4. *Омельченко Т.Н.* Переломы лодыжек и быстро прогрессирующий остеоартроз голеностопного сустава: профилактика и лечение// Ортопедия, травматология и протезирование. 2013. N 4 (593). С. 35-40.
5. *Nihal A.* Ankle arthrodesis/ A. Nihal, R.E. Gellman, J.M. Embil, E. Trepman// Foot Ankle Surg. 2008. N 14. P. 1-11.
6. *Fuchs S., Sandmann C., Skwara A., Chylarecki C.* Quality of life 20 years after arthrodesis of the ankle. A study of adjacent joints // J Bone Joint Surg Br. 2003. N 85. P. 994-998
7. *Thomas R., Daniels T.R., Parker K.* Gait analysis and functional outcomes following ankle arthrodesis for isolated ankle arthritis // J Bone Joint Surg Am. 2006. N 88. P 526-535
8. *Wang Y., Li Z., Wong D.W., Zhang M.* Effects of Ankle Arthrodesis on Biomechanical Performance of the Entire Foot// PLoS One. 2015. N 29. P. 7 - 10
9. *Машков В.М., Несенюк Е.Л., Сорокин Е.П. и соавторы.* Опыт хирургической коррекции вальгусного отклонения первого пальца стопы у пациентов с поперечным плоскостопием и деформирующим артрозом первого плюснефалангового сустава// Травматология и ортопедия России. 2013. N 1 (67). С. 72 -78.
10. *Прокопенко С. В., Руднев В. А., Афанасьева Е. В., Абрамов В. Г.* Использование бетасерка при атактических синдромах // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2004. N8
11. *Рукина Н.Н., Кузнецов А.Н., Белова А.Н., Воробьева О.В.* Особенности биомеханических характеристик опороспособности и походки у пациентов с экзопротезом нижней конечности// Российский журнал биомеханики. 2014. Т. 18. № 3. С. 389-397

PERSONALIZED REHABILITATION OF PATIENTS AFTER ANKLE ARTHRODESIS

R. O. GORBATOV, D. V. PAVLOV, O. P. MOTYAKINA, N. N. RUKINA, A. N. KUZNETSOV, V. V. BORZIKOV

Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod

Objective: development of the fundamental elements of individual complex rehabilitation treatment of patients after arthrodesis of the ankle joint

Materials and Methods: the research is based on the clinical, biomechanical and radiological examination of 32 patients after 32 operations of ankle arthrodesis performed for posttraumatic osteoarthritis stage III-IV in the period between 2011 and 2015. All patients were divided into two groups depending on the type of postoperative rehabilitation: Group 1 (16 patients) - standard rehabilitation program, group 2 (16 patients) - an advanced personalized rehabilitation treatment, which included personalized selection of orthotics and functional electrical stimulation of muscles of the lower extremities.

Results: best static and dynamic clinical outcomes assessed in the same period after surgery were observed in group 2 among the patients who underwent advanced personalized rehabilitation treatment. In the late postoperative period, all patients of this group kept to stay mobile without additional funds ankle stabilization (orthoses, elastic bandages etc.), 12 (75%) - could stand on toes, and 10 (63%) - could perform sport activities including running. After rehabilitation course such findings have been restored almost to normal range as total double support time, maximum force, gait cycle time, stance time of recovering leg, swing time of healthy leg.

Conclusion: the developed basic elements (a personalized selection of orthotics and functional electrical stimulation muscles of the lower extremities) individual complex rehabilitation of patients after arthrodesis of the ankle joint significantly improved the clinical results of treatment and biomechanical performance statics and gait. Their use has not only restore the walking, reduce pain, but also to bring to the gait of the physiological norm with the restoration of the usual loads and improve the quality of life of patients.

Key words: osteoarthritis of the ankle, personalized rehabilitation, ankle arthrodesis.