

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ФИКСАЦИИ ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ГОЛЕНИ

Проанализировано хирургическое лечение 42 пациентов с внутрисуставными переломами дистального отдела голени (тип 43В и 43С по АО/ASIF) с использованием аппаратов внешней фиксации и комплекса медикаментозной терапии. Проведено математическое моделирование напряженно-деформированного состояния дистального отдела голени, обосновано применение аппаратов внешней фиксации при данных видах повреждений. Минимальная травматизация параартикулярных тканей позволяет сохранить возможность регенерации суставного хряща и уменьшения их рубцовых изменений. Возможность использования ранней функциональной активности снижает частоту и выраженность контрактур голеностопного сустава. Полученные данные дают возможность полагать, что применение внешней фиксации и комплекса медикаментозной терапии является альтернативой в лечении внутрисуставных переломов голеностопного сустава. **Ключевые слова:** внутрисуставной перелом, аппарат внешней фиксации, конечно-элементное моделирование.

Введение

Несмотря на многочисленность научных работ, посвященных лечению переломов дистального эпиметафиза костей голени [3,4,5,7], количество неудовлетворительных результатов остается высоким, составляя 25-60% [2,6]. В классификации АО данные переломы объединены в группу 43 и подразделяются на типы А, В и С, в зависимости от расположения плоскостей излома относительно голеностопного сустава и количества обрзуемых отломков. Отношение к выбору лечебной тактики при этих сложных и прогностически неблагоприятных повреждениях неоднозначно [2,3,4,5,7]. Сохраняет актуальность поиск новых способов и подходов к фиксации фрагментов. Широкое распространение получило исследование напряженно-деформированного состояния биомеханической системы «костная система голеностопного сустава – имплантаты» [8]. Используемый метод математического моделирования внутренних напряжений в элементах опорно-двигательного аппарата выявляет закономерности их распределения при нормальном функционировании системы и при различных нарушениях, что позволяет подтвердить правильность выбора лечебной тактики.

Цель исследования. Изучить и дать оценку комплексному лечению внутрисуставных переломов дистального отдела голени на основании клинико-экспериментальных данных.

Материал и методы

Проведен анализ лечения 42 пациентов (25 мужчин и 17 женщин, в возрасте от 17 до 78 лет) с повреждениями дистального отдела голени, в отделении травматологии и политравмы ЗГКБЭиСМП – базе клиники медицины катастроф ЗГМУ. Причиной травмы явилось: в 26% – ДТП, в 42% – падение с высоты. В 19% случаев переломы были открытыми.

Диагноз основывался на данных клинического, рентгенографического и компьютерно-томографического исследования.

Комплекс лечебных мероприятий включал:

- обоснование выбранного метода лечения на основании математического моделирования напряженно-деформированного состояния дистального отдела голени;
- малоинвазивную репозицию фрагментов перелома с восстановлением суставной поверхности большеберцовой кости с минимальной травматизацией параартикулярных тканей;
- внешний остеосинтез стержневыми аппаратными конструкциями;
- комплекс медикаментозной терапии, включающий остеотропные, нестероидные противовоспалительные препараты, хондропротекторы, ангиопротекторы и венотоники [1].

Согласно классификации АО/ASIF, пациентов разделили на две клинические группы:

1. больные с неполными внутрисуставными переломами (43В) – 15 больных;
2. больные с полными внутрисуставными переломами (43С) – 27 больных.

При переломах данных типов наиболее обоснованным признан метод внешнего остеосинтеза, позволяющий сочетать фиксацию костных фрагментов с дистракционной нагрузкой и управляемой функцией сустава в аппарате [6]. Согласно этому лечебная тактика состояла в следующем:

- При переломах типа 43В, делали открытую репозицию, минимально травмируя суставную капсулу, и синтезировали отломки неуправляемым аппаратом внешней фиксации.
- При переломах типа 43С, выполняли артротомию с тщательным восстановлением формы суставного плафона, а с помощью управляемого аппарата внешней фиксации совершали закрытую репозицию диафизарного отдела.

Срок фиксации голеностопного сустава составлял: при неполных внутрисуставных переломах 10–12, а при полных – 14–18 дней, после чего назначали активную разработку движений. Демонтаж аппарата осуществляли: при переломах типа 43В через 71 ± 16 дней, а при переломах типа 43С – через 86 ± 8 дней. К ходьбе с дозированной опорной нагрузкой приступали: при переломах типа 43В на 86 ± 8 день; при переломах типа 43С – на 138 ± 4 день. Больному параллельно проводились: восстановительная терапия, ЛФК, массаж, физиотерапия (ультразвук, озокерит, лазеротерапия), по показаниям – сосудистая и противоотечная терапия.

Для оценки прогностического значения применяемых способов фиксации, совместно с сотрудниками ТММиСАПР НТУ “ХПИ”, проведены теоретические исследования [7]. В пакете SolidWorks создали трехмерную модель голени и голеностопного сустава и на ее базе построили конечно-элементную модель с помощью пакета ANSYS WorkBench, в котором проводили и дальнейшие исследования. Также создали геометрическую модель, описывающую хрупкое разрушение дистального отдела большеберцовой кости. Конечно-элементная модель построена из элементов SOLID186 и SOLID187 и насчитывает 285 тыс. элементов. Напряжения рассматривали при условии действия осевой нагрузки при вертикальном расположении оси большеберцовой кости величиной 300Н (рис.1). Свойства материалов взяты из данных литературы [8].

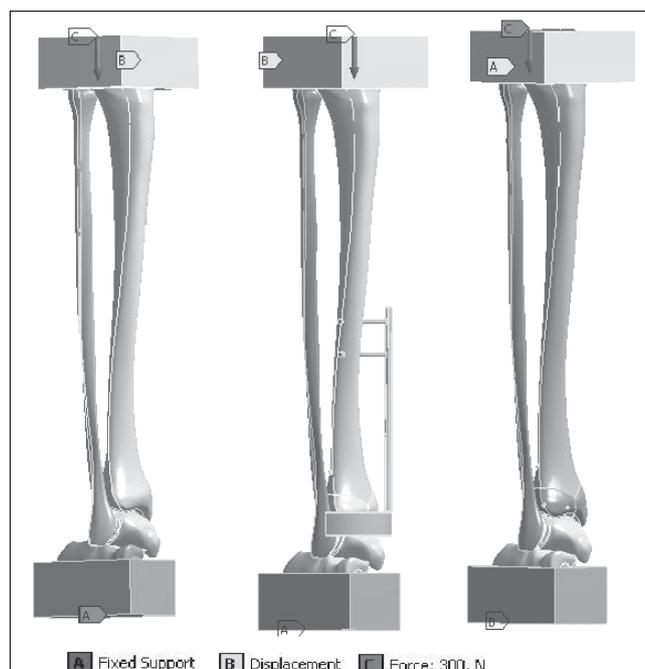


Рис. 1. Геометрическая модель дистального отдела голени с прикладываемыми нагрузками в норме (а); с внешней фиксирующей конструкцией (б); фиксации винтами (в).

Расчеты проводились для трех вариантов фиксации: внешним аппаратом, винтами и гипсовой повязкой. Фиксирующая конструкция (рис.1,б), выполненная упрощенно, представляет собой пять фиксирующих стержней и соединительный элемент (основа); два стержня, связанных с основой, фиксируются к средней части большеберцовой кости, а три остальных – фиксируют отломки между собой и проксимальным фрагментом большеберцовой кости. В третьем варианте (рис.1,в) фиксирующая конструкция состоит из трех шурупов, скрепляющих дистальные фрагменты между собой и с проксимальным отломком.

Проводился ряд исследований, в которых варьировались нагрузка и модули упругости в зоне разрушения трабекулярной и кортикальной кости (рис.2):

- 1) нагрузка составляет 300Н, исходные модули упругости материала кости в зоне разрушения уменьшались на 2 порядка от исходных (т.е. момент после травмы);
- 2) нагрузка составляет 300Н, исходные модули упругости материала кости в зоне разрушения уменьшались на порядок (момент спустя 10 дней после оперативного лечения);
- 3) нагрузка составляет 300Н, исходные модули упругости материала кости в зоне разрушения уменьшались на 10% (момент спустя 3 месяца после оперативного лечения);
- 4) нагрузка составляет 50Н, исходные модули упругости материала кости в зоне разрушения уменьшались на 2 порядка;
- 5) нагрузка составляет 100Н, исходные модули упругости слоя разрушения уменьшались на порядок.

Исследование моделей, описывающих разрушение и включающих фиксирующие конструкции, показало, что при использовании внешних конструкций напряжения выше, а возможность перемещения в межотломковой зоне снижается.

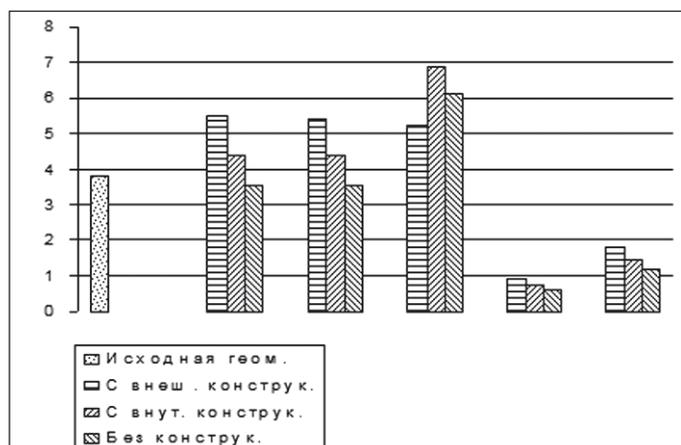


Рис. 2. Контролируемые характеристики напряженно-деформированного состояния в исследуемой биомеханической системе: максимальные напряжения в большеберцовой кости, МПа.

Результаты и их обсуждение

Отдаленные результаты лечения изучены у 27 пациентов в сроки от 1 до 3 лет. Оценку анатомо-функционального состояния голеностопного сустава проводили посредством следующих критериев:

1. Характер и локализация боли.
2. Амплитуда движений в голеностопном суставе.
3. Данные рентгенометрии голеностопного сустава.

Установлено, что жалобы на боли предъявляли те пациенты, у которых после снятия фиксатора прошло 3–6 мес. (15 чел.) и лишь двоих боли продолжали беспокоить спустя год и более после завершения лечения. При рассмотрении средних значений амплитуды сгибания и разгибания, в зависимости от применяемого способа лечения, закономерности не выявлено. Результаты показали, что наибольшая частота случаев с выраженным ограничением функции разгибания голеностопного сустава наблюдалось при обширных травматических вмешательствах с последующей иммобилизацией сустава гипсовой повязкой. В случаях применения открытого малоинвазивного, или закрытого вправления отломков с последующим сохранением функции голеностопного сустава, частота данного ограничения была ниже. Имеющиеся рентгенологические изменения формы голеностопного сустава рассматривали в сопоставлении с его функцией. Частота случаев выраженного ограничения функции тыльного сгибания ($0-5^\circ$) была выше у больных, которым выполнена открытая репозиция и синтез винтами с последующей длительной гипсовой иммобилизацией (57%).

Проиллюстрируем это следующим клиническим примером (рис. 3 а,б,в,г). Пострадавшая Н., 63 лет (№ и.б. 1454), получила закрытый полный внутрисуставной перелом дистального эпиметафиза костей правой голени со смещением отломков (АО 43С) в результате падения с высоты 1,5 метров.

В ургентном порядке выполнена операция: закрытое сопоставление отломков и внешний остеосинтез спице-стержневым аппаратом. Дистальные отломки фиксированы спицами. Фиксация продолжалась 10 недель. Больная ходила на костылях, выполняла движения в голеностопном суставе и дозированную осевую нагрузку. Осмотрена через 1,5 года после окончания лечения. Жалобы на умеренные боли, локализованные по передней поверхности сустава. Ходит без средств дополнительной опоры. Движения в голеностопном суставе $5^\circ/0^\circ/29^\circ$, т.е. радиальное перемещение голени относительно блока таранной кости составляет 34° . На рентгенограммах отмечается сросшийся перелом. На боковой рентгенограмме, выполненной при нейтральном нулевом положении стопы видно, что линия, проведенная через края эпифиза, образует с осью диафиза прямой угол, т.е. эпидиафизарный угол – 0° , маллеолярный угол составляет 10° , величина секторов перемещения блока таранной кости (130°) и окружности су-

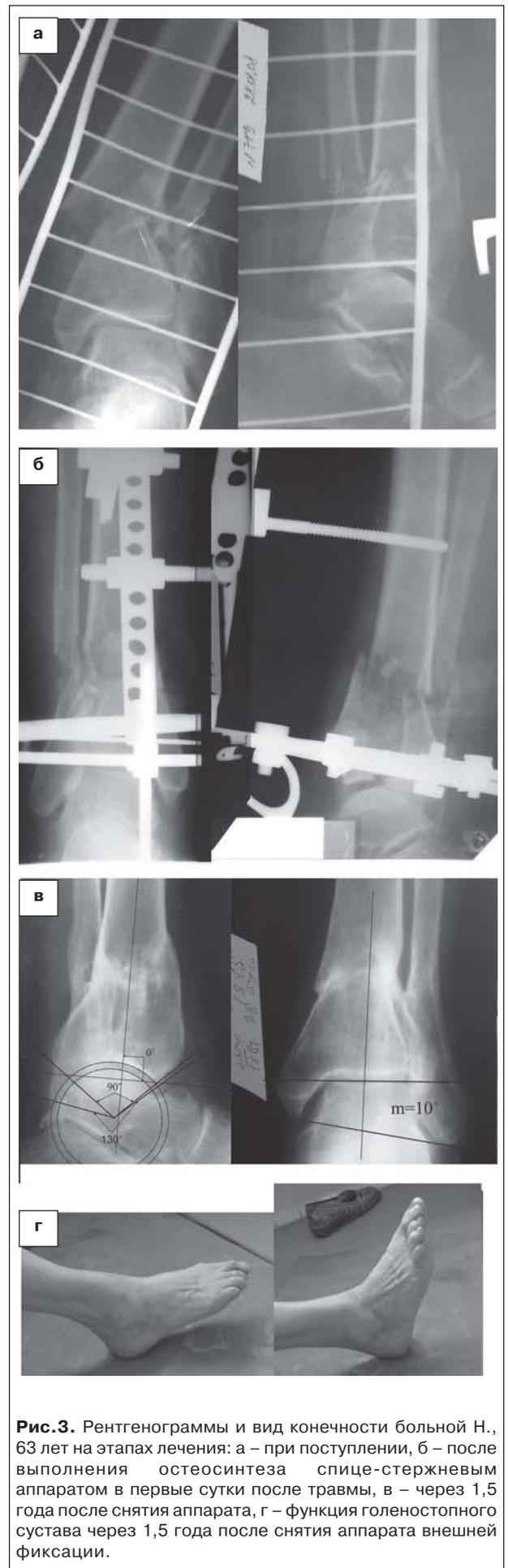


Рис. 3. Рентгенограммы и вид конечности больной Н., 63 лет на этапах лечения: а – при поступлении, б – после выполнения остеосинтеза спице-стержневым аппаратом в первые сутки после травмы, в – через 1,5 года после снятия аппарата, г – функция голеностопного сустава через 1,5 года после снятия аппарата внешней фиксации.

ставного конца большеберцовой кости (90°) составляет около 40°. Сравнительно рентгенометрический показатель с реально существующей амплитудой движений у данной больной, мы выявили, что она меньше. Это может свидетельствовать о том, что ограничение функции сустава в данном случае обусловлено не артрогенными изменениями, а за счет нарушения растяжимости и эластичности капсулы сустава и икроножной мышцы.

Выводы

1. Созданные путем математического моделирования конечно-элементные модели, содержащие внешние и внутренние фиксирующие конструкции, позволяют проводить исследования, как неповрежденной большеберцовой кости, так и определенных случаев разрушения дистального отдела костей голени. Полученные данные служат доказательной базой для индивидуального планирования способа фиксации.

2. При лечении внутрисуставного перелома важно сберечь жизнеспособность суставного покрова посредством сохранения синовиальной мембраны и механизмов, обеспечивающих диффузию веществ в синовиальной жидкости, что обеспечит регенерацию хряща в местах образовавшихся дефектов.

3. Применяемая тактика хирургического лечения, с использованием аппаратов внешней фиксации, является минимально инвазивной и позволяет, наряду с восстановлением анатомических образований, осуществлять реабилитационные мероприятия в оптимальные сроки.

Литература

1. Побел А.М. Фармакотерапия у лікуванні хворих з внутрішньо-суглобовими переломами / А.М. Побел, А.В. Квашін // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2000. – №2. – С.81 – 84.
2. Черныш В.Ю. Структура осложнений и патогенетические аспекты их предупреждения при различных методах лечения внутрисуставных переломов костей, образующих коленный и голеностопный сустав / В.Ю. Черныш // Травма. – 2001. – Т.2, №2. – С.155 – 159.
3. Рыбачук О.И. Дифференцированный подход к открытой и закрытой репозиции при лечении закрытых внутрисуставных переломов коленного и голеностопного суставов методом чрескостного остеосинтеза / О.И. Рыбачук, В.Ю. Черныш, А.Я. Лобко и др. // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2001. – №3. – С.41-44.
4. Wade R. Smith Tibial plateau fractures: Minimally invasive fracture techniques / Wade R. Smith, John R. Shank // Operative Techniques in Orthopaedics. Volume 11, Issue 3, July 2001, Pages 187-194.
5. Ahmet Kapukaya Non-reducible, open tibial plafond fractures treated with a circular external fixator (is the cur-

rent classification sufficient for identifying fractures in this area?) / Ahmet Kapukaya, Mehmet Subasi, Huseyin Arslan, Tolga Tuzuner // *Injury*. Volume 36, Issue 12, December 2005, Pages 1480-1487.

6. Труфанов И.И. Комплексное лечение внутрисуставных переломов дистального отдела костей голени / И.И. Труфанов // Актуальні питання медичної науки та практики: Запоріжжя, 2008. – Збірник наукових праць ЗМАПО. – С.213-217.
7. Корж Н.А. Переломы костей голени на уровне дистального эпиметафиза (переломы pilon'a) и их последствия, диагностика и лечение / Н.А. Корж, К.К. Романенко, Л.Д. Горидова, Д.В. Прозоровский // Травма. Том 12, №2 – 2011. – С. 6 – 10.
8. Ткачук Н.А. Математическое моделирование поведения биомеханической системы при нагружении / Н.А. Ткачук, О. В. Веретельник, И.И. Труфанов // Вісник НТУ „ХПІ”. Тематичний випуск „Машинознавство та САПР”, 2009, №28 – С. 106-127.
9. Разрушение неметаллов и композитных материалов. – часть II. Органические материалы (стеклообразные полимеры, эластомеры, кость); Пер. с англ. Н.И. Малинина, С.Т. Милейко / Под ред. Ю.Н. Работнова. – М.: Мир, 1976. – 469 с.

Резюме

К.В. Міренков, І.І. Труфанов

Обґрунтування способу фіксації внутрішньосуглобових переломів дистального відділу гомілки

Відображено аналіз хірургічного лікування 42 пацієнтів з внутрішньосуглобовими переломами дистального відділу гомілки (тип 43В і 43С за АО/ASIF) з використанням апаратів зовнішньої фіксації і комплексу медикаментозної терапії. Проведено математичне моделювання напружено-деформованого стану дистального відділу гомілки, обґрунтовано застосування апаратів зовнішньої фіксації при різних видах ушкоджень. Мінімальна травматизація параартикулярних тканин дозволяє зберегти можливість регенерації суглобового хряща та зменшення їх рубцевих змін. Можливість використання ранньої функціональної активності знижує частоту і вираженість контрактур гомілковостопного суглоба. Отримані свідчать, що застосування зовнішньої фіксації і комплексу медикаментозної терапії є альтернативою в лікуванні внутрішньосуглобових переломів гомілковостопного суглоба.

Summary

K. Mirenkov, I. Trufanov

Justification for the Fixation of Intraarticular Fractures of Tibia

The article contains analysis of the surgical treatment of 42 patients with fractures (type 43B and 43C) according to AO/ASIF classification by use external fixation and complex of medical therapy. In the paper the mathematical modeling of the stress-strain state of the distal tibia, justified the use of external fixation devices with these kinds of injuries. The minimal traumatization of the periarticular tissue allows you regeneration capabilities to save the articular cartilage and reduce their cicatrices. The ability to use early functional activity reduces the incidence of ankle joint contractures. The obtained dates give the possibility to state, that application of external fixation and complex of medical therapy is a valuable alternative in treatment of intraarticular fractures of the ankle joint.